

**DOUGLAS ALEXANDRE**

**FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE  
INVERTEBRADOS EDÁFICOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Dr. Osmar Klauberg Filho

**LAGES, SC  
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

ALEXANDRE, DOUGLAS

Fragmentação da paisagem e estrutura da comunidade de  
invertebrados edáficos / DOUGLAS ALEXANDRE. -- 2019.  
166 p.

Orientador: Osmar Klauberg Filho

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2019.

1. Colêmbolos. 2. Enquitreídeos. 3. Fragmentação da paisagem.  
4. Ecologia de paisagens. I. Klauberg Filho, Osmar . II.  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo.  
III. Título.

**DOUGLAS ALEXANDRE**

**FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE  
INVERTEBRADOS EDÁFICOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

**Banca Examinadora:**

**Orientador:**

---

Dr. Osmar Klauberg Filho, UDESC – Lages, SC

**Membros:**

---

Dr. Marcos Benedito Schimalski, UDESC – Lages, SC

---

Dr. Dennis Goss de Souza, UDESC – Lages, SC

---

Dr<sup>a</sup>. Julia Carina Niemeyer, UFSC – Curitiba, SC

**Lages, SC Julho de 2019**





## DEDICATÓRIA

A todos aqueles que acreditam e lutam pela educação no Brasil.

A Amarildo Júlio (*in memoriam*).

Dedico.



## AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desse trabalho só foi possível graças à colaboração de diversas pessoas e instituições, as quais não poderia deixar de lembrar e agradecer. Agradeço:

Aos meus pais Ouzair e Sirlei e minha irmã Larissa, por terem sido meus maiores exemplos de humildade, coragem e generosidade, pelo amor infinito que me oferecem e por me mostrarem a importância de lutar pelo que quero.

A Universidade do Estado de Santa Catarina e o Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo pela oportunidade de realizar o mestrado, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da Bolsa.

Ao meu orientador professor Osmar Klauberg Filho, por todas as contribuições, oportunidades e incentivo que vem me dando ao longo desses oito anos trabalhando juntos. Ao meu comitê de orientação, professor Dilmar Baretta e Cíntia Carla Niva pelas valiosas contribuições ao projeto, e ao Luis Iuñes pela colaboração no desenvolvimento do projeto.

Aos professores Marcos Schimalski e Veraldo Liesenberg por aceitarem esse desafio, e por todas as contribuições e auxílio nas análises geoestatísticas, e a Jessica pelo auxílio na vetorização dos mapas. Ao professor Dennis Goss, por todas as valiosas contribuições estatísticas e todas as conversas sobre ecologia.

A todos os colegas e amigos do Laboratório de Ecologia do solo: Julia Machado, Gilvani Mallman, Letícia Scopel, Priscila Stocco Camila Casaril, Daniela Tomazelli, Mayara Carneiro, Giovana, Gabriel, Luan, Eduardo e Mariana por todo o auxílio durante o processamento das amostras e realização das análises, todas as conversas e contribuições, passamos mais tempos juntos do que com nossas próprias famílias, vocês tornam mais feliz e divertida essa rotina estressante da pós-graduação. A amiga Vanessa Dalla Rosa e sua família por terem nos acolhido em sua casa durante os mais de vinte de coleta.

A todos aqueles que ajudaram nas coletas, em especial a Gustavo e Elston pela força, que literalmente nos deram. Ao Laboratório de solos da UNOCHAPECÓ especialmente a professora Carolina Maluche-Baretta e a Edpool Rocha pelo auxílio nas análises microbiológicas.

As minhas amigas Ana Lovatel e Pâmela Niederauer, sem vocês não teria sido possível realizar este projeto, agradeço pela amizade, pela oportunidade de conhecer vocês de verdade e de lhes admirar, por me inspirarem, por todos os ensinamentos, por todas as risadas, pela ajuda e suporte, por me ajudarem a dividir esse fardo e compartilhar as angústias.



A Rafaela Peron, por simplesmente ser quem é, você esteve comigo nos meus melhores e piores momentos, me ensinou e me inspirou tanto, não consigo mais imaginar minha vida sem você, e a Elston Kraft, meu irmão de coração, por todos os ensinamentos, por todas as lições, sejam de estatística ou de generosidade.

As meus amigos, Ana, Jefferson, Júlia, Mariele, Maielly, Leandro e Edoardo, por serem meu refúgio, meu suporte, por me fazerem mais feliz e mais forte, por serem o grupo mais diverso, divertido e leal. E as minhas amigas Gisiane e Natálie, que mesmo distantes sempre estiveram presentes.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, estiveram envolvidos na realização do projeto meu mais sincero: muito obrigado.



## RESUMO

ALEXANDRE, Douglas. **Fragmentação da paisagem e estrutura da comunidade de invertebrados edáficos**. 2019. 166 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2019.

A fragmentação da paisagem é considerada uma das principais causas do declínio da biodiversidade. Mudanças no uso do solo em decorrência da atividade agrícola podem acelerar este processo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a fragmentação da paisagem e a composição e distribuição de comunidades de enquitreídeos e colêmbolos no Oeste de Santa Catarina. Os organismos e os atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo e littera foram avaliados em três cenários, nos municípios de Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste. Estabeleceu-se uma grade amostral dentro de uma janela com 1 km de diâmetro e pontos de coleta com aproximadamente 163 m de distância entre si (n=29 em cada cenário). Os colêmbolos foram coletados pelos métodos de armadilha de queda e anéis de 5x5 cm, contabilizados e morfotipados. Os enquitreídeos foram coletados com anéis de 5x5 cm, extraídos por via quente-úmida e identificados ao nível de gênero. Foram determinadas as métricas da paisagem para cada cenário, calculado o Índice de dependência espacial da abundância e riqueza da mesofauna avaliada e dos atributos mais relevantes. Através de análises multivariadas foi avaliada a contribuição da estrutura e composição da paisagem e dos atributos químicos e físicos na explicação da variabilidade das comunidades da mesofauna. As métricas da paisagem indicaram que os cenários de fragmentação são diferentes, sendo São Miguel do Oeste a paisagem mais fragmentada e Chapecó a menos fragmentada. A riqueza e abundância de morfotipos de colêmbolos e gêneros de enquitreídeos e também os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo apresentaram dependência espacial. As comunidades variaram entre os cenários de fragmentação. Nos cenários de fragmentação a variação dos dados não foi explicada pelas métricas da paisagem e atributos químicos físicos e microbiológicos do solo. A distância dos fragmentos de floresta nativa afeta abundância e riqueza nos demais fragmentos, sendo maior em fragmentos localizados a até 100 m de distância.

**Palavras-chave:** Colêmbolos, enquitreídeo, fragmentação da paisagem, ecologia de paisagens.





## ABSTRACT

ALEXANDRE, Douglas. **Landscape fragmentation and structure of edaphic invertebrates community** 2019. 166 p. Dissertation (MSc in Soil Science) – University of the State of Santa Catarina. Graduate Program in Soil Science, Lages, 2019.

Landscape fragmentation is considered one of the major causes of biodiversity decline. Changes in land use as a result of agricultural activity may accelerate this process. The aim of this research was evaluate the landscape fragmentation and the composition and distribution of communities of enchytraeids and springtails in the west of Santa Catarina. The organisms, the physical, chemical and microbiological attributes of the soil and litter were evaluated in three scenarios, in the municipalities of Chapecó, Pinhalzinho and São Miguel do Oeste. A sample grid was established within a 1 km diameter window and sampling points approximately 163 m apart ( $n = 29$  in each scenario). The springtails were collected by pitfall-trap and core (5x5 cm) methods, counted and morphotyped. Enchytraeids were collected with cores (5x5 cm), extracted by hot-wet method and identified at genus level. The landscape metrics for each scenario were determined, also the the spatial dependence index of the abundance and richness of the evaluated mesofuna and the most relevant attributes were caculated. Through multivariate analysis, the contribution of landscape structure and composition and chemical and physical attributes in the explanation of the variability of mesofauna communities was evaluated. The landscape metrics indicated that the fragmentation scenarios are different, with São Miguel do Oeste being the most fragmented landscape and Chapecó the least fragmented. The richness and abundance of springtails morphotypes and enchytraeids genus, also the chemical, physical and mycorbiological attributes of the soil presented spatial dependence. Communities varied among fragmentation scenarios. In the fragmentation scenarios the data variation was not explained by landscape metrics and soil physical, microbiological and chemical attributes. The distance of native forest fragments affects abundance and richness in other fragments, being greater in fragments located up to 100 m away.

**Keywords:** springtails, enchytraeids, landscape fragmentation, landscape ecology.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Representação do semivariograma e seus elementos.....	33
Figura 2 – Mapa mostrando os municípios utilizados no estudo, na região Oeste de Santa Catarina.....	35
Figura 3 – Esquema de coleta.....	36
Figura 4 – Distribuição dos pontos de amostrais no cenário de paisagem em Chapecó. ....	37
Figura 5 –Distribuição dos pontos de amostrais no cenário de paisagem em Pinhalzinho. ....	38
Figura 6 – Distribuição dos pontos de amostrais no cenário de paisagem em São Miguel do Oeste. ....	39
Figura 7– Características morfológicas internas e externas de enquitreídeos. ....	42
Figura 8 – Mapa de cobertura e uso do solo do município de Chapecó.....	56
Figura 9 – Mapa de cobertura do solo do município de Pinhalzinho. ....	57
Figura 10 – Mapa de cobertura e uso do solo do município de São Miguel do Oeste. ....	58
Figura 11 – Diagrama de Venn dos morfotipos de colêmbolos em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste em dois métodos de coleta. <i>Core (C)</i> e <i>Pitfall-trap (P)</i> . ....	64
Figura 12 – Frequência relativa dos modos de vida de colêmbolos nos Sistemas de uso de solo, nos cenários de fragmentação. São Miguel do Oeste (SMO), Pinhalzinho (PNZ), Chapecó (CHA), Floresta Nativa (FN), Integração Lavoura-pecuária (ILP), Plantio de Eucalipto (PE), Plantio Direto (PD), Capoeira (CP) e Pastagem (PA). ....	65
Figura 13 – Plotagem da Análise da redundância baseada em distância (db-RDA) entre as comunidades de enquitreídeos e as variáveis ambientais significativas selecionadas. (P ajustado < 0,05 e correção FDR) .....	75
Figura 14 - Plotagem da Análise da redundância baseada em distância (db-RDA) entre as comunidades de colêmbolos e as variáveis ambientais significativas selecionadas. (P ajustado < 0,05 e correção FDR) .....	81
Figura 15 – Diagrama de Venn para as distribuição de morfotipos de colêmbolos nas áreas de Floresta Nativa, Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa, Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa;. ....	83
Figura 16 – Diagrama de Venn para as distribuição dos gêneros de enquitreídeos nas áreas de Floresta Nativa, Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa, Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa.....	84



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Termos comuns da ecologia de paisagens. ....	29
Tabela 2 – Características e valores das características para o cálculo do valor EMI e para a distinção de diferentes morfotipos de colêmbolos .....	41
Tabela 3 – Atributos do solo e liteira determinados em Chapecó. (Continua).....	44
Tabela 4 – Atributos do solo e liteira determinados em Pinhalzinho. (Continua).....	45
Tabela 5 – Atributos do solo e liteira determinados em São Miguel do Oeste (Continua) ....	48
Tabela 6 – Métricas da paisagem nos cenários em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste, SC. ....	59
Tabela 7 – Métricas de classe de uso do solo nos cenários da paisagem em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste, SC.....	61
Tabela 8 – Métricas dos fragmentos amostrados.....	62
Tabela 9 – Riqueza de morfotipos e abundância absoluta de colêmbolos edáficos, hemiedáficos e Epígeos pelo método de pitfall-trap , core e soma dos dois métodos em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste, SC.....	63
Tabela 10 – Abundância dos gêneros de enquitreídeos nos diferentes Sistemas de uso do solo e cenários de fragmentação. São Miguel do Oeste (SMO), Pinhalzinho (PNZ), Chapecó (CHA), Floresta Nativa (FN), Integração Lavoura-pecuária (ILP), Plantio de Eucalipto (PE), Plantio Direto (PD), Capoeira (CP) e Pastagem (PA). ....	66
Tabela 11 – Estatística descritiva dos dados referentes a riqueza de morfotipos e abundância de colêmbolos, e riqueza de gênero e abundância de enquitreídeos Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste. ....	68
Tabela 12 – Estatística descritiva dos atributos físicos químico e biológicos do solo e liteira em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste.....	69
Tabela 13 – Parâmetros para ajuste do semivariogramas dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo e liteira solo em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste.....	70
Tabela 14 – Parâmetros para ajuste do semivariograma dos dados referentes a riqueza de morfotipos e abundância de colêmbolos, e riqueza de gênero e abundância de enquitreídeos Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste.....	71
Tabela 15 – PERMANOVA da comunidade de Enquitreídeos com base no coeficiente de Bray-Curtis para os dados de abundância transformados.....	73



Tabela 16 – Comparação aos pares entre as paisagens e uso do solo da PERMANOVA da comunidade de enquitreídeos. ....	73
Tabela 17 – Contribuição dos gêneros de enquitreídeos para a dissimilaridade dos sistemas de uso do solo por análise SIMPER. ....	74
Tabela 18 – Correlação de Spearman entre a abundância total e riqueza de gêneros de enquitreídeos e os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. ....	74
Tabela 19 – PERMANOVA da comunidade de colêmbolos com base no coeficiente de Bray-Curtis para os dados de abundância transformados. ....	76
Tabela 20 – Comparação aos pares entre as paisagens e uso do solo da PERMANOVA da comunidade de colêmbolos ....	76
Tabela 21 – Contribuição das morfotipos de colêmbolos para a dissimilaridade dos cenários por análise SIMPER (< 10%) nos municípios de Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste, SC. ....	77
Tabela 22 – Contribuição das morfotipos de colêmbolos para a dissimilaridade dos fragmentos de uso do solo por análise SIMPER (< 10%). ....	78
Tabela 23 – Correlação se Spearman entre a abundância total e riqueza de morfotipos de colêmbolos e os atributos químicos, físicos e biológicos do solo e da liteira . ....	79
Tabela 24 – Correlação entre a riqueza e abundância de morfotipos de colêmbolos e os atributos do solo por grupo ecomorfológico. ....	80
Tabela 25 – Abundância média e riqueza de colêmbolos e enquitreídeos em áreas de Floresta Nativa (FN); Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa ( $FN \leq 100$ m); Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa ( $FN > 100$ m) em Chapecó. Pinhalzinho e São Miguel do Oeste. ....	82





## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	25
1.1 HIPÓTESES .....	27
1.2 OBJETIVO GERAL .....	27
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	29
2.1 ECOLOGIA DE PAISAGENS.....	29
2.2 COLÊMBOLOS .....	30
2.3 ENQUITREÍDEOS.....	31
2.4 GEOESTATÍSTICA .....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	35
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E AMOSTRAGEM.....	35
3.2 AMOSTRAGEM E IDENTIFICAÇÃO DOS COLÊMBOLOS.....	39
3.3 AMOSTRAGEM E IDENTIFICAÇÃO DOS ENQUITREÍDEOS .....	41
3.4 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DOS ATRIBUTOS DO SOLO E DA LITEIRA .	42
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	50
4. RESULTADOS .....	55
4.1 COMPOSIÇÃO E ESRUTURA DA PAISAGEM.....	55
4.2 OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE COLÊMBOLOS E ENQUITREÍDEOS NOS CENÁRIOS DE FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM .....	63
4.3 DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE COLÊMBOLOS E ENQUITREÍDEOS E DOS ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO.....	67
4.4 INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM E DOS ATRIBUTOS DO SOLO NA COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DE ENQUITREÍDEOS E COLÊMBOLOS .....	72
4.5 CONTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE FLORESTA NATIVA PARA OS ECOSSSITEMAS ADJASCENTES .....	82



5. DISCUSSÃO .....	87
6. CONCLUSÃO.....	93
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95



## 1. INTRODUÇÃO

A fragmentação da paisagem tem sido considerada uma das principais causas do declínio da biodiversidade, (SZILASSI, et al., 2017). Ela é definida segundo Fahrig (2003) como um processo durante o qual uma grande extensão de habitats é transformada em uma série de manchas menores de área total menor, isoladas umas das outras por uma matriz de habitats diferentes do original.

A fragmentação da paisagem é resultado de mudanças no uso do solo. O estado de Santa Catarina, em sua maior extensão, tem relevo acidentado, o que favoreceu a agricultura familiar, que origina uma maior diversificação dos usos das terras, com predomínio de pastagens, plantio direto, e povoamento florestal ocasionando o surgimento de diversos cenários de fragmentação da paisagem. Neste contexto, diversos fragmentos de florestas remanescentes, destinados a reserva legal (RL) ou são áreas de preservação permanente (APP), devem ser mantidos nas áreas rurais brasileiras, conforme estabelecido na Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012).

As APP são definidas como áreas coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora, protegendo o solo e assegurando o bem-estar das populações humanas. Na paisagem, normalmente estão situadas ao longo de cursos d'água, em áreas de altitudes superior a 1800 m, encostas íngremes e ao redor de nascentes de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2012). As reservas legais por sua vez constituem-se de fragmentos de áreas localizadas no interior de uma propriedade, cujo tamanho varia em função da região e do bioma no qual a propriedade está inserida. Esta tem como função assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

De maneira geral, as APP e áreas de RL atuam como estratégias efetivas para restringir as mudanças no uso da terra, impondo limites às ações humanas (CHOMITZ, 2014), garantindo que as atividades de produção agropecuárias possam estar alinhadas com a conservação da biodiversidade, reduzindo assim os impactos causados pelos sistemas produtivos e o preparo do solo. No entanto, pouco se conhece sobre os efeitos destas áreas na biodiversidade do solo numa escala de paisagem, e se no modelo atual estas áreas são suficientes para manter a biodiversidade e proporcionar a reposição e fluxo da fauna edáfica na paisagem.

Pouco se sabe também sobre os efeitos da fragmentação da paisagem sobre a fauna do solo e os serviços por ela prestados. Os estudos de diversidade de fauna edáfica são comumente realizados em escala restrita de amostragem, limitados a áreas com usos específicos como áreas de floresta nativa ou áreas agrícolas sob sistema de plantios direto ou convencional, não levando em conta as relações entre os diversos fragmentos de uso do solo em uma escala mais ampla da paisagem.

Os organismos da fauna edáfica representam um importante papel no equilíbrio e sustentabilidade dos ecossistemas, pois realizam e ou mediam diversos processos de suporte a vida como regulação de processos de decomposição da matéria orgânica, regulação biológica e hídrica, fixação de carbono, ciclagem e liberação de nutrientes, estabelecimento de interações em diferentes níveis com microrganismos e processos de formação, estruturação e estabilidade do solo (BARETTA et al., 2003). Por sua importância ecológica diversos grupos chave da fauna edáfica tem sido estudados quanto aos impactos ambientais das mudanças no uso do solo sobre a sua qualidade biológica e funcionalidade (LOUZADA; ZANETTI, 2013). Dentre estes organismos destacam-se os colêmbolos e enquitreídeos, dada sua importância e abundância nos ecossistemas.

Os colêmbolos são organismos da mesofauna do solo responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Ocorrem em ecossistemas naturais e agrícola. Diversos trabalhos têm estudado a diversidade deste grupo em diferentes sistemas de uso e de manejo do solo. Mais recentemente alguns estudos tem utilizado a morfotipagem de colêmbolos como indicadores da qualidade dos ambientes e na avaliação de diferentes sistemas de uso do solo, em especial no estado de Santa Catarina (MACHADO, 2015; BORGES, 2017; OLIVEIRA FILHO et al., 2016a), entretanto, nenhum estudo até o momento avaliou aspectos da diversidade destes organismos em escala de paisagem.

No que tange aos enquitreídeos, atualmente no Brasil existem apenas três trabalhos publicados avaliando a composição de gêneros de enquitreídeos e os mesmos se restringem a ecossistemas florestais; Floresta Amazônica (RÖMBKE; MELLER, 1999), Mata Atlântica (RÖMBKE et al., 2007) e Floresta Ombrófila Mista (NIVA et al., 2015), não havendo registros em agroecossistemas, nem avaliações em escala de paisagem. De acordo com Shmelz et al. (2013), o conhecimento acerca da diversidade de enquitreídeos na América do Sul é tão incompleto que ainda não é possível estimar um número de espécies existentes. Jänsch e colaboradores (2005) afirmam que os enquitreídeos foram negligenciados na biologia do solo até os últimos 50 anos, o que fez com que muitos aspectos de sua taxonomia bem como de sua ecologia comesçassem a ser conhecidos apenas recentemente. Niva et al. (2010) ressaltam que

não existe, no momento, nenhum taxonomista ativo na América do Sul, reiterando a importância de estudos acerca de diversidade e ecologia dos enquitreídeos.

Diante disto, avaliações em escala de paisagem, podem ajudar a entender os efeitos da fragmentação ocasionada pelos diferentes usos do solo sobre comunidades edáficas chave e estabelecer parâmetros de qualidade ambiental, bem como a tomada de medidas e planejamento acerca de estratégias de manejo e conservação da diversidade do solo e seus serviços ecossistêmicos.

### 1.1 HIPÓTESES

- I. A atividade agrícola nas áreas estudadas promove a formação de diferentes cenários/configurações de paisagem decorrentes da fragmentação ocasionada pelos diferentes usos do solo.
- II. As mudanças na configuração da paisagem alteram a composição e distribuição das comunidades de colêmbolos e enquitreídeos e no solo.
- III. Alterações na diversidade de enquitreídeos e colêmbolos são selecionadas por mudanças nos atributos ambientais ao longo da paisagem.

### 1.2 OBJETIVO GERAL

Estudar a influência da fragmentação da paisagem na composição e distribuição de comunidades de enquitreídeos e colêmbolos em três diferentes cenários de fragmentação da paisagem em áreas agrícolas de Santa Catarina.

### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar as diferenças de configuração e composição da fragmentação em cenários da paisagem rural no Oeste de Santa Catarina (item 4.1).
- b) Avaliar a ocorrência e distribuição de morfotipos de colêmbolos e de gêneros de enquitreídeos nos diferentes cenários de fragmentação da paisagem e nos diversos tipos de fragmentos de usos do solo (item 4.2.).
- c) Determinar a variabilidade espacial nos cenários de paisagem da riqueza e abundância de morfotipos de colêmbolos e gêneros de enquitreídeos (item 4.3).

- d) Compreender como a configuração da paisagem influencia a diversidade da mesofauna edáfica e a sua distribuição na paisagem considerando os diferentes usos de solo (item 4.4).
- e) Verificar a relação entre as variações nas características químicas, físicas e biológicas no solo e a distribuição e diversidade das populações do colêmbolos e enquitreídeos (item 4.4).
- f) Avaliar a contribuição das áreas com vegetação nativas nos padrões de composição e distribuição das comunidades edáficas nos ecossistemas adjacentes (item 4.5).



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ECOLOGIA DE PAISAGENS

A paisagem pode ser definida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas. Esta heterogeneidade existe para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala (METZGER, 2001).

Para avaliações em escala de paisagens utiliza-se ferramentas da ecologia de paisagens, uma área da ecologia que de acordo com Metzger (2001) visa entender a influência de padrões espaciais sobre processos ecológicos. A ecologia de paisagens, essencialmente, combina a abordagem espacial da Geografia com a abordagem funcional da Ecologia (NAVEH, LIEBERMAN, 1984; FORMAN, GODRON, 1986). De acordo com FORMAN (1983) a ecologia de paisagens foca na (1) relação espacial entre elementos de paisagens ou ecossistemas, (2) os fluxos de energia, nutrientes minerais e espécies entre os elementos da paisagem, e (3) a dinâmica ecológica da paisagem ao longo do tempo.

Na tabela 1 são apresentados alguns termos comumente usados em ecologia de paisagens.

Tabela 1 – Termos comuns da ecologia de paisagens.

<b>Termo</b>	<b>Definição</b>
Composição	O que e quanto está presente de cada hábitat ou tipo de cobertura do solo.
Configuração	Um arranjo específico de elementos espaciais; frequentemente usado como sinônimo de estrutura espacial.
Conectividade	A continuidade espacial de um hábitat ou tipo de cobertura do solo em uma paisagem.
Corredor	Uma faixa relativamente estreita de um tipo particular que difere das áreas adjacentes em ambos os lados.
Cobertura do solo	Categoria dentro de um esquema de classificação definido pelo usuário que distingue os diferentes habitats, ecossistemas ou tipos de vegetação em uma paisagem.
Borda	A parte de um ecossistema ou tipo de cobertura perto do seu perímetro, e dentro do qual as condições ambientais podem diferir de locais interiores no ecossistema; também usado como uma medida do comprimento da adjacência entre tipos de cobertura em uma paisagem.
Fragmentação	O desmembramento de um hábitat ou tipo de cobertura do solo em parcelas menores e desconectadas; muitas vezes associada, mas não equivalente a perda de hábitat.
Heterogeneidade	A qualidade ou estado de consistir em elementos dissimilares, como com habitats mistos ou tipos de cobertura que ocorrem em uma paisagem; oposto da homogeneidade, em que os elementos são os mesmos
Paisagem	Uma área que é espacialmente heterogênea em pelo menos um fator de interesse
Matriz	O tipo de cobertura de fundo em uma paisagem, caracterizado por ampla cobertura e alta conectividade; nem todas as paisagens têm uma matriz definível.
Fragmento	Uma área de superfície que difere de seus arredores na natureza ou aparência.
Escala	Dimensão espacial ou temporal de um objeto ou processo.

Fonte: Adaptado de Forman (1995).

Fragmentação da paisagem é o rompimento de áreas maiores de cobertura da terra em fragmentos menores e mais isolados independente de uma mudança na área total de cobertura do solo (MITCHEL et al., 2015).

De forma geral Mitchel et al. (2015) elencam três principais mudanças na cobertura natural do solo ao longo da paisagem ocasionadas pela fragmentação da paisagem (1) o aumento no isolamento dos fragmentos e sua inserção entre áreas antropizadas (áreas urbanas ou agrícolas) adjacentes, (2) um aumento no número de fragmentos e de área de borda e (3) diminuição da área média dos fragmento.

Simultaneamente, a porção antropizada da paisagem, pode se tornar mais conectada à medida que a fragmentação prossegue, com importantes consequências para o movimento e abundância de espécies que habitam esta porção da paisagem. (MITCHEL et al., 2015).

Assim, a fragmentação da paisagem resulta em inúmeros efeitos inter-relacionados na estrutura da paisagem, incluindo mudanças na configuração da paisagem (MICHEL et al., 2015) degradação do solo (LI et al, 2015), alterações no uso e padrões de cobertura do solo (SZILASSI et al., 2017) que podem ocasionar mudanças no microclima, umidade do solo e disponibilidade de alimentos para a fauna.

A fragmentação afeta os fluxos de serviços ecossistêmicos facilitando ou interrompendo o movimento de organismos, matéria, energia através de paisagens (BÉLISLE et al, 2001; MITCHEL et al., 2015) alterando o fluxo de organismos móveis em paisagens agrícolas, migrações de longa distância, fluxos água e os nutrientes, poluentes e solo erodido contidos nela (MITCHEL et al., 2015), afeta a importante componentes da interação entre espécies ao longo da paisagem (TAYOR et al., 1995) como a redução de cadeia trófica (KOMONEM et al., 2000), o sucesso de reprodução (KURKI et al., 2000), taxas de predação (BERGIN et al., 2000) e controle biológico (FENOGLIO et al., 2012).

## 2.2 COLÊMBOLOS

Os colêmbolos (Hexapoda: Collembola), são pequenos artrópodes, ápteros, amplamente distribuídos no globo terrestre e de acordo com Steffen et al. (2007) um dos grupos de invertebrados terrestres com maior abundância no solo. Os colêmbolos tem alta influencia na ecologia microbiana, controlando a dinâmica populacional destes organismos, seja pela preferência alimentar altamente especializada (esporos e hifas fúngicas, por exemplo), ou atuando como dispersantes de propágulos. Atuam também na fragmentação e degradação da matéria orgânica e serapilheira, na ciclagem e liberação de nutriente no solo, fazem parte da

cadeia alimentar, servindo como fonte de alimentação para diversos grupos de predadores (HOPKIN, 1997; RUSEK, 1998).

Os colêmbolos apresentam sensibilidade a modificações ambientais e ecológicas, como mudanças nos atributos químicos do solo, nas práticas agrícolas e constituem um importante parâmetro na avaliação e monitoramento da qualidade do solo (MACHADO, 2015; OLIVEIRA FILHO; BARETTA, 2016b), diversos trabalhos vêm sendo conduzidos nos últimos anos utilizando colêmbolos como indicadores; de perturbação do solo (REIS et al., 2016), do nível de degradação de áreas florestais que sofreram interação antrópica (BARETTA et al., 2008), dos efeitos de diferentes sistemas de uso do solo (MACHADO, 2015; OLIVEIRA FILHO et al., 2016a).

### 2.3 ENQUITREÍDEOS

Os enquitreídeos (Annelida, Oligochaeta, Enchytraeidae) são pequenos organismos com corpo de forma vermiforme, geralmente sem coloração, que variam de 2 a 40 mm de comprimento (JÄNSCH et al., 2005; NIVA et al., 2015). São encontrados em todo o mundo em solos com umidade, matéria orgânica e oxigênio suficientes (SCHMELZ et al., 2013; NIVA et al., 2015).

Tanto a distribuição quanto a composição das espécies no ambiente são fortemente influenciadas por fatores como pH, matéria orgânica e uso do solo (DIDDEN, 1993; GRAEFE & SCHMELZ, 1999; JÄNSCH & RÖMBKE, 2003; JÄNSCH et al., 2005). Os enquitreídeos desempenham importantes papéis nos ecossistemas, contribuindo direta ou indiretamente na decomposição da matéria orgânica, dada a atividade alimentar na liteira e pela interação com microrganismos do solo, afetando a regulação, fluxo e ciclagem de carbono e de nutrientes nos ecossistemas (HENDRIX et al., 1986; JÄNSCH et al., 2005; AMORIM et al., 2009).

A atividade dos enquitreídeos também contribui para alteração da estrutura do solo, aumentando o volume de poros, reduzindo assim a compactação e aumentando a concentração de oxigênio, podendo afetar também a agregação do solo e a sua hidrologia (DIDDEN, 1993; VAN VILET et al., 1993; LINDEN et al., 1994; AMORIM et al., 2009; ROITHMEIER & PIEPER, 2009).

Os enquitreídeos são considerados engenheiros do ecossistema, principalmente devido à capacidade de escavação e hábitos alimentares que envolvem a ingestão, transporte e mistura de minerais e partículas orgânicas, além da deposição de coprólitos (VAN VILET et al., 1993; JONES et al., 1994).

Os enquitreídeos são conhecidos como indicadores de atividade biológica no solo (JÄNSH et al., 2005), a abundância e densidade de enquitreídeos são os indicadores mais utilizado. Entretanto, Pelosi & Römbke (2016) apontam que indicadores como gênero e espécies de enquitreídeos (ou a estrutura da comunidade em geral) mostram-se mais sensíveis a mudanças no uso e manejo do solo do que a abundância.

## 2.4 GEOESTATÍSTICA

A formação do solo não é homogênea ao longo do tempo e do espaço e as variações nas propriedades do solo não ocorrem por acaso, dependem de fatores de espaço e tempo (BERNER et al., 2007). A precisão da descrição que podem ser feitas sobre as propriedades do solo depende fortemente da quantidade de variação da área amostrada. Conforme a heterogeneidade do solo aumenta, a precisão da descrição das suas características e propriedades diminui. Os cientistas do solo estão restritos a observações limitadas da superfície da terra, sendo necessário a extrapolação das propriedades do solo de locais conhecidos para outros onde são desconhecidos (TRANGMAR, et al., 1985).

A heterogeneidade é uma propriedade inerente do solo, e numa paisagem natural, o solo apresenta ampla variabilidade dos seus atributos, resultante da interação dos processos que comandam os fatores de sua formação. Além disso, solos de áreas cultivadas possuem fontes adicionais de heterogeneidade, originadas exclusivamente do efeito antrópico da agricultura. (SANTOS; VASCONCELOS, 1987; WARMLING, 2017). O estudo da variabilidade espacial das propriedades químicas e físicas é relevante em áreas onde o solo está submetido aos mais diferentes manejos, dado que a geoestatística pode aumentar a possibilidade de se estimar respostas dos atributos do solo em função de determinadas práticas de manejo (OVALLES; REY, 1994).

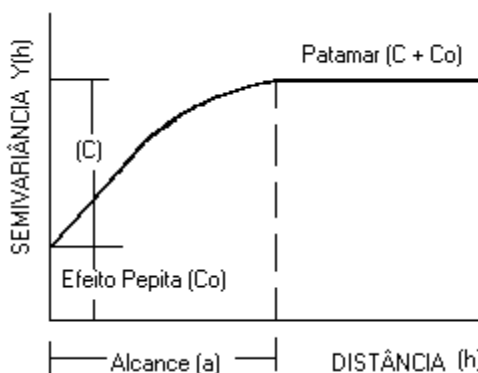
O conhecimento da variabilidade espacial é fundamental para que se possa descrever e compreender o comportamento de determinados atributos do solo (VETTORATO, 2003). A geoestatística preconiza a heterogeneidade dos dados (dependência entre as observações) e tem sido aplicada na avaliação da variabilidade espacial de propriedades de interesse da ciência do solo possibilitando a interpretação dos dados levando em conta a sua variabilidade natural e pressupondo a existência espacial dentro do espaço de amostragem (TAKEDA, 2000).

A Geoestatística descreve a variabilidade a partir de semivariogramas, que descrevem a variabilidade espacial dos dados, que são utilizados no processo de interpolação. O

semivariograma é um gráfico da variância de medidas de amostras pareadas, como uma função de distância entre elas. (DEUTSCH; JOURNAL, 1998).

De acordo com Vettorato (2003) o semivariogramas (Figura 1) fornece um meio de quantificar a tendência observada de amostras agrupadas possuírem valores mais aproximados do que amostras mais distantes, sendo representados por modelos teóricos.

Figura 1 –Representação do semivariograma e seus elementos.



. Fonte: Oliver, 1999.

A seguir são descritos os principais elementos do semivariograma:

- Efeito pepita (*nugget effect* –  $C_0$ ): ponto onde o semivariogramas corta o eixo das ordenadas. De acordo com Cardim (2001) representa a variabilidade para escalas menores que a distância de amostragem.
- Alcance (*range* –  $a$ ): corresponde a zona de dependência espacial de uma amostra, indicando a distância a partir de qual as amostras se tornam independentes entre si (GUERRA, 1988).
- Patamar (*Sill* –  $C+C_0$ ): é a altura na qual o semivariogramas se estabiliza se aproximando da variabilidade total dos valores amostrados (CARDIM, 2001), corresponde ao ponto onde toda semivariância da amostra é de influência aleatória, correspondendo a variância total.

Uma abordagem eficiente para o mapeamento da variabilidade espacial dos atributos do solo é a geoestatística, principalmente através da krigagem. A krigagem é uma técnica usada para estimar valores para locais não amostrados que resulta em valores sem dependência e com variância mínima (VIEIRA, 2000).

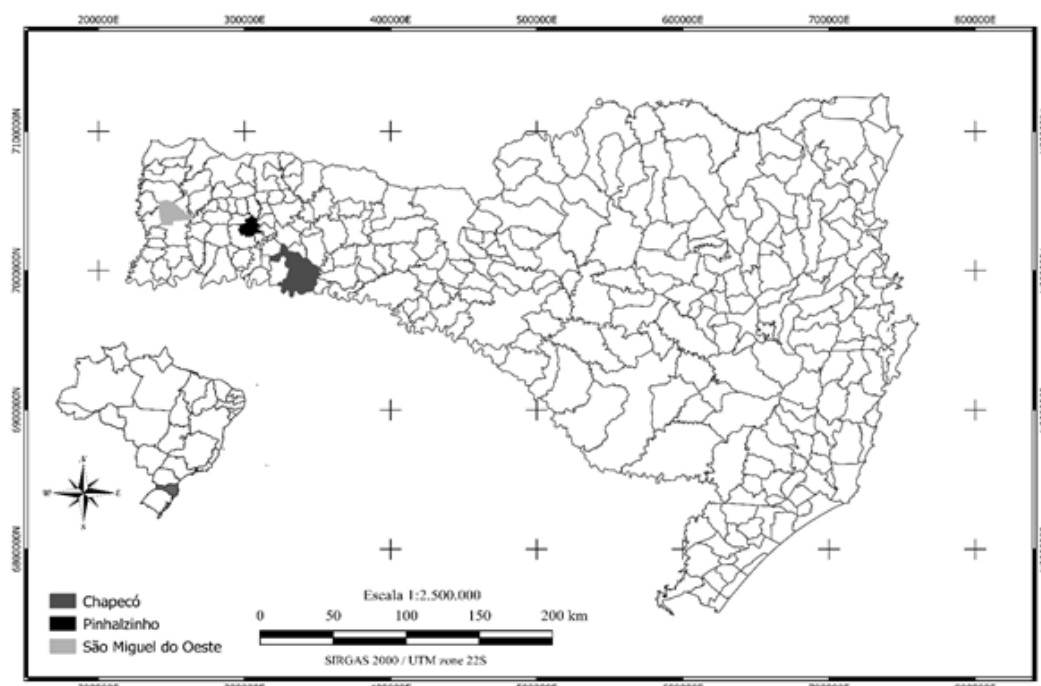


### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E AMOSTRAGEM

O estudo foi desenvolvido na região Oeste do estado de Santa Catarina, compreendendo os municípios de Chapecó (CHA), Pinhalzinho (PNZ) e São Miguel do Oeste (SMO), conforme figura 2.

Figura 2 – Mapa mostrando os municípios utilizados no estudo, na região Oeste de Santa Catarina.



Fonte Malhas digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019.

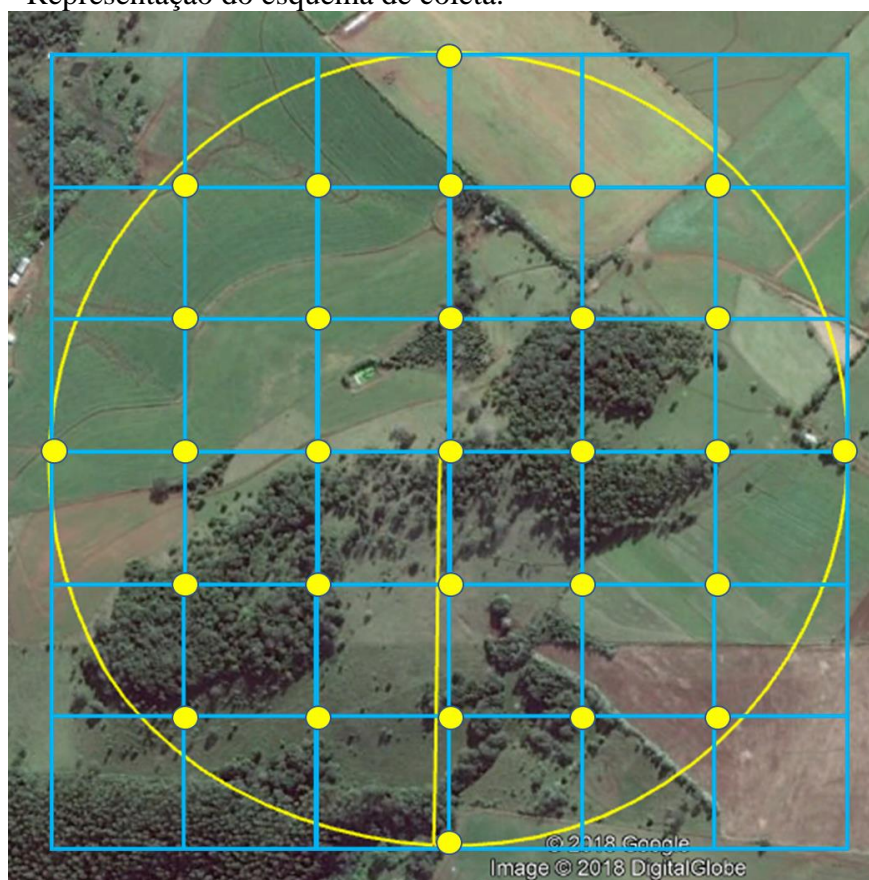
Os municípios selecionados possuem clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente, Cfa, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média do mês mais quente  $\geq 22,0^{\circ}\text{C}$ . A precipitação pluviométrica total anual varia de 1.900 a 2.200 mm (ALVARES et al., 2013). A umidade relativa do ar pode variar de 77 a 82%.

Em cada município, foi selecionada um cenário da paisagem em área rural, com um quadrado de 1km. Nestes três cenários de paisagem foram estabelecidas grades amostrais contendo pontos de coleta com aproximadamente 163 m de distância entre si, totalizando 29 pontos em cada janela (Figura 3). O sistema de Plantio direto (PD) foi usado como ponto central em cada janela da paisagem, considerando que este é o principal sistema de uso do solo nas áreas rurais do Oeste catarinense. Junto com os fragmentos florestais, por ser o sistema

predominante nesta região do estado. Além destes, as janelas também apresentavam; Pastagem (PA); Plantio de eucalipto (PE); Integração lavoura-pecuária (ILP); Capoeira (CP – vegetação secundária composta por gramíneas e arbustos esparsos).

Os pontos que ficaram posicionados em construções, estradas ou corpos d'água foram mantendo a distância pré-estabelecida entre os pontos. Todos os pontos foram georreferenciados.

Figura 3 – Representação do esquema de coleta.

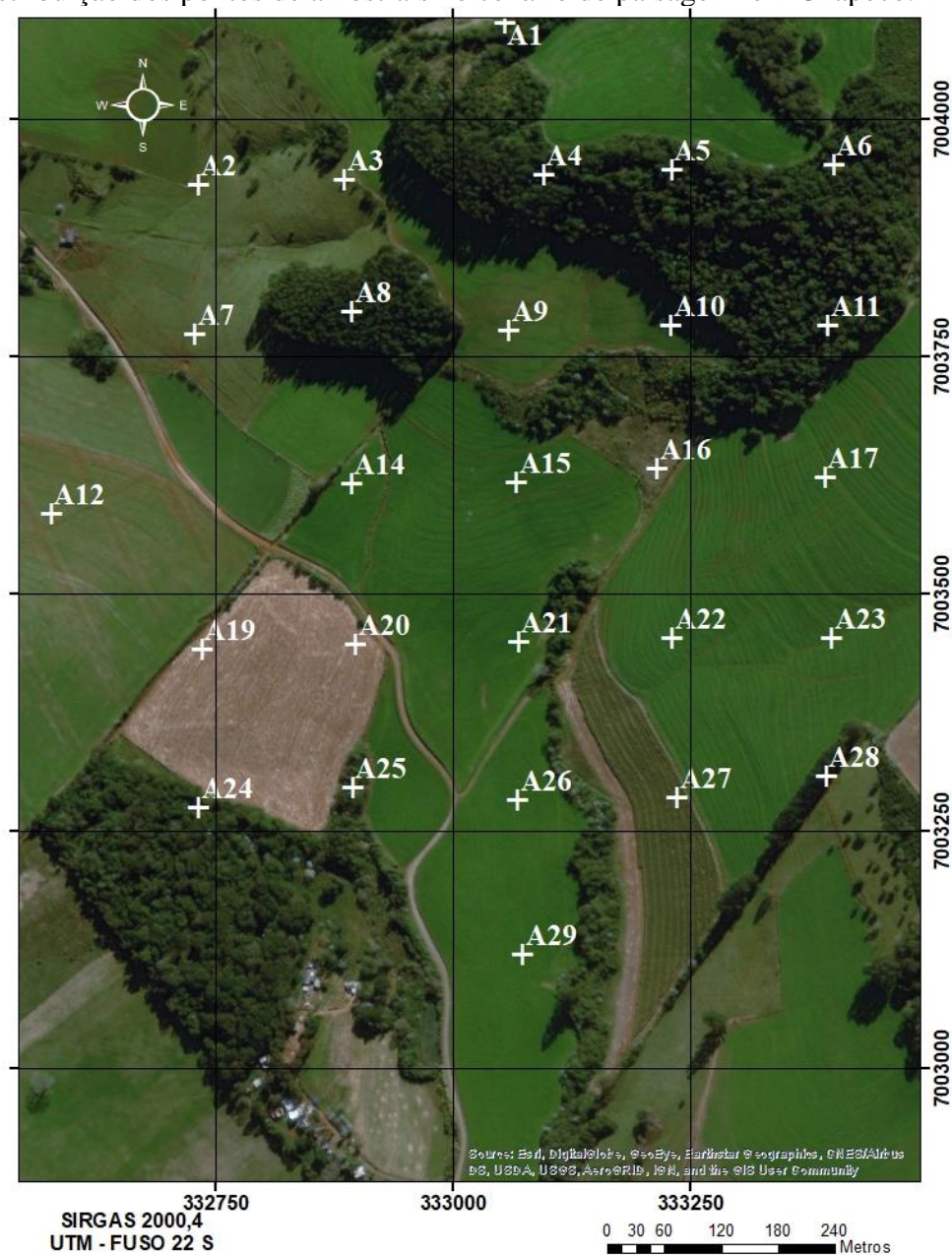


Fonte: Google Maps, 2019.

Em cada um dos pontos georreferenciados foi instalado uma estaca para demarcar o ponto e as amostragens foram feitas em torno desse ponto. A localização dos pontos de amostragens nos três cenários de fragmentação é apresentada nas figuras 3, 4 e 5.

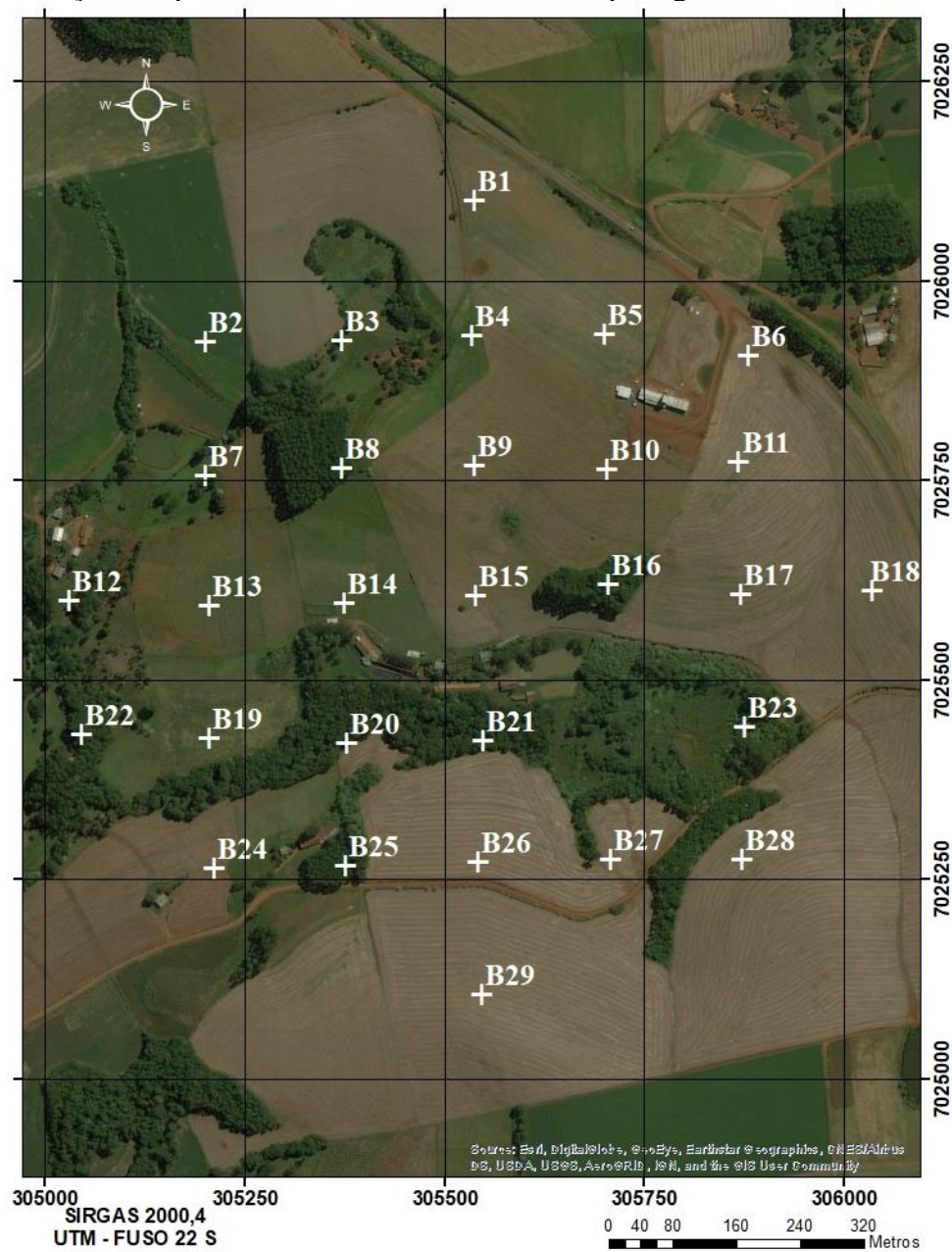


Figura 4 – Distribuição dos pontos de amostrais no cenário de paisagem em Chapecó.



Fonte: Bing Maps, 2019.

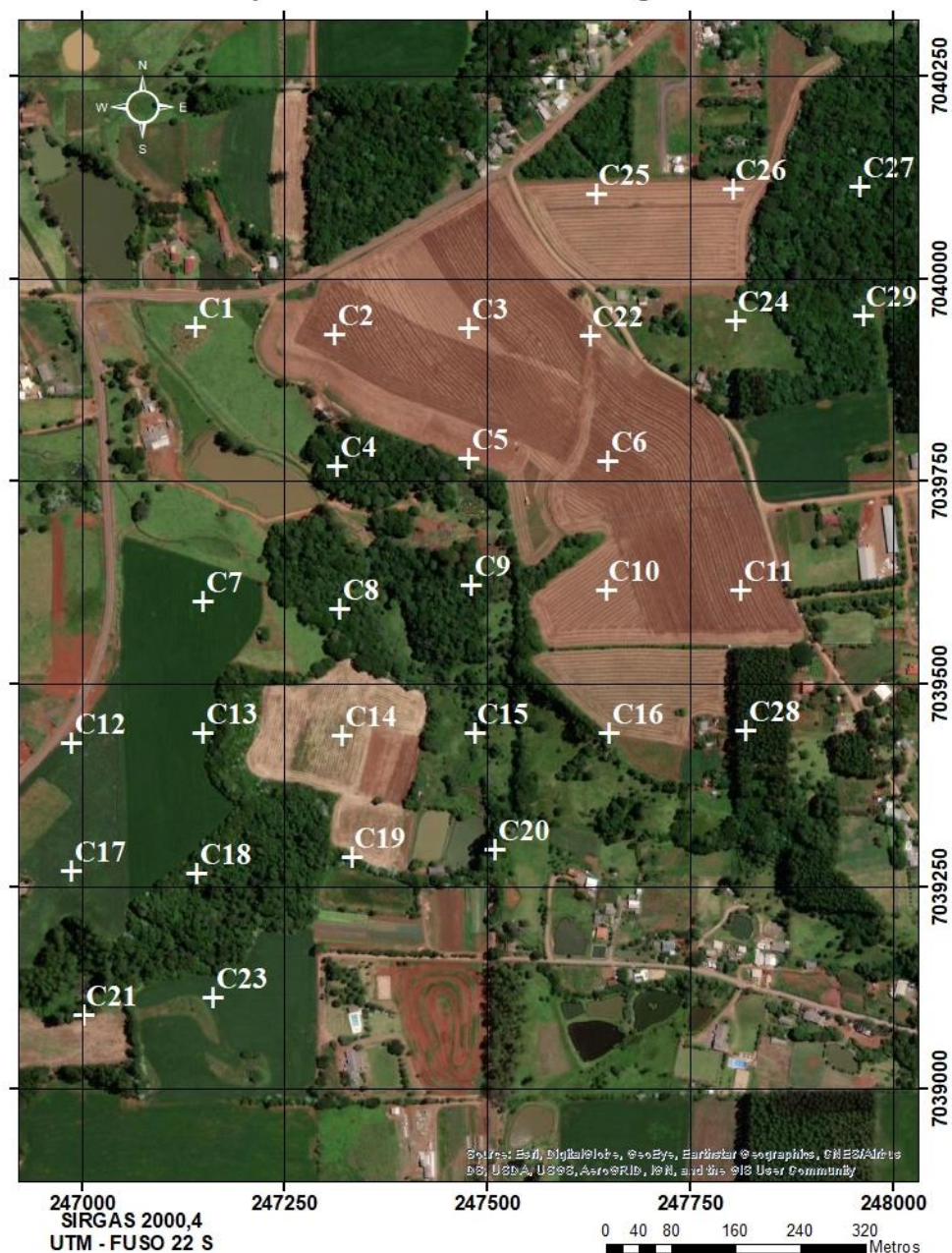
Figura 5 –Distribuição dos pontos de amostrais no cenário de paisagem em Pinhalzinho.



Fonte: Bing Maps, 2019.



Figura 6 – Distribuição dos pontos de amostrais no cenário de paisagem em São Miguel do Oeste.



Fonte: Bing Maps, 2019.

### 3.2 AMOSTRAGEM E IDENTIFICAÇÃO DOS COLÊMBOLOS

A coleta dos colêmbolos ocorreu no mês de agosto de 2018. Para a coleta dos colêmbolos, foram utilizadas duas metodologias:

a) Armadilhas de queda do tipo *Pitfall-trap*, constituídas por recipientes cilíndricos de vidro com 8 centímetros de diâmetro e capacidade de 500 ml, contendo 200 ml de solução

detergente a 0,5% (v/v). Os frascos foram enterrados, com sua extremidade no nível do solo e mantidos por 72 horas no campo (BARETTA et al., 2003). Em seguida, as amostras foram transportadas para o laboratório, lavadas em peneira de 150  $\mu\text{m}$  e armazenadas em álcool etílico 70% para posterior identificação.

b) *Cores* ou amostras de solo com estrutura preservada, coletadas com auxílio de tubo rígido de PVC com 5  $\times$  5 cm, segundo a metodologia ISO 23611-2 (2006). As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor refrigeradas e transportadas para o laboratório para extração durante 12 dias em funis de *Berlese-Tullgren* (AQUINO et al., 2006). As amostras foram então lavadas em peneira de 150  $\mu\text{m}$  e armazenadas em álcool etílico 70% para posterior identificação.

### *Classificação em morfotipos*

A identificação e contagem com colêmbolos foi realizada em lupa (microscópio estereoscópico). A morfotipagem é uma análise das características morfológicas, baseada no índice eco morfológico (*Eco-morphological index*, EMI) (PARISI, 2001; PARISI et al., 2005). A metodologia tem como objetivo separar os organismos de acordo com o seu grau de adaptação ao solo, através de suas características morfológicas.

Foram avaliadas cinco características em cada organismo: presença ou ausência de ocelo, presença ou ausência de pelos e/ou escamas, presença ou ausência de pigmentação, tamanho de antena e tamanho de fúrcula (tabela 2).

A cada característica, foi atribuído um valor de EMI parcial e para cada combinação de diferentes características, um morfotipo diferente, totalizando 108 morfotipos possíveis. O valor de EMI final, corresponde à soma dos valores de EMIs parciais. O valor final de EMI para cada morfotipo varia entre 0 e 20 (OLIVEIRA FILHO et al., 2016a). Os morfotipos são classificados de acordo com seu valor final de EMI: de 0 a 6 Epígeos (Ep), de 8 a 12 Hemiedáficos (H) e de 14 a 20 edáficos (Ed) (GISIN, 1943; PETERSEN, 2002; OLIVEIRA FILHO et al., 2016a).

Tabela 2 – Características e valores das características para o cálculo do valor EMI e para a distinção de diferentes morfotipos de colêmbolos

Característica	Codificação	EMI parcial
Ocelo	Presente	0
	Ausente	4
Tamanho da Antena	Comprimento da antena maior que o comprimento do corpo	0
	Comprimento da antena maior que metade do comprimento do corpo	2
	Comprimento da antena menor que metade do comprimento do corpo	4
Furca	Presente	0
	Presente, mas reduzida	2
	Ausente	4
Pelos/ Escamas	Presente	0
	Ausente	4
Pigmentação	Presente, com padrões	0
	Presente, sem padrões	2
	Ausentes	4

Fonte: Adaptado de Oliveira Filho et al., (2016a) e Parisi et al. (2005).

### 3.3 AMOSTRAGEM E IDENTIFICAÇÃO DOS ENQUITREÍDEOS

A amostragem dos enquitreídeos foi realizada no mês de agosto de 2018. Os enquitreídeos foram coletados seguindo a normativa ISO 23611-3 (2007), que consiste na coleta de uma amostra de solo indeformada, com o auxílio de um anel metálico com dimensões 5 x 5 cm. As amostras foram transportadas para o laboratório e mantidas em sala com temperatura controlada ( $18 \pm 2$  °C) até o processamento.

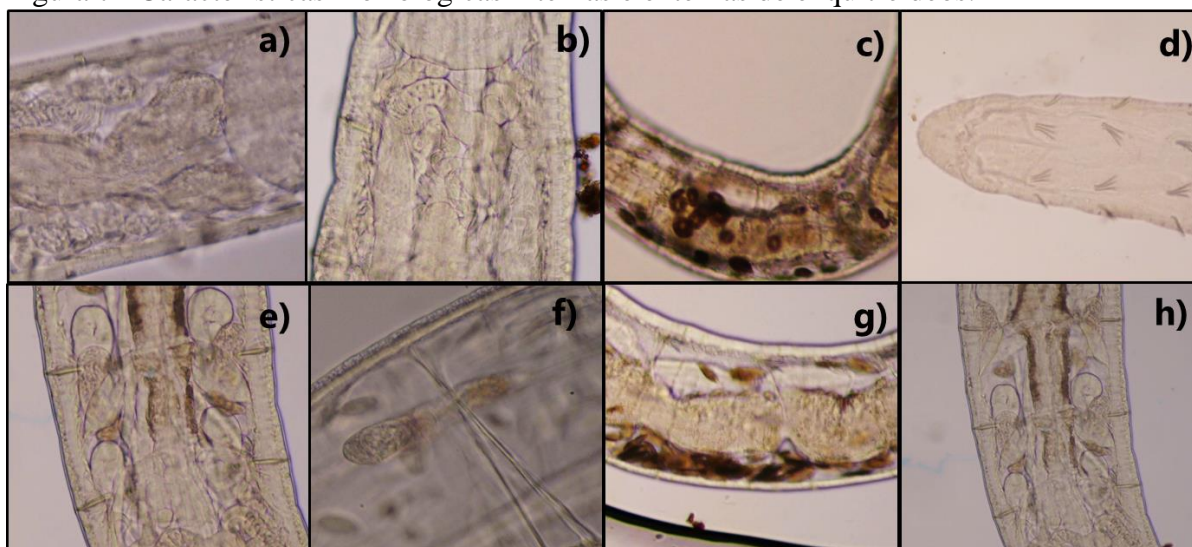
Os indivíduos foram extraídos pelo método de extração quente por via úmida (O'CONNOR, 1955). As amostras foram dispostas em peneiras plásticas (15 cm de diâmetro), forradas com uma flanela porosa em um funil plástico (19 cm de diâmetro) com uma mangueira e uma válvula acoplada a sua extremidade, sendo o conjunto preenchido com água. A amostra foi aquecida por uma lâmpada de modo que a temperatura na superfície da água alcançasse entre 40-50° C. O gradiente de calor produzido pela lâmpada induz os enquitreídeos a se moverem para baixo, do solo para a água, caindo pela a válvula ligada a extremidade inferior do funil.

Após 2,5 horas de aquecimento a válvula foi aberta e a água e os enquitreídeos foram coletados em recipientes com capacidade de 1,5 litros. Após deixar a amostra decantar por cerca de 10 minutos, o excesso de água foi cuidadosamente descartado, evitando a perda de qualquer sedimento. O material decantado foi transferido para placas de petri e visualizado em

microscópio estereoscópico para contagem dos enquitreídeos. A classificação foi realizada para obtenção da riqueza, sendo removidos outros indivíduos que tenham sido coletados como: larvas de díptera, nematoides, naidídeos, e juvenis de minhoca. Foi realizada também a contagem dos enquitreídeos para obtenção dos valores de abundância.

Os indivíduos em vivos e com integridade morfológica preservada foram identificados até o nível de gênero de acordo com Schmelz e Collado (2010). A identificação foi realizada *in vivo* através da observação de características morfológicas internas e externas dos enquitreídeos em um microscópio óptico. As características externas observadas foram o tamanho e a coloração do corpo do espécime, o número de segmentos, o número e padrão de cerdas, a presença e a distribuição das glândulas epidérmicas. Já as características internas foram o formato da extremidade posterior do cérebro, a forma, o tamanho e a posição dos nefrídeos, a presença de glândulas faríngeas, a localização e a forma dos apêndices esofágicos, a presença de divertículo intestinal e o tipo dos celomócitos.

Figura 7– Características morfológicas internas e externas de enquitreídeos.



a) Divertículo intestinal; b) Apêndice esofágico; c) Celomócito; d) Vista ventral das cerdas; e) Glândulas faríngeas; f) Nefrídeo; g) Glândulas epidérmicas; h) Vista lateral das cerdas. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019., 2019.

### 3.4 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DOS ATRIBUTOS DO SOLO E DA LITEIRA

Foram coletadas amostras de solo para caracterização química, física e microbiológica na profundidade de 0-10 cm, utilizando trado holandês, em 18 locais ao redor de cada ponto de coleta, para formar uma amostra composta representativa. Os atributos físico-químicos pH, Fósforo (P), Potássio (K), Matéria orgânica (MO), Alumínio (Al), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg),

Capacidade de troca de cátions (CTC), Nitrogênio (N), Relação carbono/nitrogênio (C/N-Solo), carbono orgânico total (CO), foram determinados de acordo com Tedesco et al. (1995). O carbono total do solo (C-Solo), o nitrogênio total do solo (N-Solo) foram determinados por combustão no multi N/C 2100 e Analytik (TOC). Com base nos dados de C-Solo e N-Solo foi calculada a relação Carbono/Nitrogênio do solo (C/N-Solo).

O carbono da biomassa microbiana (CMB) foi determinado pelo método de extração-fumigação (VANCE et. al, 1987 ). A atividade microbiana foi avaliada pela determinação da respiração basal microbiana (R-Mic) (ALEF; NANNIPIERI, 1995).

Amostras de literira foram coletadas em quatro locais ao redor de cada pondo amostral com o auxílio de um quadro de madeira de 20 cm × 20 cm. Posteriormente a liteira foi peneirada em malhas de 2 mm. Para a separação das partículas finas, previamente misturadas à massa de solo, foi realizada a peneiragem úmida em malha de 150 µm. Posteriormente, o material foi seco em estufa a 55°C até atingir massa constante. Para a determinação da massa seca, a liteira (MSL) foi moída e os teores de Carbono (C-Lit) e Nitrogênio (N-Lit) foram determinados por combustão no multi N/C 2100, Analytik (TOC). Com base nos dados de C-Lit e N-Lit foi calculada a relação Carbono/Nitrogênio da liteira (C/N-Lit).

Para as análises físicas foram coletadas amostras com estruturas preservada usando cilindros de aço de 5 cm de altura e 6 cm de diâmetro, que foram embaladas em papel alumínio e transportadas para o laboratório para posterior processamento. Foram determinadas a densidade do solo (DS), a porosidade total (PT), a microporosidade (Micro), a macroporosidade (Macro), os bioporos (Bio) e a umidade volumétrica (Umi-V) (EMBRAPA, 1997). A resistência à penetração (RpenB) foi determinada em penetrômetro de bancada Marconi® modelo Ma-933, em amostras a umidade estável na tensão de 10 kPa. A medida de condutividade hidráulica saturada (CHS) foi realizada em aparelho de condutividade e registrada no software Ksat 2008.

Foram coletadas amostras de solo na camada 0-10 cm com uma pá de corte, retirando torrões de solo para avaliação da estabilidade de agregados, por meio do diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP).

Os atributos químicos, físicos e biológicos avaliados no solo e na liteira em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste são apresentados nas tabelas 3, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 3 – Atributos do solo e liteira determinados em Chapecó. (Continua)

Ponto	Uso	MSL g/m <sup>2</sup>	C-Lit %	N-Lit %	C/N-Lit -	Micro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Macro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Bio m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	CHS mm/h	PT m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Ea m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Vp m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	DS g/cm <sup>3</sup>	Unit-V m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	DMP mm	DMG mm	R <sub>emb</sub> Kpa
1A	FN	1.340,346	39,800	1,510	26,358	0,405	0,221	0,094	422,970	0,626	0,344	0,374	1,068	0,282	4,715	4,254	1,750
2A	PA	210,558	29,500	0,733	40,246	0,547	0,078	0,049	23,860	0,625	0,129	0,375	1,172	0,496	5,604	6,449	6,045
3A	PA	298,683	32,900	0,821	40,073	0,516	0,059	0,034	0,090	0,575	0,108	0,425	1,262	0,467	5,297	6,121	5,613
4A	FN	1.306,048	39,500	1,070	36,916	0,473	0,184	0,093	231,670	0,667	0,334	0,343	1,115	0,323	5,541	6,802	2,093
5A	FN	1.940,158	38,300	1,210	31,653	0,433	0,282	0,130	451,380	0,715	0,441	0,285	0,904	0,273	5,621	9,080	0,757
6A	FN	2.794,539	38,400	1,180	32,542	0,456	0,216	0,081	250,010	0,673	0,323	0,327	1,009	0,349	4,953	5,243	1,260
7A	PA	146,714	35,700	1,070	33,364	0,548	0,058	0,035	29,450	0,607	0,091	0,393	1,210	0,516	5,895	7,269	3,619
8A	PE	1.164,052	43,500	0,762	57,087	0,455	0,109	0,054	5,310	0,564	0,302	0,436	1,345	0,263	5,899	8,211	2,796
9A	PD	305,246	32,200	0,734	43,869	0,497	0,073	0,039	2,610	0,571	0,135	0,429	1,334	0,436	5,274	5,474	5,515
10A	PD	355,158	28,600	0,887	32,244	0,537	0,044	0,023	1,970	0,581	0,075	0,419	1,239	0,506	4,304	4,233	4,825
11A	FN	2.327,266	39,300	1,250	31,440	0,480	0,198	0,117	297,340	0,678	0,267	0,322	1,032	0,411	5,437	6,393	1,180
12A	PD	185,239	34,200	0,866	39,492	0,491	0,064	0,030	16,570	0,554	0,154	0,446	1,341	0,400	5,818	5,687	3,443
13A	PA	453,052	40,400	0,771	52,399	0,451	0,053	0,036	60,470	0,504	0,091	0,496	1,468	0,413	5,732	6,979	4,283
14A	ILP	283,339	34,100	0,950	35,895	0,508	0,034	0,024	0,100	0,541	0,056	0,459	1,375	0,485	5,852	7,213	6,785
15A	ILP	337,346	27,600	0,836	33,014	0,444	0,124	0,051	111,310	0,568	0,240	0,432	1,338	0,327	3,224	5,435	3,172
16A	CP	441,777	33,600	0,719	46,732	0,443	0,057	0,029	40,450	0,500	0,073	0,500	1,521	0,427	5,058	4,712	3,497
17A	PD	409,964	34,300	0,885	38,757	0,458	0,075	0,037	0,040	0,533	0,111	0,467	1,373	0,421	5,799	6,528	7,138
18A	PD	245,414	28,100	0,828	33,937	0,472	0,067	0,036	79,810	0,538	0,101	0,462	1,401	0,437	4,766	4,886	6,702
19A	PD	91,327	33,000	0,919	35,909	0,483	0,105	0,046	10,050	0,588	0,197	0,412	1,178	0,391	4,595	4,266	2,072
20A	PD	150,496	22,600	0,783	28,863	0,459	0,143	0,074	156,570	0,601	0,252	0,399	1,210	0,349	5,353	5,338	1,281
21A	ILP	301,808	33,100	0,922	35,900	0,461	0,057	0,032	0,590	0,518	0,098	0,482	1,480	0,419	5,600	5,122	4,689
22A	PD	64,133	29,900	1,200	24,917	0,465	0,107	0,054	6,730	0,572	0,192	0,428	1,275	0,380	5,094	4,978	1,551
23A	PD	298,058	31,500	0,804	39,179	0,480	0,051	0,023	122,050	0,530	0,092	0,470	1,367	0,438	5,767	6,929	4,093
24A	FN	1.041,671	34,000	0,987	34,448	0,457	0,212	0,103	699,840	0,669	0,297	0,331	0,988	0,372	3,949	6,342	1,276
25A	FN	1.598,335	39,400	1,180	33,390	0,526	0,144	0,085	267,130	0,670	0,225	0,330	1,142	0,445	6,000	12,519	2,661
26A	PD	351,514	30,500	0,905	33,702	0,430	0,084	0,039	10,070	0,514	0,145	0,486	1,438	0,309	5,095	4,861	2,373
27A	PD	465,758	38,300	0,909	42,134	0,454	0,072	0,039	2,480	0,527	0,097	0,473	1,394	0,430	5,457	5,038	3,590
28A	PE	1.552,614	44,400	0,725	61,241	0,489	0,128	0,022	36,480	0,617	0,299	0,383	1,065	0,318	3,435	2,852	1,425
29A	PD	626,071	36,400	0,628	57,962	0,403	0,092	0,033	16,440	0,495	0,145	0,505	1,566	0,349	3,166	3,438	2,294



Tabela 3 – Atributos do solo e liteira determinados em Chapecó. (Conclusão)

Ponto	Uso	C-Solo %	N-Solo %	C/N-Solo	pH	Ca cmolc/dm³	Mg cmolc/dm³	Al cmolc/dm³	MO %	CO %	Argila %	P mg/dm³	K mg/dm³	CTC cmolc/dm³	Rmic	CBM
1A	FN	5,090	0,373	13,646	6,300	9,440	2,550	0,000	4,600	2,670	30,000	0,600	200,000	15,600	1,908	227,826
2A	PA	3,730	0,251	14,861	5,900	7,630	3,580	0,110	3,500	2,030	24,000	14,400	390,000	16,610	1,474	172,919
3A	PA	6,910	0,440	15,705	5,600	8,910	3,890	0,110	4,500	2,610	20,000	28,900	620,000	21,290	2,492	404,373
4A	FN	7,320	0,515	14,214	5,900	10,340	2,440	0,300	5,800	3,360	23,000	1,000	330,000	18,020	2,256	245,758
5A	FN	7,550	0,602	12,542	6,700	11,850	1,640	0,070	6,300	3,650	8,000	0,100	385,000	16,470	2,003	279,056
6A	FN	7,180	0,512	14,023	6,300	10,790	2,750	0,100	5,000	2,900	15,000	0,000	375,000	17,000	2,271	328,422
7A	PA	5,520	0,330	16,727	6,200	9,320	4,950	0,130	5,800	3,360	22,000	69,900	525,000	18,710	1,921	101,962
8A	PE	3,280	0,241	13,610	5,000	9,380	3,550	0,570	2,800	1,620	8,000	119,000	570,000	22,090	1,219	47,806
9A	PD	3,080	0,184	16,739	6,000	7,020	2,720	0,110	2,800	1,620	24,000	28,700	430,000	14,740	0,969	197,748
10A	PD	3,180	0,196	16,224	6,000	6,020	2,150	0,080	3,000	1,740	27,000	18,100	360,000	12,590	1,247	136,167
11A	FN	6,040	1,020	5,922	6,000	8,920	4,220	0,090	4,800	2,780	21,000	1,900	340,000	17,110	2,934	247,395
12A	PD	3,210	0,184	17,446	5,800	5,540	3,270	0,140	3,400	1,970	50,000	30,800	310,000	14,000	0,786	139,363
13A	PA	3,280	0,248	13,226	6,100	8,300	3,580	0,080	4,100	2,380	30,000	80,200	375,000	16,340	1,130	60,108
14A	ILP	3,440	0,260	13,231	6,100	6,500	2,950	0,130	4,400	2,550	47,000	121,000	415,000	13,610	1,071	197,546
15A	ILP	3,020	0,220	13,727	6,100	6,730	2,620	0,090	3,000	1,740	42,000	36,400	445,000	13,590	0,879	217,137
16A	CP	2,240	0,132	16,970	6,000	5,620	2,600	0,090	2,300	1,330	48,000	6,600	460,000	13,300	0,768	169,833
17A	PD	3,330	0,210	15,857	6,100	4,910	2,420	0,130	3,600	2,090	51,000	27,300	375,000	11,090	1,055	145,188
18A	PD	3,270	0,192	17,031	6,000	4,630	2,240	0,130	2,800	1,620	48,000	26,600	350,000	11,270	1,120	261,375
19A	PD	1,920	0,144	13,333	5,300	4,220	1,310	0,390	2,900	1,680	56,000	101,900	375,000	12,690	1,388	163,310
20A	PD	3,000	0,195	15,385	5,400	3,990	1,810	0,190	3,300	1,910	51,000	70,600	440,000	11,330	1,007	240,001
21A	ILP	2,860	0,168	17,024	5,300	4,270	1,880	0,220	4,600	2,670	31,000	18,200	127,000	11,970	0,697	187,472
22A	PD	2,530	0,158	16,013	5,200	3,410	1,500	0,310	2,900	1,680	54,000	28,900	330,000	10,650	0,909	145,762
23A	PD	3,240	0,225	14,400	5,800	5,020	1,980	0,080	3,200	1,860	43,000	24,700	380,000	11,870	1,112	217,853
24A	FN	3,650	0,259	14,093	4,400	1,990	0,900	1,780	5,000	2,900	47,000	3,800	125,000	16,910	1,149	251,577
25A	FN	5,070	0,358	14,162	6,100	10,630	2,620	0,080	4,800	2,780	29,000	2,400	185,000	16,520	1,666	272,527
26A	PD	3,330	0,227	14,670	5,500	5,130	1,600	0,120	3,900	2,260	26,000	23,100	113,000	11,420	1,165	218,004
27A	PD	2,810	0,175	16,057	6,000	5,340	2,080	0,080	2,900	1,680	43,000	21,300	340,000	11,790	1,446	201,442
28A	PE	4,260	0,293	14,539	4,600	2,690	1,900	0,900	3,900	2,260	56,000	23,200	370,000	14,240	1,978	203,281
29A	PD	2,160	0,168	12,857	5,800	3,870	1,110	0,080	2,100	1,220	14,000	74,600	87,000	8,000	1,179	123,627

Tabela 4 – Atributos do solo e liteira determinados em Pinhalzinho. (Continua)

Ponto	Uso	MSL $\text{g m}^{-2}$	C-Lit %	N-Lit %	C/N-Lit	Micro $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	Macro $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	Bio $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	CHS $\text{mm h}^{-1}$	PT $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	Ea $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	Vp $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	DS $\text{g cm}^{-3}$	Um-V $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	DMP mm	DMG mm	RPenb Hpa
1B	PD	405,114	33,000	0,958	34,447	0,495	0,063	0,034	2,790	0,557	0,109	0,443	1,244	0,448	7,286	4,318	2,289
2B	ILP	270,896	27,300	0,940	29,043	0,457	0,068	0,038	0,990	0,525	0,112	0,475	1,417	0,412	6,042	11,874	3,678
3B	FN	1902,71	34,200	0,959	35,662	0,469	0,172	0,109	57,310	0,641	0,274	0,359	1,107	0,367	5,284	10,572	1,812
4B	PD	399,021	37,100	0,828	44,807	0,511	0,061	0,030	0,910	0,573	0,107	0,427	1,326	0,466	5,612	6,573	3,222
5B	PD	438,546	36,800	1,080	34,074	0,466	0,119	0,061	13,900	0,585	0,172	0,415	1,223	0,413	6,130	9,957	2,021
6B	PD	358,733	33,800	0,916	36,900	0,505	0,080	0,038	4,950	0,585	0,137	0,415	1,181	0,448	5,450	6,996	3,280
7B	PA	93,758	35,300	0,927	38,080	0,485	0,139	0,072	49,850	0,624	0,180	0,376	1,137	0,444	5,222	2,932	3,282
8B	PE	957,871	43,700	0,800	54,625	0,491	0,078	0,038	3,980	0,569	0,131	0,431	1,246	0,438	5,259	5,082	2,669
9B	PD	342,796	35,400	1,050	33,714	0,464	0,139	0,048	213,500	0,602	0,170	0,398	1,117	0,432	5,806	5,640	2,314
10B	PD	217,233	37,700	0,987	38,197	0,429	0,152	0,031	5,100	0,580	0,124	0,420	1,237	0,456	5,909	5,741	2,529
11B	PD	287,602	33,200	0,833	39,856	0,495	0,097	0,030	36,070	0,593	0,168	0,407	1,162	0,425	2,896	3,223	1,692
12B	PA	132,358	33,200	0,976	34,016	0,490	0,060	0,041	13,500	0,549	0,110	0,451	1,334	0,439	5,878	7,891	6,412
13B	PA	133,121	33,700	0,858	39,277	0,488	0,026	0,010	0,080	0,514	0,071	0,486	1,325	0,443	5,906	6,930	2,497
14B	PA	241,639	36,600	0,791	46,271	0,569	0,048	0,024	4,370	0,617	0,083	0,383	1,073	0,533	2,831	6,888	2,938
15B	PD	119,027	36,200	0,915	39,563	0,473	0,099	0,054	43,300	0,572	0,144	0,428	1,232	0,428	5,004	4,783	3,335
16B	FN	1863,96	41,100	1,190	34,538	0,463	0,231	0,074	338,540	0,694	0,319	0,306	0,891	0,375	5,830	9,243	0,913
17B	PD	321,708	30,900	0,863	35,805	0,479	0,056	0,022	0,130	0,534	0,093	0,466	1,318	0,442	5,442	5,462	3,347
18B	PD	367,602	35,000	0,835	41,916	-0,890	1,422	0,034	2,770	0,532	0,114	0,468	1,377	0,418	4,991	5,425	3,539
19B	PA	284,833	28,400	0,766	37,076	0,462	0,038	0,024	262,910	0,501	0,053	0,499	1,423	0,448	5,689	5,560	3,989
20B	FN	944,314	38,500	1,250	30,800	0,494	0,210	0,079	195,420	0,704	0,298	0,296	0,794	0,407	5,917	6,913	1,115
21B	FN	1240,66	42,400	1,260	33,651	0,497	0,145	0,055	32,480	0,641	0,206	0,359	1,012	0,435	5,582	7,636	1,326
22B	FN	419,358	34,300	0,673	50,966	0,464	0,040	0,029	1,370	0,504	0,048	0,496	1,460	0,456	5,620	6,452	7,135
23B	FN	1022,03	40,700	0,989	41,153	0,506	0,098	0,059	74,850	0,605	0,152	0,395	1,173	0,452	5,613	6,995	2,338
24B	PD	779,302	37,000	0,746	49,598	0,436	0,098	0,053	645,510	0,534	0,138	0,466	1,334	0,395	5,744	5,887	3,872
25B	PA	639,689	36,800	0,755	48,742	0,466	0,087	0,050	4,850	0,553	0,145	0,447	1,373	0,408	5,378	4,787	3,476
26B	PD	496,033	33,100	0,831	39,832	0,485	0,086	0,054	5,910	0,571	0,138	0,429	1,297	0,433	6,103	9,001	2,691
27B	PD	130,208	33,700	0,925	36,432	0,451	0,110	0,041	35,900	0,561	0,144	0,439	1,196	0,416	5,187	5,921	2,963
28B	PD	396,083	35,200	0,961	36,629	0,440	0,110	0,045	38,200	0,550	0,153	0,450	1,361	0,397	5,064	4,353	2,595
29B	PD	344,927	32,300	0,771	41,894	0,480	0,090	0,041	5,120	0,570	0,121	0,430	1,291	0,449	5,710	5,872	2,281

Tabela 4 – Atributos do solo e liteira determinados em Pinhalzinho. (Conclusão)

Ponto	Uso	C-Solo %	N-Solo %	C/N-Solo	pH	Ca cmolc/dm <sup>3</sup>	Mg cmolc/dm <sup>3</sup>	Al cmolc/dm <sup>3</sup>	MO %	CO %	Argila %	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	CTC cmolc/dm <sup>3</sup>	R <sub>mic</sub>	CBM
1B	PD	3,540	0,217	16,313	6,600	5,050	2,350	0,110	3,600	2,090	54,000	11,900	178,000	10,960	1,420	139,136
2B	ILP	4,630	0,299	15,485	6,000	5,780	3,380	0,070	3,600	2,090	27,000	27,800	480,000	13,490	1,141	90,768
3B	FN	3,350	0,272	12,316	4,500	2,240	1,220	1,140	3,200	1,860	47,000	3,500	70,000	13,340	1,176	106,391
4B	PD	3,170	0,186	17,043	5,200	3,440	1,530	0,280	4,200	2,440	48,000	6,200	138,000	10,220	1,387	136,751
5B	PD	3,330	0,204	16,324	5,700	4,820	1,530	0,130	3,600	2,090	39,000	5,800	365,000	10,780	1,418	105,840
6B	PD	3,820	0,268	14,254	5,200	3,800	1,260	0,510	3,100	1,800	47,000	16,100	355,000	11,470	1,556	83,150
7B	PA	5,010	0,350	14,314	5,400	5,220	2,190	0,130	5,000	2,900	21,000	3,800	370,000	14,560	1,580	127,568
8B	PE	3,060	0,174	17,586	5,200	2,790	1,900	0,360	3,100	1,800	42,000	3,100	66,000	9,760	0,965	102,438
9B	PD	3,660	0,230	15,913	6,100	5,740	1,170	0,070	3,600	2,090	40,000	10,800	82,000	9,920	1,354	78,228
10B	PD	3,660	0,234	15,641	5,700	5,110	1,820	0,150	3,500	2,030	54,000	6,500	110,000	9,710	1,302	102,486
11B	PD	3,330	0,216	15,417	4,900	3,330	1,240	0,430	3,400	1,970	51,000	17,000	330,000	8,210	1,395	81,256
12B	PA	3,620	0,238	15,210	5,200	3,560	2,190	0,280	3,400	1,970	20,000	4,600	395,000	12,960	1,096	78,821
13B	PA	3,150	0,190	16,579	6,100	6,210	3,540	0,000	2,300	1,330	62,000	19,100	320,000	14,470	1,099	77,620
14B	PA	5,210	0,341	15,279	5,500	6,030	3,100	0,250	4,600	2,670	47,000	26,500	320,000	14,850	1,373	283,304
15B	PD	3,480	0,233	14,936	6,100	7,410	1,900	0,000	3,000	1,740	40,000	8,000	195,000	13,310	1,087	215,531
16B	FN	5,410	0,439	12,323	6,000	10,240	3,400	0,000	4,600	2,670	19,000	3,100	380,000	18,510	1,407	240,498
17B	PD	2,670	0,168	15,883	5,100	3,720	1,230	0,480	2,500	1,450	33,000	6,500	184,000	11,620	1,068	125,562
18B	PD	2,990	0,189	15,820	5,500	5,570	1,860	0,120	2,900	1,680	46,000	4,300	90,000	12,560	1,346	74,670
19B	PA	3,340	0,260	12,846	6,100	8,330	4,650	0,000	3,300	1,910	40,000	46,300	485,000	17,320	1,352	175,754
20B	FN	5,350	0,404	13,243	5,600	8,100	2,030	0,080	4,200	2,440	29,000	7,900	200,000	14,540	1,146	180,886
21B	FN	8,430	0,527	15,996	5,600	9,680	2,850	0,110	6,000	3,480	24,000	4,800	250,000	17,570	2,274	150,251
22B	FN	2,240	0,154	14,545	5,500	4,120	1,090	0,220	2,600	1,510	19,000	2,100	77,000	9,310	0,855	162,060
23B	FN	3,560	0,222	16,036	5,900	7,780	1,850	0,090	3,400	1,970	27,000	12,000	390,000	13,730	1,377	156,266
24B	PD	2,800	0,200	14,000	5,300	4,860	2,220	0,270	2,600	1,510	53,000	3,700	110,000	12,860	0,872	85,505
25B	PA	3,890	0,261	14,904	5,500	4,280	1,220	0,220	2,200	1,280	34,000	2,400	285,000	10,630	0,844	114,793
26B	PD	3,020	0,187	16,150	5,800	6,680	2,270	0,090	3,000	1,740	54,000	28,200	152,000	13,240	0,971	174,177
27B	PD	3,310	0,217	15,253	5,600	5,580	2,000	0,140	3,300	1,910	40,000	7,300	270,000	13,170	1,414	149,786
28B	PD	2,960	0,215	13,767	6,300	7,940	2,500	0,000	3,300	1,910	19,000	26,600	300,000	14,010	1,473	113,295
29B	PD	3,110	0,204	15,245	6,300	6,460	2,600	0,000	3,400	1,970	48,000	11,100	200,000	12,370	1,379	205,958

Tabela 5 – Atributos do solo e liteira determinados em São Miguel do Oeste (Continua)

Ponto	Uso	MSL g/m <sup>2</sup>	C-Lit %	N-Lit %	C/N-Lit	Micro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Macro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Bio m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	CHS mm/h	PT m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Ea m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Vp m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	DS g/cm <sup>3</sup>	Um-V m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	DMP mm	DMG mm	RPenB Hpa
1C	PA	106,314	31,500	0,753	41,833	0,547	0,053	0,037	1,930	0,599	0,087	0,401	1,194	0,513	5,200	6,858	4,634
2C	ILP	283,277	41,500	0,963	43,094	0,465	0,162	0,074	114,510	0,627	0,290	0,373	1,080	0,337	6,049	13,609	1,308
3C	PD	199,033	38,200	1,210	31,570	0,463	0,164	0,079	122,650	0,627	0,297	0,373	1,164	0,330	6,129	7,762	1,342
4C	FN	1,176,708	41,400	1,120	36,964	0,524	0,168	0,099	461,240	0,692	0,425	0,308	0,580	0,267	5,470	6,200	1,408
5C	ILP	277,108	26,000	0,396	65,657	0,453	0,133	0,076	25,090	0,586	0,201	0,414	1,145	0,384	5,638	5,621	2,583
6C	PD	352,746	28,800	1,040	27,692	0,474	0,107	0,063	11,760	0,581	0,196	0,419	1,250	0,385	5,772	8,302	3,123
7C	PD	549,871	42,000	0,881	47,673	0,480	0,079	0,041	21,070	0,560	0,191	0,440	1,287	0,368	6,054	9,162	3,701
8C	FN	351,302	32,300	0,980	32,959	0,523	0,029	0,009	0,050	0,552	0,052	0,448	1,224	0,500	5,855	12,845	3,942
9C	FN	429,196	41,300	1,090	37,890	0,532	0,134	0,079	13,070	0,665	0,236	0,335	1,007	0,430	5,863	14,322	2,025
10C	PD	338,146	32,500	0,844	38,507	0,425	0,225	0,116	495,140	0,650	0,338	0,350	1,033	0,312	6,193	10,699	1,025
11C	PD	239,796	22,900	0,808	28,342	0,475	0,113	0,027	14,340	0,588	0,190	0,412	1,070	0,399	6,123	10,582	1,585
12C	PD	793,296	43,900	0,615	71,382	0,453	0,162	0,081	33,370	0,615	0,246	0,385	1,162	0,369	5,807	7,243	2,001
13C	PD	327,071	33,700	0,824	40,898	0,479	0,117	0,032	4,480	0,596	0,238	0,404	1,165	0,358	5,831	6,626	1,067
14C	PD	465,771	36,000	0,855	42,105	0,450	0,112	0,068	91,260	0,562	0,148	0,438	1,185	0,414	6,096	8,754	1,920
15C	PA	148,177	30,700	0,700	43,857	0,609	0,043	0,032	0,110	0,653	0,072	0,347	1,072	0,581	5,594	7,922	2,739
16C	PD	419,327	36,800	0,993	37,059	0,474	0,101	0,047	7,570	0,575	0,131	0,425	1,247	0,444	5,068	6,962	3,824
17C	PD	285,196	37,200	0,821	45,311	0,456	0,161	0,067	126,070	0,618	0,224	0,382	1,111	0,394	5,473	6,111	1,315
18C	FN	1,061,608	39,700	1,220	32,541	0,470	0,215	0,059	192,840	0,685	0,368	0,315	0,885	0,318	5,308	6,888	1,424
19C	PD	395,746	0,000	0,000	0,000	-0,231	0,741	0,039	2,530	0,510	0,104	0,490	1,496	0,406	6,207	6,298	4,995
20C	PA	772,771	40,900	0,657	62,253	0,465	0,125	0,054	64,530	0,590	0,274	0,410	1,193	0,316	6,090	8,482	2,105
21C	CP	1,116,377	49,300	0,679	72,607	0,504	0,107	0,062	10,700	0,610	0,174	0,390	1,088	0,436	5,914	24,838	2,296
22C	PD	409,277	37,600	0,930	40,430	0,491	0,067	0,036	4,520	0,558	0,104	0,442	1,155	0,454	5,662	5,446	2,052
23C	PD	380,408	38,300	0,973	39,363	0,441	0,140	0,054	129,900	0,580	0,191	0,420	1,245	0,390	5,843	5,933	1,947
24C	PA	262,502	29,500	0,671	43,964	0,459	0,115	0,067	21,930	0,574	0,168	0,426	1,216	0,406	5,231	5,173	2,245
25C	PD	101,039	25,900	0,696	37,213	0,516	0,056	0,025	0,040	0,572	0,136	0,428	1,230	0,436	10,029	9,190	3,374
26C	PD	119,764	19,600	0,583	33,619	0,489	0,102	0,061	35,910	0,592	0,164	0,408	1,146	0,428	4,830	4,770	1,422
27C	FN	1,156,208	41,700	1,540	27,078	0,520	0,236	0,088	265,040	0,756	0,337	0,244	0,578	0,419	7,288	5,538	0,883
28C	PE	1,215,377	42,300	0,601	70,383	0,496	0,049	0,020	0,550	0,545	0,105	0,455	1,200	0,440	5,778	12,453	2,883
29C	FN	757,321	41,600	1,050	39,619	0,524	0,137	0,091	62,250	0,661	0,176	0,339	1,051	0,485	5,037	7,295	2,251

Tabela 5 – Atributos do solo e liteira determinados em São Miguel do Oeste (Conclusão).

Ponto	Uso	C-Solo %	N-Solo %	C/N-Solo	pH	Ca cmolc/dm³	Mg cmolc/dm³	Al cmolc/dm³	MO %	CO %	Argila %	P mg/dm³	K mg/dm³	CTC cmolc/dm³	Rmic	CBM
1C	PA	6,290	0,393	16,005	5,500	6,260	2,030	0,190	4,500	2,610	20,000	1,800	270,000	14,480	1,773	509,949
2C	ILP	3,980	0,235	16,936	5,300	5,410	1,510	0,610	3,500	2,030	57,000	4,500	82,000	14,030	1,247	243,174
3C	PD	3,700	0,242	15,289	5,900	6,450	3,380	0,120	3,600	2,090	54,000	10,300	220,000	14,790	1,259	158,219
4C	FN	8,750	0,462	18,939	5,100	6,770	2,580	0,460	6,600	3,830	21,000	3,500	255,000	17,700	2,051	432,250
5C	ILP	3,130	0,183	17,104	5,400	3,860	2,540	0,410	2,800	1,620	54,000	1,700	32,000	12,680	1,048	274,672
6C	PD	3,460	0,210	16,476	4,900	3,630	1,900	0,680	3,100	1,800	62,000	4,500	104,000	12,700	0,990	252,075
7C	PD	3,350	0,191	17,539	4,900	2,770	1,310	0,940	3,100	1,800	54,000	1,600	93,000	12,020	1,438	321,436
8C	FN	3,110	0,257	12,101	4,800	4,650	1,300	1,080	3,400	1,970	18,000	3,800	44,000	13,760	1,125	211,634
9C	FN	9,800	0,400	24,500	5,600	11,950	3,820	0,130	6,800	3,940	19,000	1,800	163,000	21,690	2,494	345,356
10C	PD	3,900	0,249	15,663	5,700	6,070	3,830	0,110	3,300	1,910	62,000	1,400	53,000	14,440	1,713	164,031
11C	PD	4,150	0,268	15,485	5,100	4,860	2,660	0,580	3,400	1,970	65,000	5,600	110,000	14,700	1,147	179,215
12C	PD	3,090	0,155	19,935	6,800	7,270	4,930	0,000	2,500	1,450	59,000	2,600	173,000	14,640	1,040	101,020
13C	PD	3,370	0,182	18,516	5,200	4,060	2,680	0,530	2,800	1,620	62,000	1,700	37,000	13,730	0,790	126,714
14C	PD	2,610	0,203	12,857	6,800	12,310	2,310	0,000	3,200	1,860	26,000	145,100	176,000	17,270	1,264	193,650
15C	PA	4,640	0,317	14,637	5,200	8,460	5,870	0,350	3,500	2,030	24,000	2,000	405,000	21,570	1,643	469,160
16C	PD	3,150	0,209	15,072	5,800	6,660	3,080	0,110	2,600	1,510	15,000	1,300	90,000	13,870	1,448	217,187
17C	PD	3,690	0,208	17,740	5,600	5,180	2,080	0,220	2,900	1,680	62,000	9,400	255,000	12,810	0,997	239,468
18C	FN	5,430	0,411	13,212	5,900	8,660	3,040	0,110	4,300	2,490	21,000	2,800	225,000	16,180	1,138	248,751
19C	PD	2,700	0,163	16,564	7,100	13,380	3,430	0,000	2,100	1,220	29,000	130,300	300,000	19,580	1,250	99,252
20C	PA	2,960	0,204	14,510	4,500	2,010	0,920	2,380	2,000	1,160	47,000	2,800	61,000	15,390	1,388	182,249
21C	CP	4,360	0,288	15,139	5,600	9,640	3,410	0,140	4,900	2,840	19,000	2,400	200,000	18,460	2,048	217,875
22C	PD	3,600	0,200	18,000	5,600	6,360	3,830	0,130	3,000	1,740	47,000	5,200	141,000	14,950	1,195	83,885
23C	PD	2,910	0,190	15,316	5,500	4,000	1,380	0,170	2,300	1,330	47,000	8,800	325,000	11,710	1,138	152,755
24C	PA	3,740	0,212	17,642	4,700	0,460	0,740	3,440	2,600	1,510	74,000	0,900	67,000	16,770	0,947	162,077
25C	PD	4,240	0,259	16,371	5,000	3,280	2,150	1,260	3,100	1,800	62,000	3,400	66,000	15,300	0,831	179,559
26C	PD	4,430	0,282	15,709	5,100	3,520	2,070	0,900	3,600	2,090	67,000	4,000	66,000	13,460	1,019	143,193
27C	FN	8,190	0,559	14,651	4,200	0,680	0,640	3,410	5,300	3,070	34,000	5,400	94,000	20,960	1,126	176,839
28C	PE	3,030	0,154	19,675	4,200	0,170	0,470	4,750	2,000	1,160	79,000	3,700	35,000	25,130	1,329	103,254
29C	FN	4,080	0,274	14,891	4,300	0,760	0,920	5,260	2,800	1,620	56,000	1,500	49,000	19,110	1,304	99,279

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A partir da listagem de morfotipos de colêmbolos edáficos foi construído um digrama de Venn para melhor visualização do inventário considerando os métodos de amostragem, utilizando o pacote VennDiagram (CHEN, 2018) no *software* estatístico R (R Core Team, 2017).

As análises foram realizadas utilizando o valor dos três municípios e 29 amostras por município ( $n = 3 \times 29 = 87$ ). A matriz de dados de abundância de enquitreídeos e colêmbolos (somados os métodos *pitfall-trap* e *core*) foram utilizadas para as diferentes análises.

Para verificar a diferença estatística entre os cenários de fragmentação (municípios) e o sistemas de uso do solo (SUS) foi realizada uma PERMANOVA bifatorial (*Permutational multivariate analysis of variance*) com base no índice de Bray-curtis da matriz de dados de abundância transformados  $\log(x+1)$ . A análise de SIMPER foi utilizada para verificar quais morfotipos de colêmbolos e gêneros de enquitreídeos mais contribuíram para a separação dos cenários e dos SUS. Estas análises foram realizadas usando o software PAST 3.17 (HAMMER et al., 2001).

Para avaliar a contribuição da métricas da paisagem (longitude, latitude, altitude, área do fragmento e perímetro do fragmento) e das variáveis ambientais (químicas, físicas e biológicas do solo e da liteira e a interação entre elas na estrutura das comunidades de colêmbolos e enquitreídeos realizou-se uma análise do particionamento da variabilidade de matrizes vizinhas usando a distância de Bray-curtis (*Principal coordinates of neighbour matrices* – PCNM). Como não houve interação entre as variáveis da paisagem e as variáveis ambientais, realizou-se uma análise de particionamento da análise de redundância (*Redundance analysis* – RDA) para efeito de três grupos (a – variáveis físicas; b – variáveis químicas; c- variáveis de paisagem), como não houve efeito para um dos grupos, realizou-se o particionamento da RDA para dois grupos (a – variáveis físicas e químicas; b – variáveis de paisagem) como não houve interação para os dois grupos, presume-se que todas as variáveis fazem parte do mesmo grupo. Logo, realizou-se uma Análise da redundância baseada na distância (*Distance based redundancy analysis* – db -RDA) com matriz de distância de Bray-curtis com *Forward selection* e correção por *Benjamini-Hochberg False Discovery Rate* (FDR). As variáveis explicativas colineares e as significativas foram identificadas retirando as que apresentaram colinearidade e mantendo as significativas ( $p \leq 0,05$ ). Somente as variáveis selecionadas nas RDAs foram posteriormente utilizadas como variáveis ambientais explicativas para as mudanças observadas em grupos eco-morfológicos de colêmbolos e gêneros de enquitreídeos.

Para os colêmbolos os comprimentos dos gradientes foram de 3,9 desvios padrões, neste caso testou-se a db-RDA com a matriz original (Bray-Curtis) e com a matriz transformada das variáveis resposta pela raiz quadrada da distância de Bray-curtis, como não houve diferença nas variáveis selecionadas optou-se pela matriz original. Para os enquitreídeos os comprimentos dos gradientes foram de 2,1 desvios padrões, indicando resposta linear, logo, utilizou-se a matriz original dos dados. Estas análises foram realizadas no *software* estatístico CANOCO 5 (TER BRAAK; ŠMILAUER, 2012)

Através de imagem orbital de alta resolução espacial associada a fotointerpretação e vetorização manual foram elaborados mapas da cobertura e uso da terra com o *software* Arcgis 10.4 (ESRI, 2013) para definir o esquema de cores dos mapas foi utilizada a ferramenta Color Brewer 2.0 de Cintia A. Brewer. Definiu-se como paisagem de um quadrado de 1 km<sup>2</sup> a partir do ponto central na janela de amostragem. O mapa vetorial foi salvo no formato *raster* para cálculo das métricas.

Para o cálculo das métricas da paisagem foi utilizado o *software* FRAGSTATS 4.2 (McGARICAL et al., 2012). O FRAGSTATS é um *software* de análise de padrões espaciais, que quantifica a estrutura da paisagem, a extensão e distribuição dos fragmentos dentro de uma paisagem. Para uma determinada paisagem (mosaico) o *software* calcula estatísticas para (1) cada fragmento no mosaico; (2) cada classe (no presente trabalho as classes se apresentam como sistema de uso do solo); e (3) o mosaico da paisagem como um todo.

Para as classes Plantio Direto (PD), Pastagem (PA), Plantio de Eucalipto (PE), Floresta nativa (FN), Integração lavoura-pecuária (ILP) e capoeira (CP) e para as classes Estrada (ES), Campo (CA), Edificações (EF), Agricultura (AG), Plantio de pinus (PI) e Solo exposto (SE), que apesar de não serem amostradas em relação aos atributos físicos, químicos e biológicos fazem parte da composição da paisagem; foram calculadas as seguintes métricas e suas unidade;

- Área total (*Total area* - AT) – hectares;
- Porcentagem da paisagem (*Landscape percentage* - PP) – porcentagem;
- Índice do maior fragmento (*Largest patch index* – IMF) – porcentagem;
- Borda total (*Total edge* – BT) – metros;
- Densidade de borda (*Edge density* – DB) – metros por hectares.

Para o mosaico da paisagem em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste foram calculadas as seguintes métricas:

- Área total (*Total área* - AT) – hectares;
- Índice do maior fragmento (*Largest patch index* – IMF) – porcentagem;
- Riqueza de classes (Patch richness - RC);
- Índice de diversidade de Simpson (*Simpsons' diversity index* – IDS).

Em fragmento onde houve pontos amostrados foram determinadas a área (ha) e o perímetro (m) no *software* Arcgis 10.2.1 (ESRI, 2013).

Realizou-se uma análise de correlação de Spearman no *software* Statistica 10.0 (STATSOFT, 2018), com objetivo de correlacionar as variáveis do solo e da liteira com as os dados de riqueza e abundância de gêneros de enquitreídeos e morfotipos de colêmbolos. Utilizou-se ainda, como critério de seleção a relevância ecológica e a colinearidade das variáveis. As variáveis selecionadas foram submetidas a análise exploratória e Geoestatística

A análise exploratória de dados é um processo importante na análise geoestatística e foi aplicada para conhecer e resumir as variáveis selecionadas, sendo calculados menor valor (Min), maior Valor (Max), Média, Mediana, Desvio padrão (DP), Coeficiente de Variação (CV%), Coeficiente de assimetria e curtose.

Para a caracterização da variabilidade espacial dos atributos do solo, os dados foram analisados através de métodos geostáticos pelos estudos de semivariogramas. A análise geoestatística procedeu-se em duas etapas. Na primeira etapa foi avaliada a dependência espacial por meio da modelagem dos semivariogramas empíricos de cada variável. Na segunda etapa, para os casos onde ocorreu dependência espacial fez-se a interpolação por meio da Krigagem.

Foi realizado um ajuste dos modelos teóricos aos semivariogramas empíricos de forma interativa, por tentativa. Inicialmente foi definido o tamanho de *lags* utilizado para agrupar os pares de pontos, para a escolha desses parâmetros utilizou-se da regra empírica na qual o produto entre o tamanho e o número de *lags* deve ser aproximadamente igual a metade da maior distância de separação entre pares de pontos amostrados (CLARK, 1979; ESRI, 2004), para as janelas de amostragem utilizou-se os valores limite entre 40 e 65 m.

Foram utilizados os modelos teóricos *Stable*, *K-bessel*, *J-bessel*, *circular* e *exponential*. O ajuste foi realizado através de tentativa e erro utilizando-se como critério de escolha para os modelos os parâmetros provenientes da validação cruzada conforme sugerem Vieira et al. (1983):



- RMS (*Root Mean Square* – Raiz quadrada do erro média quadrático) valores de RMS menores são melhores, pois indicam que os valores estimados pela interpolação estão mais próximos dos valores medidos em campo.
- ASE (*Average Standard Error* – Média do desvio padrão proveniente da krigagem) O ideal é que seu valor seja próximo da RMS.
- MS (*Mean Standardized* – Média do erro após a padronização) como a interpolação é um método não viesado, deve ser próximo de zero.
- RMSS (*Root Mean Square Standardized* – Raiz quadrada do erro quadrático padronizado) O ideal é que tenha valor próximo de um.

Para os casos nos quais esses parâmetros eram muito semelhantes o critério final foi a inspeção visual, na qual observou-se qual dos modelos teóricos avaliados ajustou-se melhor ao semivariograma empírico.

Para expressar a dependência espacial de uma variável foi utilizado o índice de dependência espacial (IDE) proposto por Zimback (2001) pela seguinte equação:

$$IDE = \left( \frac{C}{C_0 + C} \right) \times 100$$

Onde IDE: Índice de dependência espacial ; C Contribuição da semivariância e  $C_0 + C$  patamar. Assumindo para os seguintes intervalos dependência espacial baixa  $IDE \leq 25\%$ . moderada para  $25\% \geq IDE \leq 75\%$  e forte para  $IDE > 75$ .

Para as variáveis com dependência espacial foram gerados os mapas de distribuição espacial utilizando a krigagem como técnica de interpolação no software geoestatístico Arcgis 10.4 (ESRI, 2013).



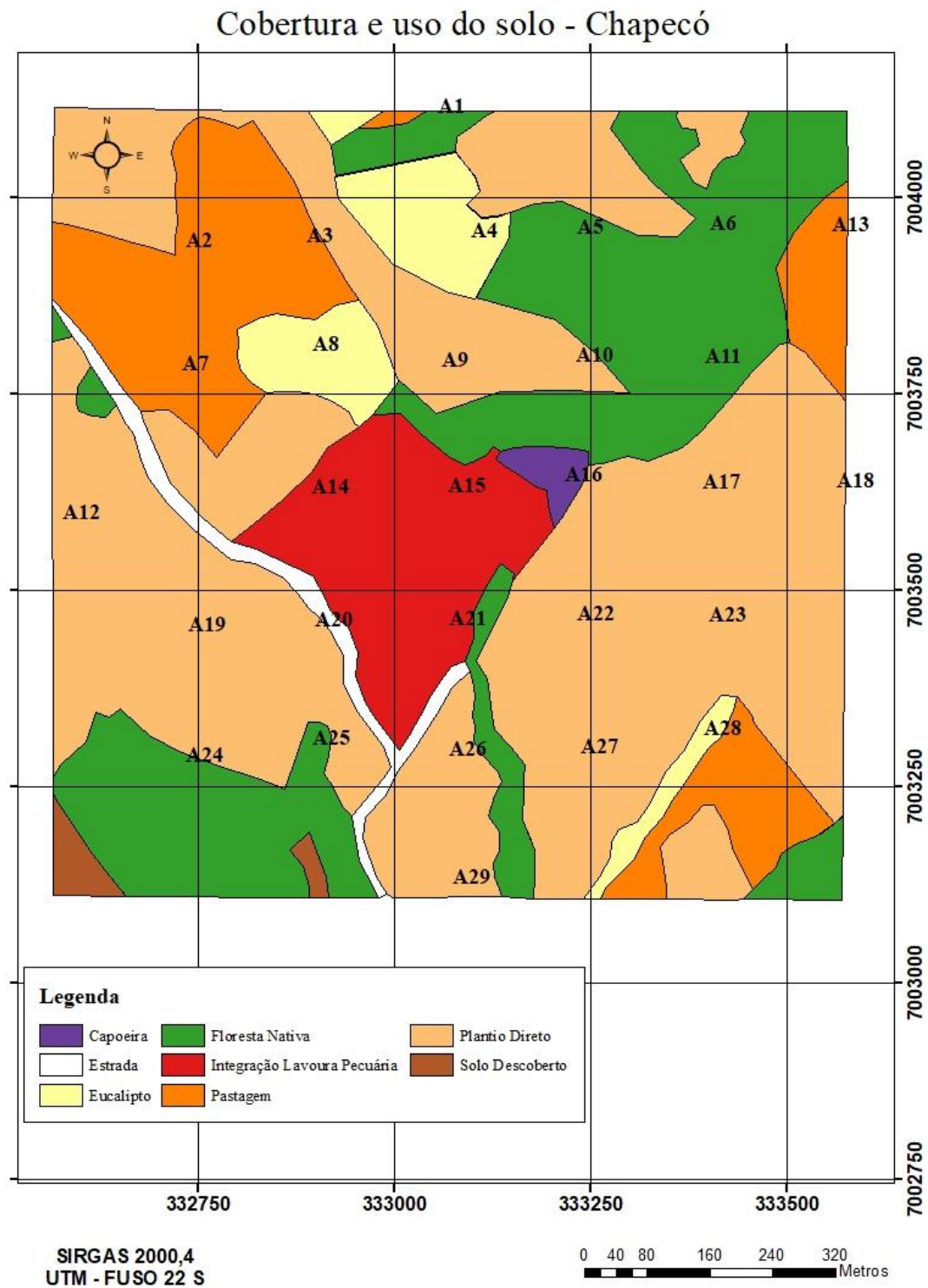
## **4. RESULTADOS**

### **4.1 COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA PAISAGEM**

Os três cenários de fragmentação apresentam diferentes composições (classes de uso do solo presentes no cenário) e diferentes estruturas (a maneira como os elementos se organizam no cenário). Os mapas das classes de uso do solo em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste são apresentados nas figuras 8, 9 e 10, respectivamente.

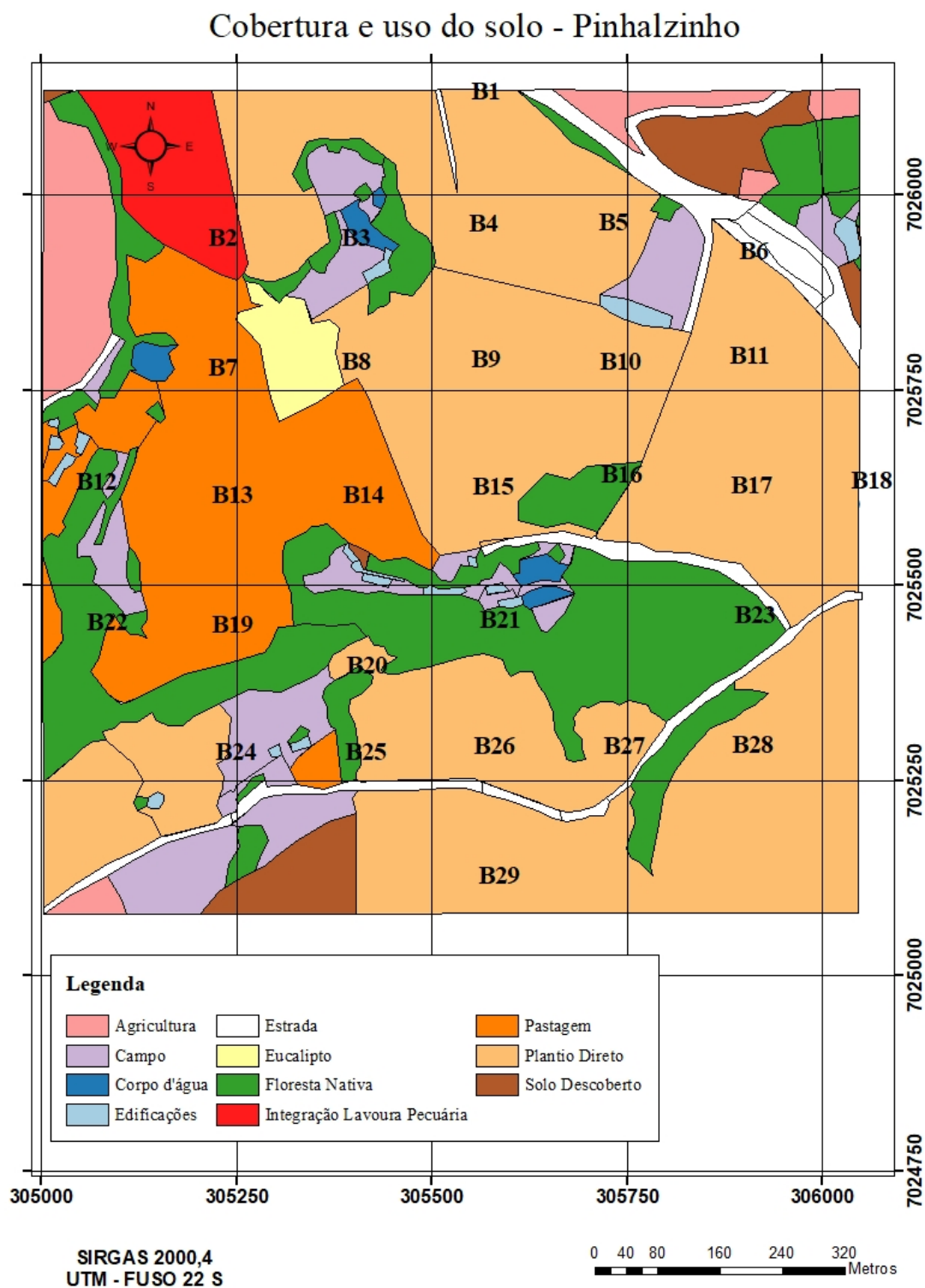
Com base nas métricas da paisagem geradas para as três janelas de amostragem, as diferenças entre os cenários estudados podem ser mais bem definidas na tabela 6.

Figura 8 – Mapa de cobertura e uso do solo do município de Chapecó.



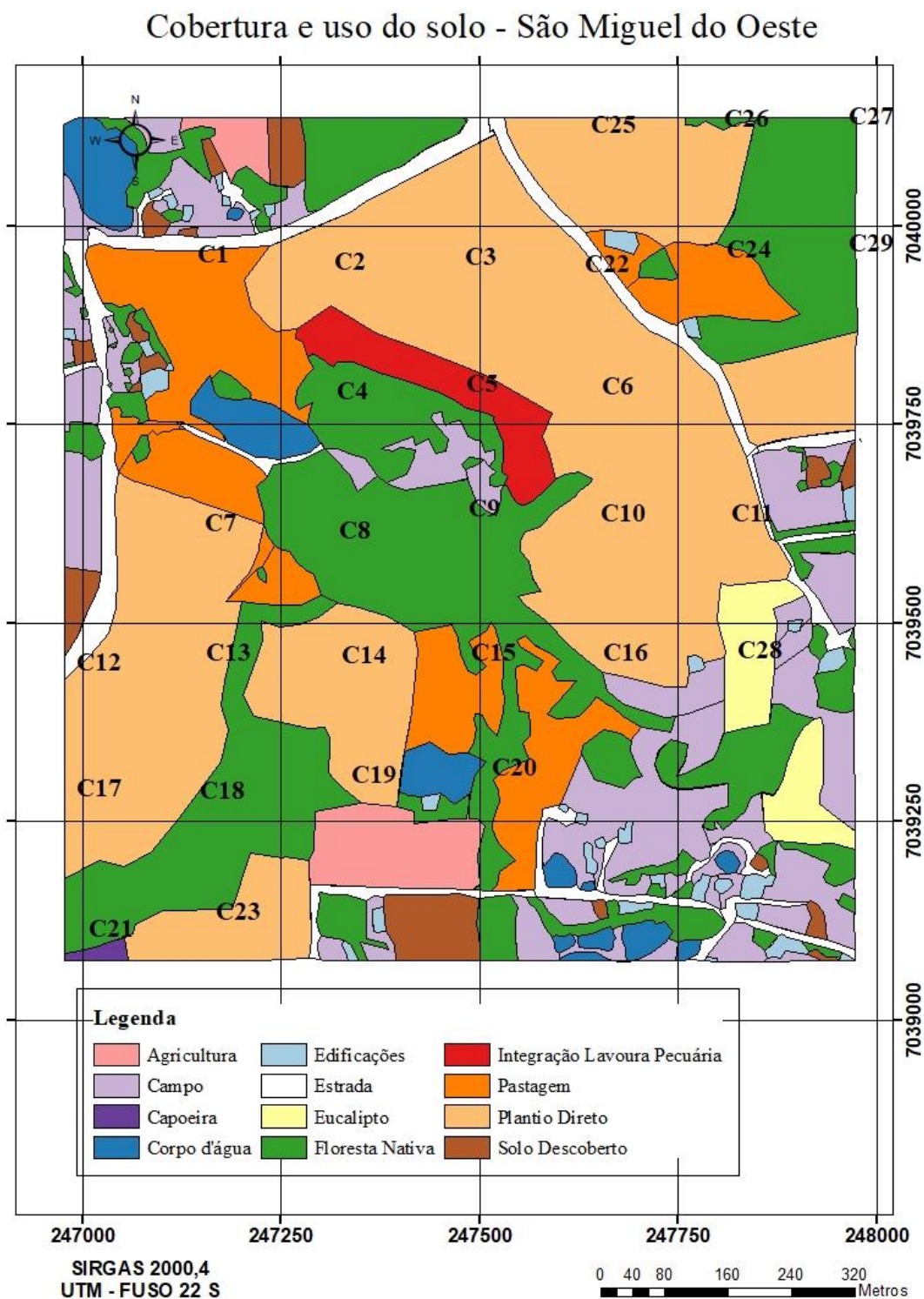
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 9 – Mapa de cobertura do solo do município de Pinhalzinho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 10 – Mapa de cobertura e uso do solo do município de São Miguel do Oeste.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019., 2019.

Tabela 6 – Métricas da paisagem nos cenários em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste, SC.

Métrica	Chapecó	Pinhalzinho	São Miguel do Oeste
Área total (ha)	99,48	106,80	102,09
Índice de maior fragmento (%)	19,79	27,45	17,93
Borda Total (m)	13960,00	24096,00	30535,00
Densidade de Borda (m.ha <sup>-1</sup> )	140,32	225,59	299,08
Riqueza de Classes	8	12	13
Índice de diversidade de Simpson	0,68	0,72	0,78

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019., 2019.

A área total da paisagem foi semelhante entre os cenários de avaliação e as poucas diferenças existentes explicam-se devido aos pontos realocados devido à presença de edificações, estradas ou corpos d'água aumentando assim o tamanho da janela de amostragem.

O maior fragmento de Chapecó representa 19,79% da área total da paisagem, em Pinhalzinho o maior fragmento representa 27,54% da área total da paisagem e o maior fragmento de São Miguel do Oeste constitui 17,93% da área total da paisagem. A área total de borda foi maior em São Miguel do Oeste (30535 m) seguido de Pinhalzinho (24096 m) e Chapecó (13960 m). O IMF indica quanto da área total da paisagem está contida dentro do maior fragmento. Essa métrica não leva em consideração nem o número total nem a área dos fragmentos restantes, porém pode indicar que áreas com IMF menores são mais fragmentadas, pois quanto maiores os fragmentos, menos fragmentada é uma paisagem.

A densidade de borda foi de 299,08 m.ha<sup>-1</sup> em São Miguel do Oeste, 225,59 m.ha<sup>-1</sup> em Pinhalzinho e 140,32 m.ha<sup>-1</sup> em Chapecó. A DB indica o comprimento total de borda por unidade de área (m de borda.ha<sup>-1</sup>), quanto maior o comprimento de bordas dentro de uma área, maior a fragmentação, pois indica um número maior de fragmentos por unidade de área.

O índice de diversidade de Simpson para as métricas da paisagem foi maior no cenário de São Miguel do Oeste, seguido por Pinhalzinho e Chapecó. O IDS representa a probabilidade de que dois pontos avaliados aleatoriamente sejam de duas classes diferentes, apresenta valor 0 quando a paisagem contém apenas uma classe e se aproxima de 1 quando o número de classes diferentes aumenta, juntamente com o aumento da homogeneidade de distribuição da área ao longo das classes (McGARIGAL et al., 2012), quanto mais diversa, mais fragmentada é uma paisagem, logo maior IDS.

Apesar das amostragens terem sido realizadas nos mesmos seis sistemas de uso em cada cenário, outros sistemas também compõem as paisagens. Neste sentido a riqueza de classes de uso do solo em São Miguel do Oeste foi maior (13 classe diferentes), seguido de Pinhalzinho

(12 classes) e Chapecó (8 classes). O índice de diversidade de Simpson seguiu a mesma tendência da riqueza de classes.

As métricas para cada uma das classes de uso do solo nos cenários de paisagem em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste são apresentadas na tabela 7. Apenas área e o perímetro dos fragmentos onde foram realizadas as amostragens são apresentados na Tabela 8; os dados dos outros fragmentos que compõem a paisagem não são apresentados, mas foram levados em consideração para o cálculo das métricas de classe e da paisagem.



Tabela 7 – Métricas de classe de uso do solo nos cenários da paisagem em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste, SC.

Classe	AT (ha)	PP (%)	IMF (%)	BT (m)	DB (m.ha <sup>-1</sup> )
Cenário Chapecó					
PD	48,76	49,02	19,79	9630	96,79
PE	5,47	5,50	2,51	2653	26,66
PA	12,35	12,42	8,23	3568	35,86
FN	21,56	21,67	12,39	6441	64,74
ES	1,87	1,88	1,88	2934	2,95
ILP	8,16	8,20	8,20	1792	18,01
CP	0,59	0,60	0,60	442	4,44
SE	0,67	0,68	0,50	437	4,39
Cenário Pinhalzinho					
PD	50,24	47,04	27,45	8833	82,69
PE	1,37	1,28	1,28	714	6,68
PA	13,61	12,74	12,33	4022	37,65
FN	18,71	17,51	10,68	12894	120,71
ES	4,027	3,77	1,84	7578	70,94
ILP	2,97	2,78	2,78	730	6,83
PI	0,42	0,39	0,39	484	4,53
EF	0,78	0,73	0,19	1870	17,50
CD	0,74	0,69	0,20	1060	9,92
SE	2,83	2,65	1,33	1424	13,33
AG	3,58	3,35	2,40	1485	13,90
CA	7,49	7,01	1,74	7068	66,17
Cenário São Miguel do Oeste					
PD	36,61	35,85	17,93	7107	69,61
PE	0,92	0,90	0,90	514	5,03
PA	10,69	10,47	4,88	6158	60,31
FN	25,59	25,06	14,73	16227	158,93
ES	4,93	4,83	3,19	9581	93,84
ILP	2,00	1,96	1,96	1216	11,91
CP	0,10	0,10	0,10	120	1,175
EF	1,19	1,17	0,10	2864	28,05
CD	3,01	2,94	0,89	2320	22,72
SE	2,17	2,13	0,88	2188	21,43
PI	1,27	1,25	1,25	620	6,07
AG	2,38	2,33	1,96	986	9,65
CA	11,18	10,95	3,48	11082	108,54

Plantio direto (PD); Plantio eucalipto (PE); Pastagem (PA); Floresta Nativa (FN); Estrada (ED); Integração lavoura-pecuária (ILP); Capoeira (CP); Edificações (EF); Corpo d'água (CD); Solo exposto (SE), Plantio de pinus (PI), Agricultura (AG); Campo (CA), Área total (AT), Porcentual da paisagem (PP), Índice de maior fragmento (IMF); Borda total (BT), Densidade de borda (DB). Fonte: Elaborado pelo autor, 2019., 2019.

Tabela 8 – Métricas dos fragmentos amostrados.

Fragmento	SUS	Área (ha)	Perímetro (m)	Pontos localizados no fragmento
Cenário Chapecó				
1	PD	3,17	795,61	A26, A29
2	PC	0,59	360,66	A16
3	PA	8,23	1463,45	A2, A3, A7
4	PA	1,61	631,11	A13
5	PE	2,04	593,56	A8
6	FN	2,04	593,56	A4
7	PE	0,79	677,02	A28
8	FN	0,89	495,91	A1
9	ILP	8,16	1344,69	A14, A15, A21
10	FN	12,46	2610,97	A5, A6, A11
11	PD	7,50	2177,08	A9, A10
12	PD	12,02	2046,67	A12, A19, A20
13	FN	6,31	1397,79	A24, A25
14	PD	19,79	2191,67	A17, A18, A22, A23, A27
Cenário Pinhalzinho				
1	PD	5,29	1393,02	B26, B27
2	PE	1,36	562,68	B8
3	PA	0,31	227,18	B25
4	FN	0,14	198,66	B3
5	ILP	3,11	767,75	B2
6	FN	0,45	371,62	B20
7	PA	0,35	352,88	B12
8	FN	0,86	419,76	B16
9	PD	12,95	2263,15	B28, B29
10	PD	1,64	666,33	B24
11	PD	9,90	1395,10	B6, B11, B17, B18
12	PD	0,01	1668,61	B9, B10, B15
13	PD	9,69	2091,36	B4, B1, B5
14	FN	4,10	2174,90	B22
15	FN	0,50	616,85	B21, B23
16	PA	12,06	2172,79	B7, B13, B14 B19
Cenário São Miguel do Oeste				
1	FN	5,26	1633,54	C18, C21
2	PD	1,98	682,33	C23
3	PD	3,58	812,09	C14, C19
4	PA	1,48	696,98	C15
5	FN	4,14	1115,21	C27, C29
6	PA	1,38	564,706	C24
7	PD	7,90	1333,69	C7, C12, C13, C17
8	ILP	2,00	938,46	C5
9	PA	2,01	1118,45	C1
10	PD	18,31	2418,25	C2, C3, C6, C10, C11, C16, C22
11	PE	1,28	554,70	C28
12	FN	2,11	1073,52	4
13	FN	7,50	2893,84	C8, C9, C20
14	PD	3,78	845,26	C25, C26

Plantio direto (PD); Plantio eucalipto (PE); Pastagem (PA); Floresta Nativa (FN); Estrada (ED); Integração lavoura-pecuária (ILP); Capoeira (CP); Edificações (EF); Corpo d'água (CD); Solo exposto (SE), Plantio de pinus (PI), Agricultura (AG); Campo (CA). Fonte: Elaborado pelo autor, 2019., 2019.

#### 4.2 OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE COLÊMBOS E ENQUITREÍDEOS NOS CENÁRIOS DE FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM

Ao todo, foram encontrados 25074 indivíduos pelo método de *pitfall-traps* e 447 indivíduos pelo método de *cores* sendo ao todo (*Pitfall-traps* + *cores*) 25405 colêmbos. Os colêmbos foram distribuídos em 28 morfotipos de acordo com a análise ecomorfológica adaptada de Parisi et al. (2005), sendo 6 morfotipos edáficos, 13 morfotipos hemiedáficos e 9 morfotipos epígeos. Na tabela 9 são apresentados os valores de riqueza de morfotipos e abundância por grupo ecomorfológico nos métodos de *Pitfall-trap*, *cores* e nos dois métodos de coleta.

Tabela 9 – Riqueza de morfotipos e abundância absoluta de colêmbos edáficos, hemiedáficos e Epígeos pelo método de *pitfall-trap*, *core* e soma dos dois métodos em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste, SC.

Grupo ecomorfológico	<i>Pitfall-trap</i>		<i>Core</i>		Total	
	Abundância	Riqueza	Abundância	Riqueza	Abundância	Riqueza
Cenário Chapecó						
Edáficos	0	0	93	5	93	5
Hemiedáficos	524	6	26	8	550	12
Epígeos	694	7	12	5	557	9
Total	1218	13	131	18	1349	26
Cenário Pinhalzinho						
Edáficos	0	0	147	1	147	1
Hemiedáficos	2382	5	9	2	2391	5
Epígeos	293	6	2	2	295	6
Total	2675	11	158	5	2836	13
Cenário São Miguel do Oeste						
Edáficos	1	1	38	1	39	2
Hemiedáficos	20404	7	1	1	20405	8
Epígeos	773	5	3	3	776	6
Total	21178	13	42	5	21220	16

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

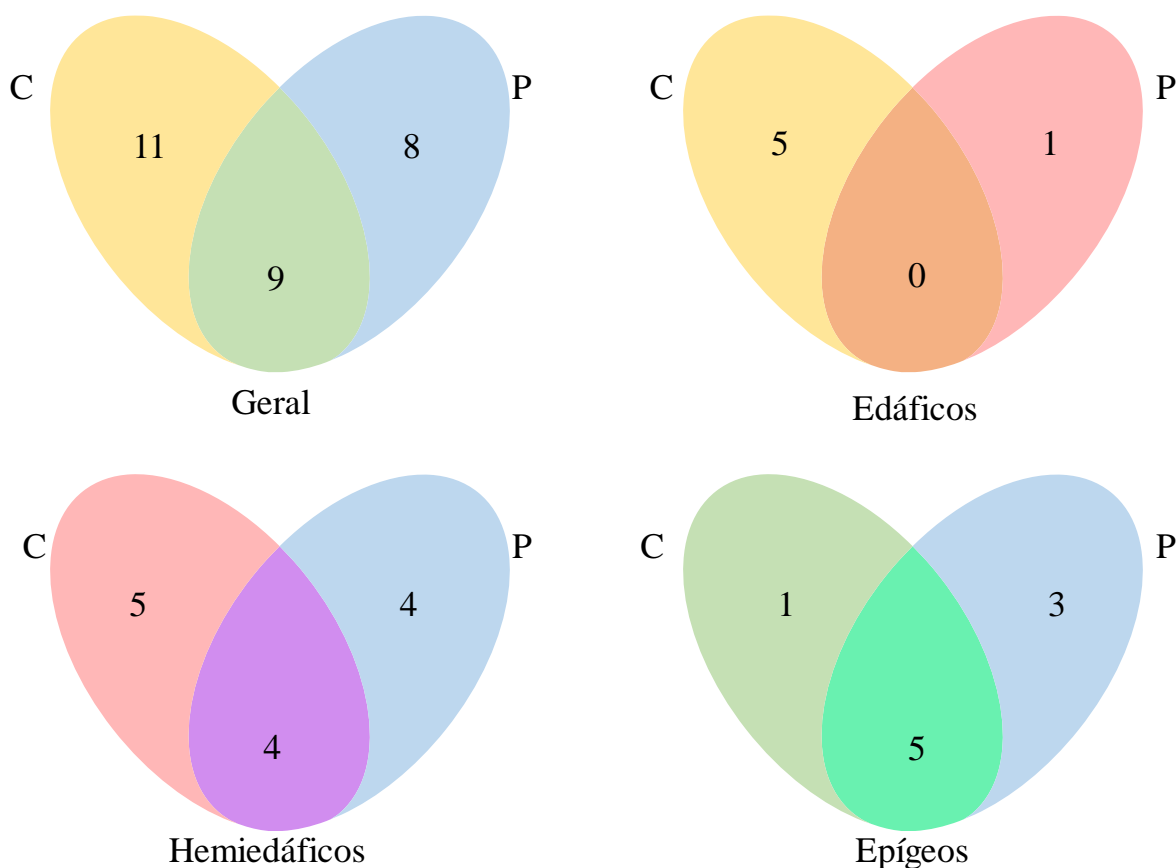
Os dois métodos de amostragem de colêmbos utilizados, apresentaram limitações quanto à capacidade representativa de todos os grupos ecomorfológico. As armadilhas do tipo *pitfall-trap* capturam colêmbos móveis na superfície do solo (Epígeos e Hemiedáficos), já o método de *cores* possibilita a coleta de colêmbos menos móveis, que ocupam espaços em maior profundidade no solo (Edáficos e Hemiedáficos). Dos 28 morfotipos encontrados, 11 ocorreram apenas no método de *cores*, 8 apenas no método *Pitfall-trap* e 9 foram compartilhados por ambos os métodos (Figura 11). Considerando o modo de vida, 5 morfotipos

edáficos ocorreram no método *core*, 1 no método *Pitfall-trap* e nenhum compartilhado pelos métodos; 5 morfotipos hemiedáficos ocorreram no método *core*, 4 no método *Pitfall-traps* e 4 compartilhados em ambos os métodos; 1 morfotipos Epígeos ocorreu apenas no método Core, 3 apenas no método *Pitfall-trap* e 5 foram compartilhados por ambos os métodos.

A amostragem por meio de armadilhas dificultou ou impossibilitou amostrar indivíduos de dispersão limitada (Hemiedáficos e Edáficos) enquanto a amostragem por meio de cores não foi a mais adequada para amostrar colêmbolos Epígeos, pois devido a sua alta mobilidade (em geral, apresentam furca desenvolvida) pode haver fuga durante a coleta .

A avaliação de forma conjunta de ambos os métodos (POMPEO et al., 2016; POMPEO et al., 2017), reduziu as limitações amostrais próprias de cada método. Tendo em vista a diferença de morfotipos encontrados nos distintos métodos optou-se por utilizá-los como métodos complementares agrupando os resultados de riqueza e abundância amostrados pelo método *core* e *Pitfall-trap* para as análises a nível de paisagem

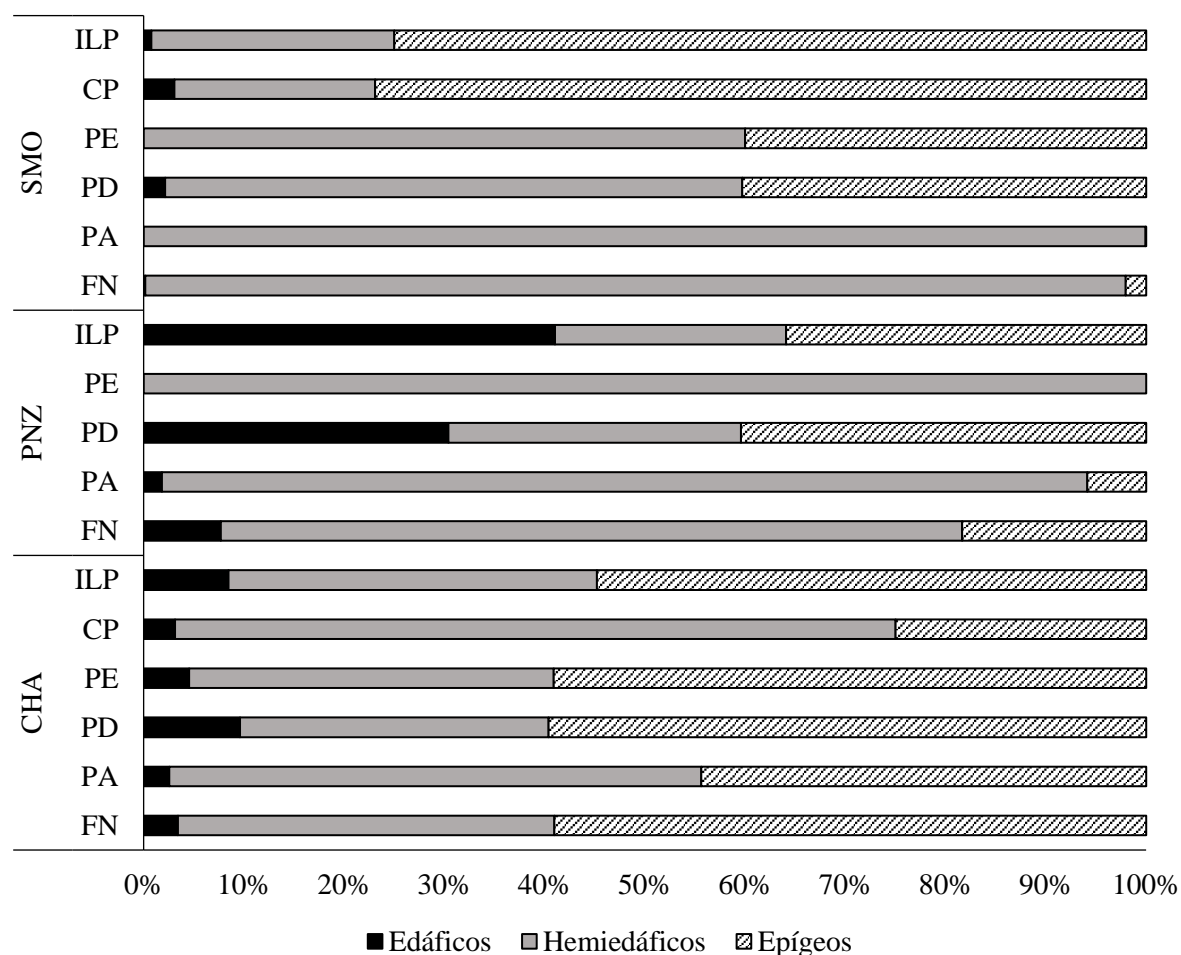
Figura 11 – Diagrama de Venn dos morfotipos de colêmbolos em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste em dois métodos de coleta. *Core* (C) e *Pitfall-trap* (P).



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Com base na Abundância relativa da dos colêmbolos (Figura 12) observou-se que os morfotipos mais frequentes pertencem aos grupos dos colêmbolos epígeos e hemiedáficos. Em Pinhalzinho, nas áreas de ILP e PD observou-se uma maior abundância relativa de colêmbolos edáficos. Em São Miguel do Oeste predominaram populações de morfotipos hemiedáficos em PA e FN. Em Chapecó em todos os sistemas os colêmbolos Epígeos foram mais frequentes, seguidos dos hemiedáficos e edáficos.

Figura 12 – Frequência relativa dos modos de vida de colêmbolos nos Sistemas de uso de solo, nos cenários de fragmentação. São Miguel do Oeste (SMO), Pinhalzinho (PNZ), Chapecó (CHA), Floresta Nativa (FN), Integração Lavoura-pecuária (ILP), Plantio de Eucalipto (PE), Plantio Direto (PD), Capoeira (CP) e Pastagem (PA).



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Para a comunidade de enquitreídeos, observou-se a ocorrência de cinco gêneros (*Achaeta*, *Enchytraeus*, *Fridericia*, *Guaranidrilus* e *Hemienchytraeus*), sendo os gêneros

*Enchytraeus* e *Fridericia* os gêneros mais abundantes em todos os cenários de paisagem nos municípios (Tabela 10). O gênero *Achaeta* foi observado apenas no fragmento de Floresta Nativa no cenário em São Miguel do Oeste.

Para os enquitreídeos, foram encontrados 380964 ind.m<sup>2</sup> (Tabela 10). O cenário em Pinhalzinho apresentou maior abundância de enquitreídeos 151265 ind.m<sup>2</sup> seguido por Chapecó com 140060 ind.m<sup>2</sup> e São Miguel do Oeste com 89639 ind.m<sup>2</sup>. Não houve ocorrência de enquitreídeos nas áreas de PE em São Miguel do Oeste e Chapecó. As áreas de PD Apresentaram os maiores valores de abundância em todos os municípios com 59080 ind<sup>2</sup> em Chapecó, 87601 ind.m<sup>2</sup> em Pinhalzinho e 40745 ind.m<sup>2</sup> em São Miguel do Oeste

Tabela 10 – Abundância dos gêneros de enquitreídeos nos diferentes Sistemas de uso do solo e cenários de fragmentação. São Miguel do Oeste (SMO), Pinhalzinho (PNZ), Chapecó (CHA), Floresta Nativa (FN), Integração Lavoura-pecuária (ILP), Plantio de Eucalipto (PE), Plantio Direto (PD), Capoeira (CP) e Pastagem (PA).

Fragmentos	<i>Achaeta</i>	<i>Enchytraeus</i>	<i>Fridericia</i>	<i>Guaranidrilus</i>	<i>Hemienchytraeus</i>	Total
Cenário Chapecó						
FN	0	13751	4584	3565	2037	23938
PA	0	16298	9677	509	2547	29031
PD	0	29031	23428	2547	4074	59080
PE	0	0	0	0	0	0
CP	0	3565	0	0	2037	5602
ILP	0	11205	11205	0	0	22410
Geral	0	73850	48894	6621	10696	140060
Cenário Pinhalzinho						
FN	0	18845	10696	0	3565	33105
PA	0	14770	5602	0	1019	21391
PD	0	41763	31068	9677	5093	87601
PE	0	3056	0	0	0	3056
CP	0	0	0	0	0	0
ILP	0	4584	1528	0	0	6112
Geral	0	83018	48894	9677	9677	151265
Cenário São Miguel do Oeste						
FN	509	5602	4584	0	0	10696
PA	0	19354	4074	1528	509	25466
PD	0	25975	3056	1019	10696	40745
PE	0	0	0	0	0	0
CP	0	1528	2547	0	0	4074
ILP	0	3565	5093	0	0	8658
Total	509	56024	19354	2547	11205	89639

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

#### 4.3 DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE COLÊMBOLOS E ENQUITREÍDEOS E DOS ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO

A distribuição dos dados é apresentada através da estatística descritiva para os dados e para de abundância e riqueza de morfotipos de colêmbolos e gêneros de enquitreídeos (Tabela 11) e para os dados físicos, químicos e biológicos do solo e da liteira (Tabela 12) de em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste.

Os parâmetros de ajustes dos semivariogramas teóricos e o índice de dependência espacial é apresentada na tabela 13 para atributos químicos, físicos e biológicos do solo e liteira solo e para a riqueza de morfotipos e abundância de colêmbolos, e riqueza de gênero e abundância de enquitreídeos na tabela 1

Tabela 11 – Estatística descritiva dos dados referentes a riqueza de morfotipos e abundância de colêmbolos, e riqueza de gênero e abundância de enquitreídeos Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste.

Atributo	Média	Mediana	Mín	Máx	DP	CV (%)	Assimetria	Curtose
Cenário Chapecó								
RI-Ed	0,931	1	0	3	0,843	90,548	0,994	2,475
RI_H	2,2759	2	0	6	1,624	71,356	0,206	2,446
RI-Ep	1,931	2	0	6	1,361	70,482	0,645	4,042
RI-CT	5,138	5	0	11	2,875	55,956	-0,15	2,265
AB-Ed	3,206	1	0	14	4,379	136,588	1,316	3,313
AB-H	19,103	11	0	64	19,934	104,350	0,834	2,359
AB-Ep	25,759	13	0	149	35,678	138,507	1,198	6,558
AB-CT	48,069	48,069	0	198	47,993	99,842	1,346	5,513
RI-ET	1,724	2	0	3	1,099	63,747	-0,258	1,778
AB-ET	5848,4	4584	0	23938	5956,4	101,847	1,324	4,512
Cenário Pinhalzinho								
RI-Ed	0,724	1	0	1	0,455	62,845	-1,003	2,006
RI_H	2,036	2	0	4	1,349	66,257	0,292	1,875
RI-Ep	0,932	1	0	4	0,884	94,850	1,398	6,11
RI-CT	3,69	3	1	9	2,038	55,230	0,689	2,96
AB-Ed	5,173	3	0	29	0,607	11,734	1,985	7,108
AB-H	82,448	6	0	987	225,77	273,833	3,289	12,498
AB-Ep	10,172	2	0	75	16,43	161,522	2,432	9,489
AB-CT	97,793	24	1	1024	236,79	242,134	3,235	12,097
RI-ET	1,793	2	0	4	1,013	56,497	0,004	2,478
AB-ET	6269,2	3565	0	34124	82229,6	1311,644	2,234	7,823
Cenário São Miguel do Oeste								
RI-Ed	0,41379	0	0	2	0,568	137,268	0,939	2,856
RI_H	2,966	3	0	5	1,149	38,739	-0,364	3,028
RI-Ep	1,518	1	0	3	0,829	54,611	0,327	2,461
RI-CT	4,897	5	2	8	0,677	13,825	0,259	2,435
AB-Ed	1,345	0	0	13	2,912	216,506	2,94	11,213
AB-H	703,62	24	0	18271	3383,8	480,913	5,078	26,872
AB-Ep	26,759	5	0	468	86,73	324,115	4,786	24,795
AB-CT	731,72	34	8	18274	3380,3	461,966	5,072	26,83
RI-ET	1,483	1	0	4	1,022	68,914	0,354	2,764
AB-ET	4126,6	2547	0	20372	5129,9	124,313	2,033	6,399

Riqueza de morfotipos de colêmbolos edáficos (RI-Ed); Riqueza de morfotipos de colêmbolos hemiedáficos (RI-H); Riqueza de morfotipos de colêmbolos epígeos (RI-Ep); Riqueza de morfotipos de colêmbolos total (RI-CT); Abundância de colêmbolos edáficos (AB-Ed); Abundância de colêmbolos hemiedáficos (AB-H); Abundância de colêmbolos epígeos (AB-Ep); Abundância total de colêmbolos (AB-CT); Riqueza de gêneros de enquitreídeos (RI-ET); Abundância de enquitreídeos (AB-ET). Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.



Tabela 12 – Estatística descritiva dos atributos físicos químico e biológicos do solo e liteira em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste.

Atributo	Média	Mediana	Mín	Máx	DP	CV (%)	Assimetria	Curtose
Cenário Chapecó								
Al	0,231	0,11	0	1,78	0,348	150,649	3,442	15,032
pH	5,776	6	4,4	6,7	0,512	8,864	-1,023	3,798
Ca	6,635	6,26	1,99	11,85	2,678	40,362	0,25	1,973
CN-Lit	38,402	35,897	24,917	61,241	9,089	23,668	1,094	3,564
Macro	0,11	0,081	0,034	0,282	0,065	59,091	0,322	2,717
Micro	0,473	0,468	0,403	0,548	0,038	8,034	0,322	2,716
Ea	0,187	0,149	0,056	0,441	0,103	55,080	0,669	2,382
Umi-V	0,396	0,41	0,262	0,516	0,069	17,424	-0,208	2,332
C_solo	3,983	3,305	1,92	7,55	1,63	40,924	1,035	2,835
CBM	200,167	202,361	47,806	404,373	75,331	37,634	0,303	3,69
Cenário Pinhalzinho								
Al	0,198	0,13	0	1,14	0,232	117,172	2,275	10,437
pH	5,638	5,6	4,5	6,6	0,469	8,319	-0,157	2,809
Ca	5,651	5,395	2,24	10,24	2,014	35,640	0,482	2,618
CN-Lit	39,226	37,578	29,043	54,625	6,149	15,676	0,81	3,082
Macro	0,145	0,097	0,026	1,422	0,25	172,414	4,798	25,012
Micro	0,432	0,476	-0,89	0,569	0,256	59,259	-5,001	26,432
Ea	0,145	0,138	0,048	0,319	0,064	44,138	1,179	4,345
Umi-V	0,432	0,435	0,367	0,534	0,031	7,176	0,656	5,601
C_solo	3,762	3,415	2,24	8,43	1,202	31,951	2,244	9,956
CBM	135,129	120,178	74,67	283,304	53,354	39,484	0,99	3,456
Cenário São Miguel do Oeste								
Al	0,982	0,38	0	5,26	1,44	146,640	1,878	5,34
pH	5,355	5,35	4,2	7,1	0,718	13,408	0,611	2,327
Ca	5,501	5,295	0,17	13,38	3,456	62,825	0,541	2,852
CN-Lit	41,788	39,896	0	72,607	15,203	36,381	1,174	3,387
Macro	0,143	0,116	0,029	0,741	0,126	88,112	3,77	18,583
Micro	0,477	0,474	0,231	0,609	0,06	12,579	-4,473	23,174
Ea	0,202	0,191	0,052	0,425	0,092	45,545	0,5446	2,73
Umi-V	0,404	0,406	0,267	0,58	0,067	16,584	0,353	3,386
C_solo	4,27	3,695	2,61	9,8	1,805	42,272	1,885	5,661
CBM	216,841	188,05	83,885	509,949	109,369	50,437	1,224	3,926

Alumínio (Al); Teor de cálcio (Ca); Teor de Carbono na liteira (CN-Lit); Macroporosidade do solo (Macro); Microporosidade do solo (Micro); Espaço de aeração do solo (Ea); Umidade Volumétrica do Solo (Umi-V); Carbono do solo (C-Solo); Carbono da Biomassa Microbiana (CBM); Valor máximo (Max), Valor Mínimo (Min), Desvio Padrão (DP); Coeficiente de variação (CV%). Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 13 – Parâmetros para ajuste do semivariogramas dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo e liteira solo em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste

Atributo	Método de krigagem	Modelo	Alcance (m)	Patamar (C <sub>0</sub> +C)	Efeito Pepita (C <sub>0</sub> )	Contribuição (C)	IDE
Cenário Chapecó							
Al	Simples	<i>Exponential</i>	840,000	0,672	0,447	0,225	33,482
pH	Ordinária	<i>Stable</i>	532,574	0,241	0,000	0,241	100,000
Ca	Simples	<i>K-Bessel</i>	720,000	0,921	0,399	0,523	56,723
CN-Lit	Simples	<i>Stable</i>	701,436	92,402	0,000	92,402	100,000
Macro	Simples	<i>Spherical</i>	625,052	1,152	0,825	0,327	28,390
Micro	Ordinária	<i>Stable</i>	303,424	0,001	0,000	0,001	100,000
Ea	Simples	<i>Exponential</i>	312,494	0,580	0,404	0,176	30,345
Umi-V	Simples	<i>Exponential</i>	312,494	0,559	0,531	0,028	5,009
C-solo	Simples	<i>K-Bessel</i>	720,000	1,122	0,057	1,065	94,903
CBM	Simples	<i>Exponential</i>	312,494	0,550	0,495	0,055	10,000
Cenário Pinhalzinho							
Al	Ordinária	<i>Stable</i>	343,744	0,055	0,000	0,055	100,000
pH	Ordinária	<i>Stable</i>	566,977	0,244	0,000	0,244	100,000
Ca	Ordinária	<i>Stable</i>	391,605	2,402	2,289	0,113	4,708
CN-Lit	Simples	<i>Exponential</i>	343,744	0,512	0,478	0,034	6,641
Macro	Ordinária	<i>Stable</i>	330,975	0,047	0,000	0,047	100,000
Micro	Ordinária	<i>Stable</i>	328,200	0,050	0,000	0,050	100,000
Ea	Simples	<i>Exponential</i>	343,744	0,590	0,560	0,030	5,085
Umi-V	Simples	<i>Exponential</i>	343,744	0,612	0,530	0,082	13,399
C-solo	Simples	<i>Circular</i>	348,530	0,624	0,499	0,125	20,032
CBM	Simples	<i>Exponential</i>	343,744	0,519	0,515	0,004	0,771
Cenário São Miguel do Oeste							
Al	Ordinária	<i>Stable</i>	720,000	1,681	0,668	1,013	60,272
pH	Ordinária	<i>Stable</i>	312,494	0,478	0,000	0,478	100,000
Ca	Ordinária	<i>Circular</i>	327,747	6,011	5,441	0,570	9,483
CN-Lit	Simples	<i>Circular</i>	928,487	0,803	0,669	0,134	16,687
Macro	Simples	<i>Stable</i>	314,053	0,909	0,504	0,406	44,618
Micro	Simples	<i>Circular</i>	312,495	0,589	0,531	0,058	9,847
Ea	Simples	<i>Exponential</i>	312,495	0,612	0,591	0,021	3,431
Umi-V	Simples	<i>Circular</i>	312,494	0,580	0,575	0,005	0,862
C-solo	Simples	<i>Exponential</i>	327,747	0,523	0,520	0,003	0,574
CBM	Ordinária	<i>Stable</i>	720,000	9551,211	7063,635	2487,576	26,045

Alumínio (Al); Teor de cálcio (Ca); Teor de Carbono na liteira (CN-Lit); Macroporosidade do solo (Macro); Microporosidade do solo (Micro); Espaço de aeração do solo (Ea); Umidade Volumétrica do Solo (Umi-V); Carbono do solo (C-Solo); Carbono da Biomassa Microbiana (CBM); Índice de dependência espacial (IDE).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 14 – Parâmetros para ajuste do semivariograma dos dados referentes a riqueza de morfotipos e abundância de colêmbolos, e riqueza de gênero e abundância de enquitreídeos Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste.

Atributo	Método de krigagem	Modelo	Alcance (m)	Patamar (C <sub>0</sub> +C)	Efeito Pepita (C <sub>0</sub> )	Contribuição (C)	IDE
Chapecó							
RI-Ed	Ordinária	<i>Circular</i>	370,790	0,447	0,427	0,020	4,470
RI_H	Ordinária	<i>Satble</i>	306,085	428,261	0,000	428,261	100,000
RI-Ep	Ordinária	<i>Circular</i>	327,747	2,304	0,002	3,302	99,890
RI-CT	Ordinária	<i>Circular</i>	327,747	5,089	4,371	0,718	1,411
AB-Ed	Simples	<i>Exponential</i>	327,747	0,807	0,243	0,546	69,888
AB-H	Ordinária	<i>Exponential</i>	327,747	396,185	13,785	382,400	96,521
AB-Ep	Simples	<i>Exponential</i>	720,000	0,712	0,434	0,278	39,045
AB-CT	Ordinária	<i>Exponential</i>	411,470	1635,555	734,469	901,1086	0,061
RI-ET	Ordinária	<i>Spherical</i>	840,000	0,709	0,705	0,004	0,564
AB-ET	Ordinária	<i>Stable</i>	748,565	1,279	0,000	1,279	100,000
Pinhalzinho							
RI-Ed	Ordinária	<i>Circular</i>	343,743	0,123	0,096	0,027	21,951
RI_H	Simples	<i>Stable</i>	525,644	0,508	0,360	0,148	29,154
RI-Ep	Ordinária	<i>Stable</i>	333,770	278,109	41,721	236,388	84,998
RI-CT	Ordinária	<i>Stable</i>	576,595	44107,749	20136,053	23971,696	54,348
AB-Ed	Ordinária	<i>Exponential</i>	343,743	23,096	22,564	0,532	2,303
AB-H	Simples	<i>Stable</i>	676,506	0,627	0,600	0,027	4,273
AB-Ep	Ordinária	<i>Stable</i>	408,421	0,715	0,187	0,528	73,882
AB-CT	Simples	<i>Stable</i>	576,595	44107,749	20136,053	23970,947	54,349
RI-ET	Simples	<i>Stable</i>	333,770	1,001	0,107	0,894	89,292
AB-ET	Ordinária	<i>Stable</i>	333,770	1,007	0,107	0,900	89,359
São Miguel do Oeste							
RI-Ed	Ordinária	<i>Exponential</i>	312,494	8,610	1,326	7,284	84,599
RI_H	Ordinária	<i>Circular</i>	720,000	15275089,627	0,000	15275089,627	100,000
RI-Ep	Simples	<i>Exponential</i>	312,494	1,061	0,078	0,983	92,648
RI-CT	Ordinária	<i>Stable</i>	314,053	7166469,366	7166,469	7159302,896	99,900
AB-Ed	Simples	<i>Exponential</i>	312,494	0,412	0,374	0,038	9,223
AB-H	Simples	<i>Exponential</i>	920,546	1,689	0,000	1,689	100
AB-Ep	Simples	<i>Exponential</i>	312,495	1,180	1,179	0,001	0,072
AB-CT	Simples	<i>Exponential</i>	840,000	0,838	0,390	0,448	53,461
RI-ET	Simples	<i>Stable</i>	317,360	0,550	0,530	0,020	3,636
AB-ET	Simples	<i>Exponential</i>	312,494	0,501	0,499	0,002	0,399

Riqueza de morfotipos de colêmbolos edáficos (RI-Ed); Riqueza de morfotipos de colêmbolos hemiedáficos (RI-H); Riqueza de morfotipos de colêmbolos epígeos (RI-Ep); Riqueza de morfotipos de colêmbolos total (RI-CT); Abundância de colêmbolos edáficos (AB-Ed); Abundância de colêmbolos hemiedáficos (AB-H); Abundância de colêmbolos epígeos (AB-Ep); Abundância total de colêmbolos (AB-CT); Riqueza de gêneros de enquitreídeos (RI-ET); Abundância de enquitreídeos (AB-ET). Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A alta amplitude dos valores e o alto coeficiente de variação indicam a existência de heterogeneidade na abundancia e riqueza de colêmbolos e enquitreídeos e nos atributos

químico, físicos e microbiológicos do solo nos cenários de estudo. A abundância e a riqueza de morfotipos de colêmbolos e gêneros de enquitreídeos, entretanto, apresentaram maior variação que a observada para os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo e da liteira.

A análise geoestatística dos dados revelaram ainda que a distância de amostragem entre os pontos avaliados em cada cenário foi suficiente para a avaliação da variabilidade espacial e permitiu verificar que todas as variáveis avaliadas apresentaram dependência espacial.

Com base no IDE (tabela 14) observou-se que a dependência espacial dos colêmbolos apresentou diferença entre os cenários, e entre os grupos ecomorfológicos. Quanto a abundância, todos os grupos ecomorfológicos apresentaram IDE baixo ou médio, com exceção dos Hemiedáficos que apresentaram alta dependência espacial nos cenários de Chapecó e Pinhalzinho. No que se refere a riqueza de morfotipos em São Miguel do Oeste todos os grupos ecomorfológicos apresentaram alto IDE, em Chapecó e Pinhalzinho os colêmbolos epígeos apresentaram alto IDE enquanto os outros grupos apresentam IDE entre baixo e médio. Da mesma forma, a dependência espacial dos enquitreídeos variou entre os cenários de avaliação. Tanto riqueza quanto abundância apresentaram baixo IDE em São Miguel do Oeste e alto IDE em Pinhalzinho, em Chapecó riqueza apresentou baixo IDE e Abundância alto IDE.

#### 4.4 INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM E DOS ATRIBUTOS DO SOLO NA COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DE ENQUITREÍDEOS E COLÊMBOLOS

Não foram observadas diferença na variabilidade (PERMANOVA) da abundância de enquitreídeos para os três cenários de paisagem estudados (pseudo-F: 0,279 ; p: 0,6291) e para os fragmentos de uso do solo (pseudo-F: 0,462 ; p: 0,2635). Também não foram observadas interações entre estas fontes de variação (Tabela 15) nas comunidades de enquitreídeos entre os municípios, e não significativa entre os usos do solo. Não houve interação entre os fatores município e Uso do solo.

Tabela 15 – PERMANOVA da comunidade de Enquitreídeos com base no coeficiente de Bray-Curtis para os dados de abundância transformados.

Parâmetros	SQ	GL	QM	pseudo-F	P
Cenários	0,84082	2	0,42042	0,27913	0,6291
Fragmentos	3,4835	5	0,69671	0,46248	0,2635
Interação	-60,048	10	-6,0048	-3,9869	0,7341
Resíduo	103,92	69	1,5061		
Total	48,2	86			

(n = 87;  $\alpha$  = 5%) . Fonte: gerado pelo autor, 2019.

Para observar com mais detalhes realizou-se uma comparação aos pares (tabela 16). Onde novamente não houve diferença significativamente entre os cenários estudados, contudo o sistema PE diferiu significativamente de PA, PD e ILP.

Tabela 16 – Comparação aos pares entre as paisagens e uso do solo da PERMANOVA da comunidade de enquitreídeos.

Municípios		<i>p-value</i>	Municípios		<i>p-value</i>
CHA	PNZ	0,986	SMO	PNZ	0,2903
CHA	SMO	0,367			
Usos		<i>p-value</i>	Usos		<i>p-value</i>
FN	PA	0,1066	PA	CP	1,0000
FN	PE	0,1537	PE	PD	0,0117
FN	PD	0,3901	PE	ILP	0,0100
FN	ILP	0,1897	PE	CP	0,4036
FN	CP	0,9645	PD	ILP	0,2768
PA	PE	0,0038	PD	CP	0,9550
PA	PD	0,4782	ILP	CP	1,0000
PA	ILP	0,7681			

(n=87;  $\alpha$ =5%). CHA: Chapecó; PNZ: Pinhalzinho; SMO: São Miguel do Oeste; FN: Floresta Nativa; PA: Pastagem; PE: Plantio de eucalipto; PD: Plantio direto; ILP: Integração lavoura-pecuária; CP: Capoeira Fonte gerado pelo autor, 2019.

Utilizando análise de SIMPER determinou-se a contribuição dos gêneros de enquitreídeos para separação entre os fragmentos de uso do solo (Tabela 17). Observou-se que os gêneros de enquitreídeos que mais contribuíram (< 10%) para a dissimilaridade entre os sistemas de uso do solo foram *Enchytraeus* e *Fridericia* .

Tabela 17 – Contribuição dos gêneros de enquitreídeos para a dissimilaridade dos sistemas de uso do solo por análise SIMPER.

Gênero	Contribuição SIMPER
<i>Enchytraeus</i>	PE-PA (58,96%); PE-PD (62,49%); PE-ILP (56,39%)
<i>Fridericia</i>	PE-PA (29,91%); PE-PD(22,19%); PE-ILP (43,61%)
<i>Hemienchytraeus</i>	PE-PA (7,84%); PE-PD (9,90%);
<i>Guaranidrillus</i>	PE-PA (4,30%); PE-PD (4,40%);
<i>Achaeta</i>	PE-PD (1,02%);

(n=87;  $\alpha=5\%$ ) Planto de Eucalipto (PE); Pastagem (PA); Plantio Direto(PD); Integração lavoura pecuária (ILP).

Fonte: gerado pelo autor, 2019.

Para compreender a relação entre a riqueza de gêneros de enquitreídeos e sua abundância com os atributos químicos, físicos e biológicos do solo e liteira realizou-se uma correlação de Spearman (Tabela 18). O pH, teores de Ca, Al, K, o espaço de aeração e a umidade volumétrica do solo correlacionaram-se positivamente com a riqueza de gêneros e a abundância de enquitreídeos. O teor de Mg e Argila correlacionaram-se exclusivamente com abundância de enquitreídeos e a macroporosidade com riqueza de gêneros de enquitreídeos.

Tabela 18 – Correlação de Spearman entre a abundância total e riqueza de gêneros de enquitreídeos e os atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

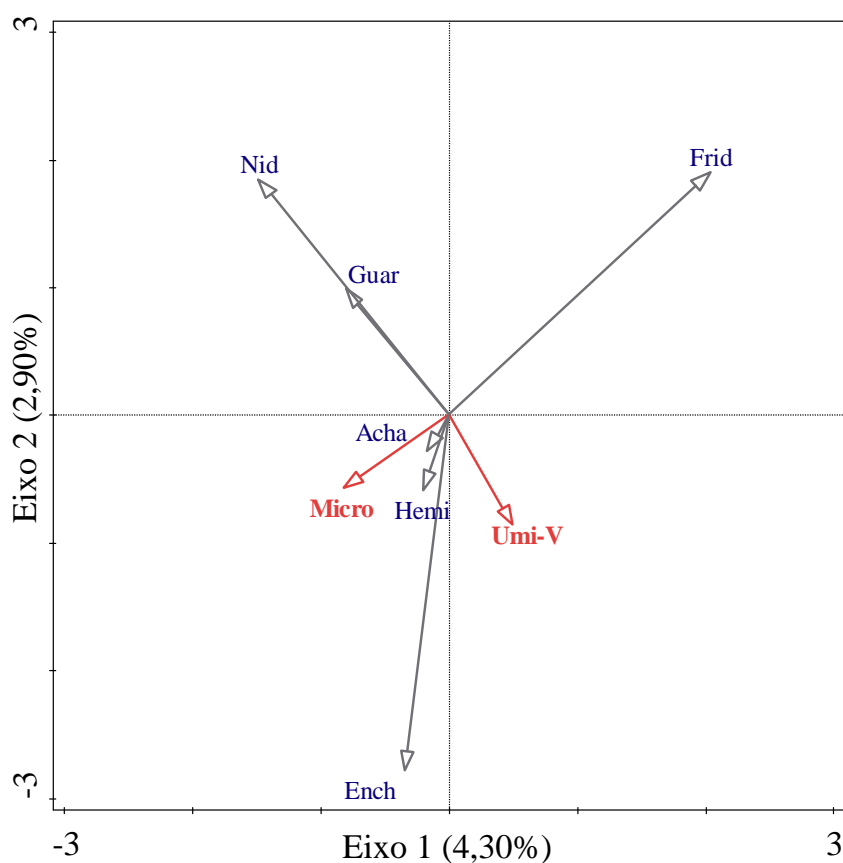
Atributo	Abundância	Riqueza
pH	0,304*	0,243*
Ca	0,321*	0,252*
Mg	0,242*	ns
Al	-0,275*	-0,227*
Argila	-0,237*	ns
K	0,353*	0,273*
Macro	ns	-0,229*
Ea	-0,223*	-0,236*
Umi-V	0,240*	0,248*

Macroporos (Macro); Espaço de aeração (Ea); Umidade volumétrica (Umi-V); \*p < 0,05; ns: não significativo; n=87. Fonte: gerado pelo autor, 2019.

Com base na Análise de redundância baseada em distância (db-RDA) da comunidade de enquitreídeos, os atributos químicos físicos e microbiológicos do solo e as métricas da paisagem observou-se correlação entre a Umidade volumétrica do solo e a microporosidade do solo com a comunidade de enquitreídeos nos três cenários (Figura 13). Estes resultados foram

provenientes da seleção de variáveis por *forward selection*, sendo que a variação total dos dados foi de 12,61%, as variáveis respostas contabilizaram 7,2% dessa variação e após à correção por *False Discovery rate* a variáveis explicativas corresponderam a 4,6% da variação total, destes 4,20% foi explicado pelo eixo 1 e 2,90% pelo eixo 2.

Figura 13 – Plotagem da Análise da redundância baseada em distância (db-RDA) entre as comunidades de enquitreídeos e as variáveis ambientais significativas selecionadas. (P ajustado < 0,05 e correção FDR)



Fridericia (Frid); Enchytraeus (Ench); Guaranidrilus (Gua); Hemienchytraeus (Hemi); Achaeta (Ach); Enquitreídeos não identificados (Nid); Umidade Volumétrica (Umi-V); Micro porosidade do solo (Micro). Fonte: gerado pelo autor, 2019.

Em relação aos colêmbolos a análise da abundância por PERMANOVA indicou diferenças significativas (pseudo-F: 1,317; p: 0,0001) nas comunidades de colêmbolos entre os cenários da paisagem (pseudo-F: 0,769; p: 0,0002) e entre os fragmentos de usos do solo. Não houve interação entre os cenários e os fragmentos de uso do solo (Tabela 19).

Tabela 19 – PERMANOVA da comunidade de colêmbolos com base no coeficiente de Bray-Curtis para os dados de abundância transformados.

Parâmetros	SQ	GL	QM	pseudo-F	p
Cenários	1,7043	2	0,852	1,3171	0,0001
Fragments	2,575	5	0,515	0,796	0,0002
Interação	-25,38	10	-2,538	-3,9229	0,7232
Resíduo	44,641	69	0,6469		
Total	23,54	86			

n = 87 ( $\alpha = 5\%$ ) Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Utilizando uma análise de comparação aos pares (Tabela 20) para detalhar a diferença entre os cenários e os efeitos dos fragmentos com os diversos usos do solo observou-se que todos os cenários diferiram entre si em termos de abundância e riqueza de colêmbolos. A comparação entre os tipos de fragmentos revelou que a Floresta nativa diferiu da pastagem (PA) e do plantio direto (PD). Por sua vez, a pastagem diferiu do plantio de eucaliptos (PE), do plantio direto e do sistema de integração lavoura pecuária (ILP).

Tabela 20 – Comparação aos pares entre as paisagens e uso do solo da PERMANOVA da comunidade de colêmbolos

Cenários			Municípios		
<i>p-value</i>			<i>p-value</i>		
CHA	PNZ	0,001	SMO	PNZ	0,004
CHA	SMO	0,001			
Usos			Usos		
<i>p-value</i>			<i>p-value</i>		
FN	PA	0,005	PA	CP	0,084
FN	PE	0,465	PE	PD	0,104
FN	PD	0,014	PE	ILP	0,301
FN	ILP	0,234	PE	CP	0,400
FN	CP	0,780	PD	ILP	0,275
PA	PE	0,001	PD	CP	0,522
PA	PD	0,0004	ILP	CP	0,751
PA	ILP	0,005			

(n=87;  $\alpha=5\%$ ).CHA: Chapecó; PNZ: Pinhalzinho; SMO: São Miguel do Oeste; FN: Floresta Nativa; PA: Pastagem; PE: Plantio de eucalipto; PD: Plantio direto; ILP: Integração lavoura-pecuária; CP: Capoeira. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Na tabela 21 são apresentados os resultados da análise se SIMPER, indicando a contribuição dos morfotipos de colêmbolos na separação dos municípios e dos SUS. Ao observar os resultados da análise de SIMPER, os morfotipos que mais contribuíram (< 10%) para a dissimilaridade entre os cenários nos municípios foram o Ed6, H4, H25, H48 H50, Ep



9 e Ep 17. Os colêmbolos hemiedáficos foram os que mais contribuíram para a diferenciação das áreas.

Tabela 21 – Contribuição das morfotipos de colêmbolos para a dissimilaridade dos cenários por análise SIMPER (< 10%) nos municípios de Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste, SC.

Grupo	Morfotipo	Contribuição SIMPER
<i>Edáfico</i>	Ed6	CHA-PNZ (12,17%); PNZ-SMO(12,65%)
	H4	CHA-PNZ (14,56%); CHA-SMO (14,01%); PNZ-SMO(16%)
<i>Hemiedáfico</i>	H25	CHA-SMO (11,31%); PNZ-SMO (12,59%)
	H48	CHA-SMO (11,18%); PNZ-SMO (15,41%)
	H50	CHA-SMO (10,07%); PNZ-SMO (10,37%)
<i>Epígeo</i>	Ep9	CHA-PNZ (10,51%)
	Ep17	CHA-PNZ (10,99%); CHA-SMO (12,76%); PNZ-SMO(13,41%)

n = 87; ( $\alpha = 5\%$ ) . CHA: Chapecó; PNZ: Pinhalzinho; SMO: São Miguel do Oeste. Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Na tabela 22 é apresentado o resultado da análise de SIMPER indicando a contribuição dos morfotipos de colêmbolos na separação dos SUS. Ao observar os resultados da análise de SIMPER, os morfotipos que mais contribuíram (< 10%) para a dissimilaridade entre os fragmentos com os diferentes SUS foram o Ed6, H4, H25, H48, H50, Ep9 e Ep17. Os morfotipos que contribuíram para a diferenciação dos municípios foram os mesmo que diferenciaram os SUS.

Tabela 22 – Contribuição das morfotipos de colêmbolos para a dissimilaridade dos fragmentos de uso do solo por análise SIMPER (< 10%).

Grupo	Morfotipo	Contribuição SIMPER
<i>Edáfico</i>	Ed6	FN-PD (10,44%)
<i>Hemiedáfico</i>	H4	FN-PA (21,93%); FN-PD (15,17%); PA-PE (15,35%); PA-PD (16,54%); PA-ILP (11,1%)
	H25	PA-PE (10,89%); PA-PD (10,14%)
	H48	FN-PA (21,93%); PA-PE (22,4%); PA-PD (20,96%); PA-ILP (17,81%)
	H50	FN-PA (12,56%); PA-PE (14,31,4%); PA-PD (13,25%); PA-ILP (10,56%)
<i>Epígeo</i>	Ep9	FN-PD (10,36%);
	Ep17	FN-PD (11,52%); PA-PE (10,70%); PA-PD (11,12%); PA-ILP (12,29%)

n = 87; ( $\alpha = 5\%$ ) . FN: Floresta Nativa; PA: Pastagem; PE: Plantio de eucalipto; PD: Plantio direto; ILP: Integração lavoura-pecuária. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Para compreender a relação entre a abundância total, a riqueza de morfotipos de colêmbolos e os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo e liteira realizou-se uma correlação de Spearman (Tabela 23). A abundância de colêmbolos correlacionou-se negativamente com a massa seca da liteira (MSL), e com o teor de nitrogênio nela (N-lit). Ao contrário a relação CN da liteira que contribuiu positivamente para a abundância de colêmbolos nos cenários estudados. A abundância também foi afetada negativamente por características físicas do solo como a macro e microporosidade (Macro, Micro), o volume de bioporos e o espaço de aeração do solo. A umidade volumétrica e a resistência a penetração, por sua vez influenciaram positivamente a abundância. A riqueza de morfotipos correlacionou-se positivamente apenas com os teores de K no solo e negativamente com espaço de aeração (Ea).

Tabela 23 – Correlação se Spearman entre a abundância total e riqueza de morfotipos de colêmbolos e os atributos químicos, físicos e biológicos do solo e da liteira .

Atributo	Abundância	Riqueza
K	ns	0,214*
MSL	-0,309*	ns
C/N-Lit	0,228*	ns
N-Lit	-0,346*	ns
Macro	-0,266*	ns
Bio	-0,256*	ns
Ea	-0,261*	-0,211*
Umi-V	0,216*	ns
R-pen	0,238*	ns

Bioporos (Bio); Resistência a penetração (R-pen); Nitrogênio da liteira (N-lit); Relação Carbono/Nitrogênio da liteira; Massa seca da liteira (MSL); Macroporos (Macro); Espaço de aeração (Ea); Umidade volumétrica (Umi-V); \*p < 0,05; ns: não significativo; n=87

Como colêmbolos possuem diferenças em termos de nicho ecológico e exigências ambientais, realizou-se uma correlação de Spearman separando a riqueza de morfotipos e a abundância de colêmbolos pelos modos de vida - edáficos, hemiedáficos e Epígeos (tabela 24). Observou-se que, de forma geral, os atributos que se correlacionaram são diferentes para cada um dos grupos ecomorfológicos. O pH, Al, P, Umi-V e C-solo relacionaram-se exclusivamente com a abundância e /ou riqueza de morfotipos edáficos. Os atributos Umi-V, Ea, DMG, MSL, N-lit, Macro, e R-pen correlacionaram-se exclusivamente com a abundância e/ou riqueza de morfotipos Hemiedáficos. A relação C/N da liteira, por sua vez, correlacionou-se exclusivamente com a abundância de colêmbolos Epígeos. Os teores de potássio correlacionaram-se com riqueza de morfotipos edáficos e abundância e riqueza de morfotipos Epígeos. A Microporosidade do solo se correlacionou-se com riqueza de morfotipos edáficos e abundância de colêmbolos hemiedáficos.

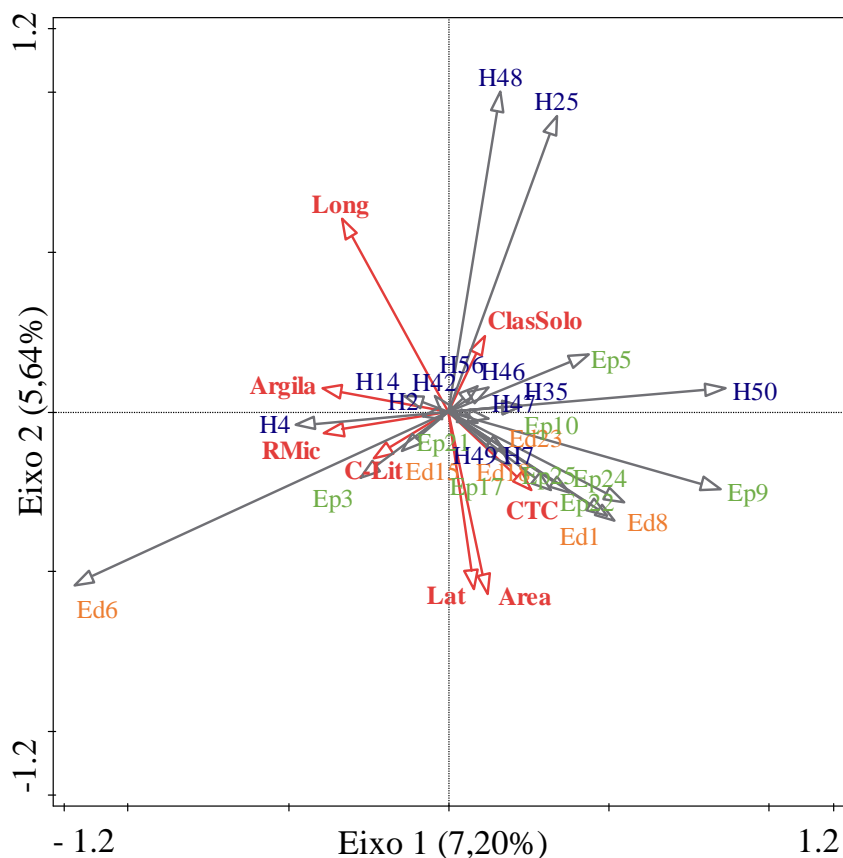
Tabela 24 – Correlação entre a riqueza e abundância de morfotipos de colêmbolos e os atributos do solo por grupo ecomorfológico.

Atributo	Edáfico		Hemiedáfico		Epígeo	
	Riqueza	Abundância	Riqueza	Abundância	Riqueza	Abundância
Ph	0,266*	0,240*	ns	ns	ns	ns
Al	-0,244*	-0,280*	ns	ns	ns	ns
P	0,337*	0,354*	ns	ns	ns	ns
K	0,211*	ns	ns	ns	0,228*	0,232*
Micro	-0,235*	ns	ns	-0,258*	ns	ns
Umi-V	Ns	ns	0,238*	Ns	ns	ns
C-Solo	-0,227*	ns	ns	ns	ns	ns
Ea	Ns	ns	-0,217*	-0,249*	ns	ns
DMG	Ns	ns	0,236*	ns	ns	ns
MSL	Ns	ns	ns	-0,299*	ns	ns
C/N-Lit	Ns	ns	ns	ns	ns	0,215*
N-lit	Ns	ns	ns	-0,284*	ns	ns
Macro	Ns	ns	ns	-0,237*	ns	ns
R-pen	Ns	ns	ns	0,267*	ns	ns

Teor de alumínio no solo (Al); Teor de Fósforo no solo (P); Teor de potássio no solo (K); Microporosidade do solo (Micro), Umidade volumétrica do solo (Umi-V); Teor de Carbono no solo (C-Solo), Densidade média de agregados (DMG); Massa seca da liteira (MSL); Relação C/N da liteira (C/N-Lit); Teor de Nitrogênio da Liteira (N-Lit); Macroporosidade do solo (Macro); Resistência a penetração (R-pen); \*p < 0,05; ns: não significativo; n=87. Fonte: gerado pelo autor, 2019.

Na figura 14 é apresentando o resultado da Análise de Redundância baseada em distância (db-RDA) da comunidade de colêmbolos em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste e nos atributos químicos físicos e biológicos do solo e métricas da paisagem.

Figura 14 - Plotagem da Análise da redundância baseada em distância (db-RDA) entre as comunidades de colêmbolos e as variáveis ambientais significativas selecionadas. (P ajustado < 0,05 e correção FDR)



Os morfotipos foram codificados com cores de acordo com seu grupo ecomorfológico: edáficos (Ed – Laranja); Hemiedáficos (H – Azul); Epígeos (Ep – Verde), as variáveis explicativas são apresentadas em vermelho. Área do fragmento (Area), Latitude (Lat); Longitude (Long); respiração Microbiana (Rmic); Teor de carbono da liteira (C-Lit), Capacidade de troca de cátions do solo (CTC); Teor de Argila no Solo (Argila); Classe do solo (CasSolo).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019., 2019.

A variação total dos dados é de 25,01%, as variáveis respostas contabilizam 20,2% dessa variação e após à correção por *False Discovery rate* as variáveis explicativas correspondem a 11,8 % da variação total, destes 7,20% é explicado pelo eixo 1 e 5,64% pelo eixo 2. Os resultados provenientes da seleção de variáveis por *forward selection* indicam a correlação entre a Latitude e Longitude do ponto de amostragem, Área total dos fragmentos, Capacidade de Troca de cátions do solo, Classe do Solo, Teor de Argila do Solo, Teor de Carbono do Solo e Respiração Microbiana com a comunidade de colêmbolos.

#### 4.5 CONTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE FLORESTA NATIVA PARA OS ECOSSISTEMAS ADJACENTES

De modo geral observou-se que a abundância de colêmbolos e enquitreídeos foi maior nos Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa ( $FN \leq 100$  m) do que nos fragmentos distantes a mais de 100 m de áreas de Floresta nativa ( $FN > 100$  m) (Tabela 25).

A riqueza de morfotipos de colêmbolos também foi maior nas áreas próximas da floresta em relação das áreas mais distantes. Em relação a riqueza de gêneros de enquitreídeos, com exceção de SMO que apresentou menor riqueza de gêneros de enquitreídeos em áreas distantes de floresta a relação às áreas próximas, em PNZ e CHA a riqueza de gêneros foi igual em ambas as áreas.

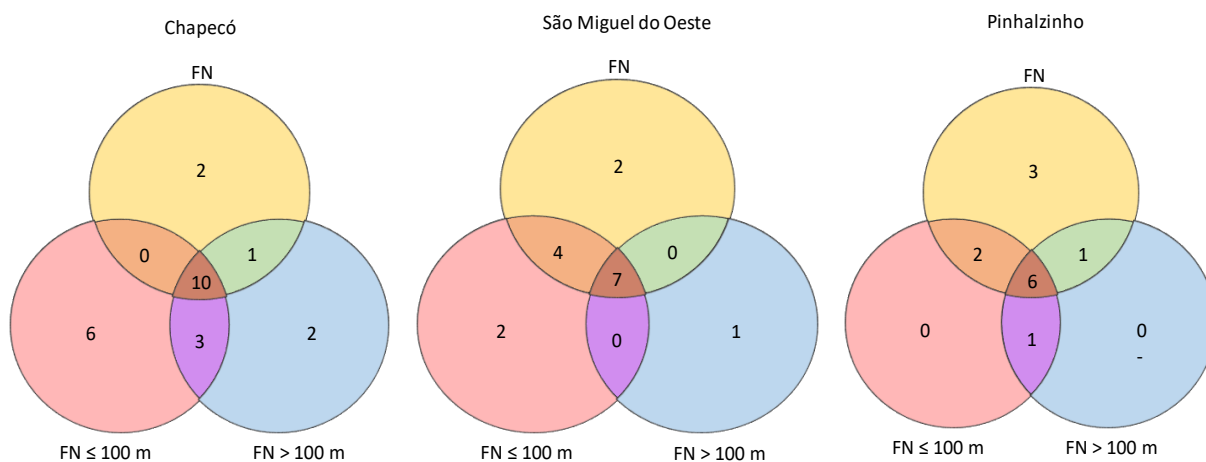
Tabela 25 – Abundância média e riqueza de colêmbolos e enquitreídeos em áreas de Floresta Nativa (FN); Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa ( $FN \leq 100$  m); Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa ( $FN > 100$  m) em Chapecó, Pinhalzinho e São Miguel do Oeste.

Área	Colêmbolos		Enquitreídeos	
	Abundância média	Riqueza	Abundância média	Riqueza
Chapecó				
$FN \leq 100$ m	66,0	19	4907,9	4
$FN > 100$ m	40,8	17	4227,3	4
FN	25,6	13	5475,1	4
Pinhalzinho				
$FN \leq 100$ m	201,9	8	6713,6	4
$FN > 100$ m	37,1	8	5390,2	4
FN	28,1	12	7045,4	3
São Miguel do Oeste				
$FN \leq 100$ m	1153,2	13	5512,5	4
$FN > 100$ m	79,6	8	2444,6	2
FN	173,8	13	1818,9	3

Floresta Nativa (FN); Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa ( $FN \leq 100$  m); Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa ( $FN > 100$  m). Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A fim de verificar se a composição das comunidades diferiu entre as áreas, elaborou-se um diagrama de Venn para a riqueza de morfotipos ecomorfológicos de colêmbolos (Figura 15) e riqueza de gêneros de enquitreídeos (Figura 16) nas áreas de Floresta Nativa, áreas distantes até 100 m de áreas de floresta e áreas com mais de 100 m de distância de áreas de Floresta Nativa.

Figura 15 – Diagrama de Venn para as distribuição de morfotipos de colêmbolos nas áreas de Floresta Nativa, Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa, Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa.



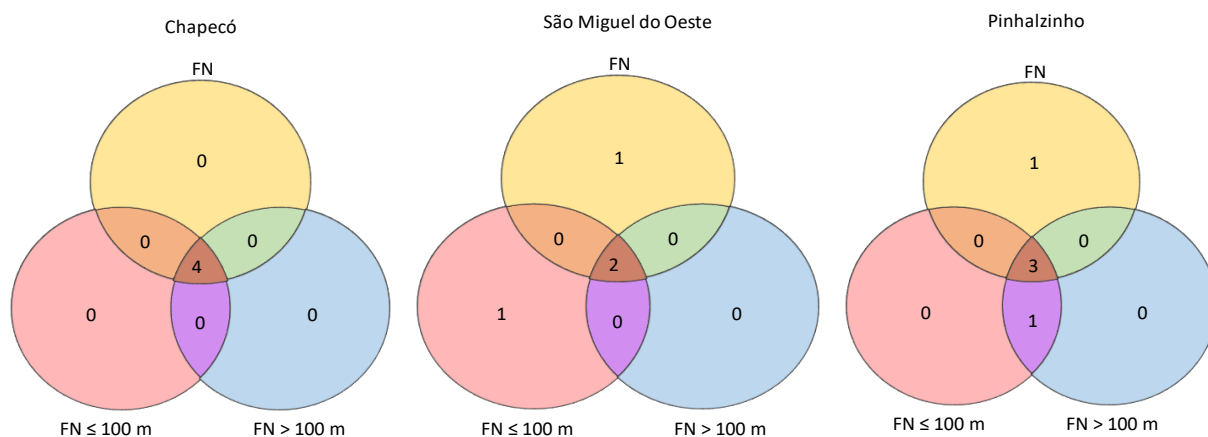
Floresta Nativa (FN); Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa (FN ≤ 100 m); Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa (FN > 100 m). Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Em Chapecó, 10 morfotipos ocorreram em todas as áreas, 2 ocorreram apenas em FN, 6 apenas em FN ≤ 100 m e 2 apenas em FN > 100 m. As áreas FN e FN > 100 m compartilham 1 morfotipo, já FN ≤ 100 m e FN > 100 m compartilham 3 morfotipos entre si.

Em São Miguel do Oeste, 7 morfotipos ocorreram em todas as áreas, 2 ocorreram apenas em FN, 2 apenas em FN ≤ 100 m e 1 apenas em FN > 100 m. As áreas de FN e FN ≤ 100 m compartilham entre si 4 morfotipos.

Em Pinhalzinho, 6 morfotipos ocorreram em todas as áreas, 3 ocorreram apenas em FN. As áreas de FN e FN ≤ 100 m compartilham entre si 2 morfotipos, as áreas de FN e FN > 100 m compartilham 1 morfotipo, já FN ≤ 100 m e FN > 100 m compartilham 1 morfotipo entre si.

Figura 16 – Diagrama de Venn para as distribuição dos gêneros de enquitreídeos nas áreas de Floresta Nativa, Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa, Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa.



Floresta Nativa (FN); Fragmentos com distância de até 100 m de áreas de mata nativa (FN ≤ 100 m); Fragmentos com distância de mais de 100 m de áreas de mata nativa (FN > 100 m). Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Em Chapecó todas as áreas compartilham os 4 gêneros entre si. Em São Miguel do Oeste, 2 gêneros ocorreram em todas as áreas a áreas, 1 ocorreu apenas em FN, 1 apenas em FN ≤ 100 m. Em Pinhalzinho, 3 gêneros ocorreram em todas as áreas a, 1 ocorreu apenas em FN. As áreas FN ≤ 100 m e FN > 100 m compartilham 1 morfotipo entre si.

Com base no índice de  $\beta$ -diversidade de Whitaker quando se comparou os fragmentos de floresta nativa, fragmentos distantes até 100 m de FN, e aqueles com distância maior do que 100 m de áreas de FN para as comunidades de colêmbolos e enquitreídeos (Tabela 26) observou-se que para os colêmbolos em Pinhalzinho o índice foi maior entre as áreas de FN e as áreas mais distantes de FN, e igual para a comparação entre FN e áreas próximas de FN e áreas próximas com áreas distantes de FN. Em Chapecó o índice foi maior entre áreas próximas de FN e áreas de FN, e menor entre FN e áreas distantes de FN. Em São Miguel do oeste foi maior entre áreas próximas de FN e áreas de FN e menor entre áreas próximas de FN e áreas distantes de FN.

Para os enquitreídeos em Chapecó o índice foi maior entre áreas próximas de FN e áreas de FN, e menor entre áreas próximas de FN e áreas distantes de FN. Em Pinhalzinho o índice foi maior entre as áreas de FN e as áreas mais distantes de FN e menor entre áreas próximas de



FN e áreas distantes de FN. Em São Miguel do Oeste o índice foi maior entre áreas próximas de FN e áreas de FN, e menor entre áreas próximas de FN e áreas distantes de FN.



## 5. DISCUSSÃO

Os cenários de fragmentação selecionados na região Oeste de Santa Catarina apresentaram composição e estrutura diferenciadas, confirmando a hipótese de que a atividade agrícola promove diferentes estruturas em uma escala mais regional da paisagem. Com base nas métricas de paisagem utilizadas neste estudo o cenário de São Miguel do Oeste foi o mais fragmentado seguido de Pinhalzinho e Chapecó.

As métricas da paisagem permitiram avaliar a estrutura e composição da paisagem de forma eficiente e objetiva do que apenas uma avaliação visual e subjetiva dos mapas de uso e cobertura da terra, possibilitando ainda uma comparação entre diferentes cenários através de métodos estatísticos. Apesar de não haver uma medida que avalie um *grau de fragmentação da paisagem* algumas métricas permitiram avaliar quais cenários eram mais ou menos fragmentados. Destacaram-se as seguintes métricas: riqueza de classe, densidade de borda e Índice de diversidade de Simpson. As classes indicaram a diversidade de fragmentos dentro dos cenários avaliados sendo a diversidade de classe foi menor nos cenários menos fragmentados. Ainda nesse sentido. O índice de diversidade de Simpson seguiu a mesma tendência, sendo maior no cenário mais fragmentado e menor no cenário menos fragmentado. A densidade de borda, por medir o número de bordas por unidade de área permitiu avaliar a fragmentação da paisagem, sendo maior no cenário mais fragmentado, e menor no cenário menos fragmentado.

Houve diferença na riqueza e abundância de colêmbolos e enquitreídeos entre os cenários de avaliação. Para colêmbolos, o cenário menos fragmentado apresentou a menor abundância e a maior riqueza de morfotipos, e o cenário mais fragmentado apresentou a maior abundância de colêmbolos. Em relação aos enquitreídeos, o cenário mais fragmentado apresentou a menor abundância, e a riqueza não variou entre os cenários de fragmentação. Estes resultados confirmam a hipótese de que o grau de fragmentação influencia a diversidade das comunidades da mesofauna.

Apesar de haver diferença entre os cenários, as métricas da paisagem não foram capazes de explicar a variabilidade da mesofauna dentro dos cenários de avaliação. Por outro lado, a mesofauna apresentou dependência espacial, ou seja, a ocorrência de morfotipos de colêmbolos e gêneros de enquitreídeos, bem como a sua abundância varia com a distância, o que pode estar relacionada com a variação do uso do solo em cada fragmento.

Contudo, este estudo permitiu determinar os fragmentos florestais exercem influência positiva na abundância e riqueza das comunidades de colêmbolos e enquitreídeos, fato observado para os fragmentos localizados até 100 m de distância dos fragmentos de

remanescentes florestais. Nestes fragmentos a riqueza de morfotipos de colêmbolos e sua abundância foram maiores em relação aqueles mais distantes. O mesmo foi observado para a abundância de enquitreídeos que foi maior nos fragmentos próximos de floresta em relação aos distantes acima de 100 m.

Os resultados obtidos vão de encontro com os obtidos por Marichal et al. (2014) em estudo conduzido na Amazônia onde encontraram maior densidade e riqueza de macrofauna em áreas localizadas até 100 m de áreas de FN do que em áreas localizadas a mais de 100 metros de áreas de FN. Os autores sugerem que uma área de Floresta próxima pode atuar como uma *fonte* de fauna para as áreas adjacentes.

Este modelo é descrito por Pullian (1988) e Dias (1996) como *fonte-dreno* na regulação de populações biológicas, onde a heterogeneidade dos habitats é levada em consideração, nele há um habitat de boa qualidade – *fonte* e um habitat de baixa qualidade – *dreno*. No habitat *fonte* há um superávit demográfico já no habitat *dreno* a reprodução é insuficiente para balancear com a mortalidade do local, no entanto as populações podem persistir em tais habitats devido a serem mantidas pelas áreas de *fonte* nas proximidades. Dentro de uma paisagem, uma migração permanente de indivíduos da *fonte* para o *dreno* pode levar a uma estabilização do sistema demográfico geral.

De acordo com Marichal et al. (2014) a manutenção das florestas naturais próximas as áreas destinadas a produção agrícola, favorecem de forma mais efetiva a diversidade e a dispersão dos organismos edáficos, do que quando distantes. Tais evidencias confirmam a hipótese de que a estrutura e a composição da paisagem em decorrência da fragmentação da paisagem têm influência sobre a diversidade da mesofauna.

Assim como as métricas da paisagem, as variáveis químicas, físicas e microbiológicas do solo e littera não influenciaram decisivamente na composição das comunidades de colêmbolos e enquitreídeos. A porcentagem de variação explicada por elas foi relativamente baixa, sendo de 7,20% para colêmbolos e 4,60% para enquitreídeos. O restante dessa variação pode ser atribuído a outros processos ecológicos não avaliados. A relação entre comunidades e variáveis ambientais atende apenas pela avaliação da seleção por homogeneização, não sendo avaliado a contribuição dos processos de erosão gênica, migração e diferenciação.

Alguns atributos, entretanto, relacionaram-se com as comunidades de colêmbolos e enquitreídeos. A análise de correlação de Spearman indicaram correlação positiva entre a riqueza e a abundância de colêmbolos edáficos com pH e correlação negativa com os teores de Al. De acordo com Santos et al. (2018) colêmbolos são sensíveis a alterações no pH,

especialmente os colêmbolos edáficos já que vivem exclusivamente no solo e consequentemente podem ser mais rapidamente afetados por alterações na acidez do solo.

Ponge (2000) indica que existem dois grupos de colêmbolos em relação a sensibilidade a condições de pH do solo; os que toleram a acidez que sobrevivem a condições de pH inferior a 5; e os intolerantes, que necessitam de pH superior a 5. Considerando que as diferentes áreas avaliadas possuem diferentes níveis de manejo, variando de áreas sem influência antrópica a áreas altamente antropizadas, os valores de pH diferem muito entre as áreas. Tais fatores podem explicar a maior ou a menor relação entre os diferentes grupos ecomorfológicos e ao pH do solo.

De acordo com a db-RDA, atividade microbiana, representada pela respiração basal microbiana (R-mic), se relacionou com morfotipos hemiedáficos. A Atividade microbiana está concentrada principalmente nas camadas superficiais do solo (CUNHA et al., 2011). Santos et al. (2018) observaram relação entre a respiração microbiana e morfotipos de colêmbolos edáficos e hemiedáficos em áreas de floresta nativa em Santa Catarina. Oliveira Filho et al. (2016a) também encontraram relação positiva entre a respiração basal microbiana e colêmbolos epígeos em sistemas de integração lavoura-pecuária no planalto serrano de Santa Catarina. Havendo uma adição maior de resíduos orgânicos no solo (cobertura vegetal ou dejetos animais por exemplo) espera-se uma maior biomassa microbiana e logo uma maior atividade, o que pode explicar a relação entre a R-Mic e a comunidade de colêmbolos, tendo em vista que de acordo com Oliveira Filho e Baretta (2016a) o hábito alimentar dos colêmbolos é baseado em resíduos orgânicos vivos e especialmente no consumo de hifas fúngicas, podendo então serem afetados por essas características.

A db-RDA também indicou uma relação positiva entre os teores de Argila e morfotipos de colêmbolos hemiedáficos e negativa com morfotipos de colêmbolos epígeos. Oliveira Filho et al. (2016a) também encontrou relação negativa entre argila e morfotipos de colêmbolos epígeos e hemiedáficos em áreas de plantio convencional e com morfotipos de colêmbolos epígeos em áreas de integração lavoura-pecuária.

Em relação a composição da liteira correlações positivas foram observadas com a relação C/N. A db-RDA apontou ainda uma relação entre morfotipos epígeos e teor de carbono da liteira. Os colêmbolos epígeos vivem na interface solo-liteira, logo são diretamente influenciados tanto pela qualidade quanto pela quantidade de liteira. Uma maior quantidade de cobertura vegetal pode conferir microclima mais estáveis, proteção e uma maior qualidade fornece uma fonte de recursos para a sobrevivência desses organismos. Chamberlain et al. (2006) afirma que os colêmbolos translocam C da liteira para o solo, além de aumentar o C

disponível da liteira para a comunidade microbiana. Com base na db-RDA observou-se também relação entre variáveis da paisagem, sendo a latitude, a longitude e a área do fragmento significativas pela análise, indicando uma maior influência do componente geográfico na explicação dos dados.

Para os enquitreídeos a análise de correlação de Spearman indica que abundância e riqueza gêneros se correlacionaram positivamente com os teores de Ca e K, Kraft (2018) encontrou relação entre os teores de cálcio do solo e o gênero *Fridericia*. Rosa et al. (2015) destaca que a presença de nutriente no solo como Ca e K é fundamenta para diversos invertebrados terrestres dada a relevância na fisiologia dos organismos se relacionado a vários mecanismos de regulação osmótica.

Os enquitreídeos também se correlacionaram positivamente com o pH e negativamente com os teores de Al no solo, Graefe e Beylich (2003) ao avaliarem os valores críticos de acidificação do solo para minhocas e enquitreídeos em 54 locais com variados atributos e tipo de manejo, encontraram que pH 4,2 é valor limitante para a estrutura de comunidade de enquitreídeos. Como a maioria das áreas avaliadas é agrícola, esses fatores e essa relação podem ser devidos a aplicação de fertilizantes e correção do pH através da calagem nas respectivas áreas.

A abundância e riqueza de enquitreídeos correlacionou-se positivamente com a Umidade volumétrica do solo, entretanto a análise de db-RDA indica uma relação negativa com o gênero *Guaranidrillus*. Beylich e Achazi (1999) avaliaram os efeitos da umidade sobre enquitreídeos a campo e em ensaios de laboratório os autores encontraram menores abundâncias em locais com baixa umidade, porém locais com alta umidade não coincidiram com altas abundâncias, não sendo possível estabelecer uma correlação matemática entre a abundância de enquitreídeos e a umidade do solo. Os autores ainda indicam, que os resultados não implicam que as populações de enquitreídeos não são controladas pela umidade do solo, mas que os métodos avaliados não são suficientes para demonstrar isso, pois a umidade volumétrica não traz informações suficientes sobre a biodisponibilidade de água para os enquitreídeos os autores ainda sugerem que a Capacidade de retenção de água do solo é um medida mais adequada.

A análise de correlação de Spearman sugere uma correlação negativa entre a riqueza de enquitreídeos e Macroporosidade do solo, e a db-RDA demonstra uma relação entre a microporosidade do solo e os gêneros *Achaeta* e *Hemienchytraeus* de ordem positiva e com o gênero *Fridericia* de ordem negativa. Os enquitreídeos influenciam a porosidade do solo (VAN VLIET et al., 1993) aumentando o volume de poros, reduzindo a compactação do solo e aumentando a condutividade hidráulica (LINDEN et al., 1994; VAN VLIET et al., 1998).

A abundância de enquitreídeos acompanha o que é observado em outros estudos no Brasil. Por exemplo Römcke e Meller (1999) encontraram na Amazônia Central entre 3900 e 4600 ind.m<sup>2</sup> enquanto na Mata Atlântica no Estado do Paraná, Römcke et al. (2007) avaliaram cinco tipos de vegetação em duas classes de solo, Cambissolo e Gleissolo. A maior abundância de enquitreídeos foi encontrada em uma floresta primária 4945 ind.m<sup>2</sup>, e em uma floresta secundária avançada 3670 ind.m<sup>2</sup> no Cambissolo e no Gleissolo, respectivamente. Niva et al. (2015) em uma Floresta de Araucária também no estado do Paraná avaliando dois métodos de extração (extração úmida quente e fria) encontrou abundância entre 2000 – 12600 ind.m<sup>2</sup> pelo método de extração úmida-quente e 500 – 12500 pelo método de extração úmida-fria.

As áreas de PD apresentaram os maiores valores de abundância em todos os municípios, Kraft (2018) ao avaliar lavouras de soja com sistema de plantio direto no oeste de Santa Catarina encontrou uma abundância de 6875 ind.m<sup>2</sup> em lavouras de alta produtividade, 3098 ind.m<sup>2</sup> em lavouras de média produtividade e 635 ind.m<sup>2</sup> em lavouras de baixa produtividade.

No presente estudo os gêneros com maior frequência foram *Enchytraeus* e *Fridericia*. O que não corrobora totalmente com os trabalhos de Schmelz et al. (2013) que indica *Guaranidrilus* e *Enchytraeus* como os gêneros dominantes na América Latina e Römcke (2007) que afirma que regiões tropicais geralmente são dominadas pelos gêneros *Guaranidrilus* e *Hemiecnytraeus*.

Em um estudo conduzido na mata atlântica Römcke et al. (2007) sugerem que tanto a abundância e a ocorrência dos gêneros *Enchytraeus* e *Fridericia* está negativamente correlacionada com a qualidade biológica dos solos, tendo em vista que eles tendem a ocorrer em áreas com algum grau de perturbação, mostraram também preferência pelo Cambissolo em relação ao Gleissolo.

Já Kraft (2018) avaliando áreas de lavoura de soja e de mata nativa na região oeste de Santa Catarina, mesma região onde o presente estudo foi conduzido, encontrou maior abundância do gênero *Enchytraeus* e *Fridericia* em todas as áreas avaliadas, o que pode indicar um fator associado a geografia (altitude, longitude e latitude e consequentemente temperatura média, regime de precipitação entre outros) na dominância desses gêneros.

Em áreas de Plantio de Eucalipto (PE) não houve ocorrência de enquitreídeos em Chapecó e São Miguel do Oeste e de apenas 3056 ind.m<sup>2</sup> em Pinhalzinho. Áreas de Plantio de Eucalipto apresentam serapilheira menos diversa e com menor qualidade nutricional que ocasiona numa menor disponibilidade de recursos para os organismos edáficos além disso, caso sejam mal manejadas podem ocasionar problemas relacionados a qualidade dos ecossistemas alterando atributos do solo (GARLET et al., 2015). Esses fatores fazem com que esses ambientes sejam

menos atrativos para alguns organismos edáficos quando comparados com área de vegetação nativa ou que apresentem uma maior disponibilidade de recursos para a seu desenvolvimento e/ou sobrevivência.

O gênero *Achaeta* teve ocorrência restrita ao sistema de FN em São Miguel do Oeste. Em estudo também realizado na região Oeste de Santa Catarina Kraft (2018) não relatou a ocorrência do gênero *Achaeta*, indicando novamente algum fator relacionado a geografia que explica a baixa frequência de ocorrência desse gênero nas áreas avaliadas. Em estudo realizado na Mata Atlântica no Estado do Paraná por Römbke et al. (2007) o gênero *Achaeta* mostrou preferência pelo Cambissolo em relação ao Gleissolo, e por áreas de pastagem e floresta em estágios iniciais de desenvolvimento. No mesmo estudo, os gêneros *Hemienchytraeus* e *Guaranidrillus* não mostrara preferência por classe de solo.

Este é pioneiro na avaliação de grupos chave da mesofauna em escalas de paisagem e em diferentes cenários de fragmentação. Para estudos futuros, sugere-se um adensamento da malha de amostragem, a fim de se tentar estabelecer relações entre as métricas da paisagem e as comunidades avaliadas. Sugere-se ainda uma intensificação na amostragem dos enquitreídeos, coletando-se mais amostras para a caracterização de um único ponto, com objetivo de superar as limitações de amostragem desse organismo.



## 6. CONCLUSÃO

A atividade agrícola resulta em diferentes cenários de fragmentação com composição e estruturas variadas na paisagem rural.

A abundância e a riqueza de colêmbolos variaram, entre os cenários; o cenário de maior fragmentação apresentou menor abundância e maior riqueza em relação ao cenário mais fragmentado. A riqueza de gêneros de enquitreídeos não variou entre os cenários, mas a abundância sim, sendo maior no cenário mais fragmentado.

As métricas da paisagem e os atributos físicos, químicos e microbiológicos não explicaram a ocorrência e distribuição das comunidades de colêmbolos e enquitreídeos nos cenários de paisagem

A distância dos fragmentos de floresta nativa afeta a abundância e riqueza nos demais fragmentos, sendo maior em fragmentos localizados a até 100 m de distância.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Eds.) **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 576p., 1995.
- AMORIM, M. J. B.; KUPERMAN, R.; RÖMBKE, J. **Enchytraeid reproduction tests**. In H. MOSER & J. RÖMBKE Ecotoxicological characterization of waste - results and experiences from an International ring test New York. Springer, p. 177 -182, 2009.
- AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; BADEJO, M. A. **Amostragem de Mesofauna edáfica utilizando funis de Berlese-Tüllgren modificado**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2006. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Circular técnica,17).
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDNER, L. P.; MIQUELLUTI, D. J. **Fauna Edáfica Avaliada por Armadilhas e Catação Manual Afetada pelo Manejo do Solo na Região Oeste Catarinense**. Revista de Ciências Agroveterinárias, 2:97-106, 2003.
- BARETTA, D.; FERREIRA, C. S.; SOUZA, J. P.; CARDOSO, E. G. B. N. **Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com Araucaria angustifolia**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. especial, p. 2693-2699, 2008.
- BÉLISLE, M.; DESROCHERS, A.; FORTIN, M. J. **Influence of forest cover on the movements of forest birds: a homing experiment**. Ecology. 82:1893–904, 2001
- BERGIN, T. M.; BEST, L. B.; FREEMARK, K.E.; KOEHLER, K. J. **Effects of landscape structure on nest predation in roadsides of a midwestern agroecosystem: a multiscale analysis**. Landscape Ecology. 15:131–43, 2000.
- BEYLICH, A; ACHAZI, R.K., **Influence of low soil moisture on enchytraeids**. Newsletter on Enchytraeidae, v. 6, p. 49-58, 1999.
- BORGES, M. A. **Diversidade morfológica de colêmbolos em sistemas de uso do solo no Leste de Santa Catarina**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de ciências Agroveterinárias, Lages, 2017.
- BRASIL. Lei nº 12.651 de 15 de maio de 2012. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Legislativo, Brasília, DF, 2012
- BERNER, P.G.M. et al. **Variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas de um Cambissolo sob dois sistemas de manejo de cana-de-açúcar**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 31, p. 837–844. 2007.

- CARDIM, M. **Mapeamento do comportamento multivariado das principais variáveis climáticas de interesse agrícola do Estado de São Paulo**. 2001. 124f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- CHAMBERLAIN, P. M., McNAMARA, N. P., CHAPLOW, J., STOTT, A. W., BLACK, H. I. **Translocation of surface litter carbon into soil by Collembola**. Soil Biology and Biochemistry. V. 38, n. 9, p. 2655-2664, 2006.
- CHOMITZ, K. M. **Transfer of Development Rights and Forest Protection: an exploratory analysis**. International Regional Science Review, v. 27, n. 3, p. 348-373, 2004.
- CHEN, H. **VennDiagram: Generate High-Resolution Venn and Euler Plots**. R package version 1.6.20. <https://CRAN.R-project.org/package=VennDiagram>, 2018.
- CLARK, I. **Practical geostatistics**. London: Applied Science publishers Ltda, 123 p. 1979.
- CUNHA, E. Q. et al. **Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: I - atributos físicos do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 589-602, abr. 2011
- DEUTSCH, C.V., JOURNEL, A.G. **GSLIB: geostatistical software library**. New York: Oxford Univ. Press, 1998.
- DIAS, P. C. **Sources and sinks in population biology**. Trends in Ecology and Evolution. V. 11, ed. 8, p. 324-330, 1996.
- DIDDEN, W.A.M., **Ecology of terrestrial Enchytraeidae**. Pedobiologia, vol. 37, p. 2-29, 1993.
- ESRI. **Using ArcGIS Geostatistical Analyst**. Redlands, CA -USA: ESRI Press, 300 p. 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 212p, 1997.
- FAHRIG, L. **Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity**. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.
- FORMAN, R. T. T. **An ecology of the landscape**. BioScience, 1983.
- FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge University Press, 1995.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. Wiley & Sons, 1086
- FENOGLIO, M. S.; SRIVASTAVA, D.; VALLADARES, G.; CAGNOLO, L; SALVO, A. **Forest fragmentation reduces parasitism via species loss at multiple trophic levels**. Ecology, 93: 2407-2420, 2012.

GREAFE, U.; BEYLICH, A. **Critical values of soil acidification for annelid species and decomposer community**. Newsletter on Enchytraeidae, n 8, p 51- 55, 2003.

GARLET, J. et al. **Fauna de Coleoptera Edáfica em Eucalipto sob Diferentes Sistemas de Controle Químico da Matocompetição**. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 2, p. 239–248, 2015.

GISIN, H. **Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im schweizerischen Exkursionsgebiet Basels**. Rev. Suisse Zool. 50:131–224. 1943.

GRAEFE, U.; SCHMELZ, R.M. **Indicator values, strategy types and life forms of terrestrial Enchytraeidae and other microannelids**, Newsletter on Enchytraeidae, v. 6, p 59-67, 1999.

GUERRA, P.A.G. **Geoestatística operacional**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, Ministério de Minas e Energia, 145 p., 1988.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, D. **PAST: Paleontological Statistics Software Package. for Education and Data Analysis**. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp., 2001.

HENDRIX, P.F. et al. **Detritus Food Webs in Conventional and No-tillage Agroecosystems**. BioScience 36 (6): 374-380, 1986

HOPKIN, S. P. **Biology of the Springtails (Insecta: Collembola)**. Oxford: Oxford University Press,. 340, p. 1997

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – **ISO Soil quality: sampling of soil invertebrates. Part 3: sampling and soil extraction of enchytraeids**. 23611-3. Genebra, 2007.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – **ISO Soil quality: sampling of soil invertebrates. Part 2: sampling and soil extraction of microarthropods (Collembola and Acarina)**. 23611-3. Genebra, 2006.

JÄNSCH, S. & RÖMBKE, J. **Ecological characterization of selected enchytraeid species (Enchytraeidae, Oligochaeta). A literature research**. Newsletter on Enchytraeidae, v. 8, p 57-68, 2003.

JÄNSCH, S.; AMORIM, M. J.; RÖMBKE, J. **Identification of the ecological requirements of important terrestrial ecotoxicological test species**. Environmental Reviews, v. 13, n. 2, p. 51–83, 2005.

JONES, C.G., LAWTON, J.H., SHACHAK, M. **Organisms as ecosystem engineers**. Oikos 69. 373-386, 1994.

KRAFT, E. **Indicadores biológicos de qualidade do solo e suas relações com produtividade de soja (*Glycine max* L.) no oeste catarinense**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de ciências Agroveterinárias, Lages, 2018.

- KOMONEM, A.; PENTILÄ, R.; LINDGREN, M. & HANSKI, I. **Forest fragmentation truncates a food chain based on an old-growth forest bracket fungus**. *Oikos* . 90: 119-126, 2000.
- KURKI, S.; NIKULA, A.; HELLE, P.; LINDEN, H. **Landscape fragmentation and forest composition effects on grouse breeding success in boreal forests**. *Ecology*, 81:1985–97, 2000.
- LI, S.; YANG, B. **Introducing a new method for assessing spatially explicit processes of landscape fragmentation**. *Ecological Indicators*, v. 56, p. 116–124, 2015.
- LINDEN, D. R. et al. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B. A. (Eds.), **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment**. SSSA Special Publication, Madison, p. 91-106, 1994.
- LOUZADA, J. C.; ZANETTI, R.. **Bioindicadores de impactos ambientais**. In: Fatima Maria de Souza Moreira; Juvenil E. Cares; Ronald Zanetti; Sidney L. Stürmer. (Org.). *O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. 1ed.Lavras: Editora UFLA, 2013, v. 1, p. 139-168.
- MACHADO, J. S. **Diversidade morfológica de colêmbolos (Hexapoda: Collembola) em sistemas de manejo solo**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de ciências Agroveterinárias, Lages, 2015.
- MARICHAL, R. et al. **Soil macroinvertebrate communities and ecosystem services in deforested landscapes of Amazonia**. *Applied Soil Ecology*, v. 83, p. 177–185, 2014.
- McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A.; ENE, E. FRAGSTATS v4: **Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html> 2012.
- METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens**. *Biota Neotropica*. v.1, 2001.
- MITCHEL, M. G. et. al. **Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services**. *Trends in ecology and Evolution*. v. 30, p. 190-198, 2015.
- NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape ecology: theory and application**. Springer-Verlag, 1994.
- NIVA, C.C. et al. **Enchytraeídeos**. IN: *Manual de Biologia dos Solos Tropicais*. MOREIRA, F.M.A. Lavras: UFLA, 2010.
- NIVA, C. C. et al. **Enchytraeid abundance in Araucaria Mixed Forest determined by cold and hot wet extraction**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n. 4, p. S169–S175, 2015.
- O'CONNOR, F.B. **Extraction of enchytraeid worms from a coniferous forest soil**. *Nature*, v. 175, n. 4462, p. 815-816, 1955.

OLIVER, M.A. **Exploring soil spatial variation geostatistically**. In: EUROPEAN CONF. ON PRECISION AGRICULTURE, 2, 1999, Denmark. Anais... Denmark: IPAS, 1999.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I. et al. **Collembola Community Structure as a Tool to Assess Land Use Effects on Soil Quality**. p. 1–18, 2016.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D. **Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos?** v. 17, p.21-40, 2016.

OVALLES, F.A.; REY, J.C. **Variabilidad interna de unidades de fertilidad en suelos de la depresión del Lago de Valencia**. Agronomie Tropicale, Nogent-sur-marne, v.44, p.41-65, 1994.

POMPEO, P. N. et al. **Fauna and its relation to edaphic attributes in Lages, Santa Catarina - Brazil**. Scientia Agraria, v. 17, n. 1, 2016.

POMPEO, P. N. et al. **Morphological diversity of coleoptera (Arthropoda: Insecta) in agriculture and forest systems**. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, v. 41, p. e0160433, 2017.

PARISI, V. **The biological soil quality, a method based on microarthropods**. Acta Naturalia de L'Ateneo Parmense, v. 37, p. 97-106, 2001.

PARISI, Vittorio et al. **Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy**. Agriculture Ecosystems Environment, v. 105, p. 323-333, 2005.

PELOSI, C.; RÖMBKE, J. **Are Enchytraeidae (Oligochaeta, Annelida) good indicators of agricultural management practices?** Soil Biology and Biochemistry, v. 100, p. 255–263, 2016.

PETERSEN, H. **General aspects of collembolan ecology at the turn of the millennium**. Pedobiologia. 46: 246–260. 2002.

PONGE, J. F. **Vertical distribution of Collembola (Hexapoda) and their food resources in organic horizons of beech forests**. Biology and Fertility of Soils, v. 32, p.508-522, 2000.

PULLIAN, H. R. **Sources, sinks and population regulation**. The America Naturalist, v. 131, n. 5, p. 652-651, 1988.

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REIS, F. et al. **The use of a functional approach as surrogate of Collembola species richness in European perennial crops and forests**. Ecological Indicators, v. 61, p. 676–682. 2016

ROITHMEIER, O.; PIEPER, S. **Influence of Enchytraeidae (Enchytraeus albidus) and compaction on nutrient mobilization in an urban soil**. Pedobiologia, p. 29-40, 2009.

ROSA, M. G. da; KLAUBERG-FILHO, O.; BARTZ, M.L.C.; MAFRA, A. L.; SOUZA, J. P. F. A.; BARETTA, D. **Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 39, p. 1544-1553, 2015.

RÖMBKE, J. **Enchytraeidae of tropical soils: state of the art, with special emphasis on Latin America**. Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Biologia, v.110, p.157-181, 2007.

RÖMBKE, J.; MELLER, M. **Applied research on Enchytraeidae in Central Amazonia: Project approach, methodology and first results**. Newsletter on Echytraeidae,; 6: 69-75. 1999

RUSEK, J. **Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem**. Biodiversity and Conservation, v. 7, n. 9, p. 1207–1219, 1998.

SANTOS, Marcielli Aparecida Borges dos et al . **Morphological Diversity of Springtails in Land Use Systems**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa , v. 42, e0170277, 2018

SANTOS, H.L.; VASCONCELLOS, C.A. **Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.11, p. 97- 100, 1987.

SCHMELZ, R.M.; COLLADO, R. **A guide to European terrestrial and freshwater species of Enchytraeidae (Oligochaeta)**. Soil Organisms, v. 82, n.1, p. 1-176, 2010.

SCHMELZ, R.M.; NIVA, C.C.; RÖMBKE, J.; COLLADO, R. **Diversity of terrestrial Enchytraeidae (Oligochaeta) in Latin America: current knowledge and future research potential**. Applied Soil Ecology, vol. 69,. p. 13-20. 2013

STATSOFT, Inc., STATISTICA (Data analysis software system). Version 10. Disponível em:<www.statsoft.com>, 2018.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. G.; STEFFEN, P. K. **Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório**. Ciência Florestal, v. 17, n. 3, p. 265-269, 2007.

SZILASSI, P. et al. **The link between landscape pattern and vegetation naturalness on a regional scale**. Ecological Indicators, v. 81, n. December 2016, p. 252–259, 2017.

TAKEDA, E.Y. **Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos de uma associação de solos sob a videira (Vitis vinifera, L.) em Vitória Brasil-SP**. 2000. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção Vegetal) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2000.

Ter BRAAK; C. J. F.; ŠMILAUER, P. **Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0**. Microcomputer Power, Ithaca, USA, 496 p., 2012.



TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; UEHARA, G. **Application of geostatistics to spatial studies of soil properties**. Advances in Agronomy, Orlando, v.38, p.45-94, 1985.

TAYLOR, P.D.; MERRIAM, G. **Habitat fragmentation and parasitism of a forest damselfly**. Landscape ecology, 1995.

TEDESCO, M.J et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174 p., 1995.

VAN VILET, P. C.J. et al. **The influence of Enchytraeidae (Oligochaeta) on the soil porosity of small microcosms**. Geoderma, v. 56, p. 287- 299, 1993.

VANCE, E.D.; BROOKS, P.C.; JENKINSON, D.S. **An extraction method for measuring soil microbial biomass C**. Soil Biology and Biochemistry, v. 19, p. 703-707, 1987.

VETTORATO, J. A. **Mapeamento da fertilidade do solo utilizando sistema de informação geográfica**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2003

VIEIRA, S. R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo**. In: NOVAIS, R. F., ALVARES, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.). Tópicos especiais em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 1-54, 2000.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. **Geoestatistical theory and application to variability of some agronomical properties**. Hilgardia, Berkeley, v. 51, n.3, p. 1-75, 1983.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

WARMLING, M. I **Variabilidade espacial do solo e efeito da safra sobre a produtividade e composição da uva e do vinho no planalto catarinense** 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de ciências Agroveterinárias, Lages, 2017

APÊNDICE A – Características e condições de uso e manejo e coordenada geográfica dos pontos amostrados na região Oeste de Santa Catarina (Continua).

Ponto	Coordenada Geográfica		Altitude	Uso	Classe de solo	Situação da cultura
	Sul	Oeste				
A1	27°04'31.3"S	52°41'01.1"O	712	FN	Neossolo	Conservado
A2	27°04'36.7"S	52°41'12.9"O	649	PA	Latossolo	Campo nativo
A3	27°04'36.6"S	52°41'07.3"O	688	PA	Neossolo	Campo nativo
A4	27°04'36.5"S	52°40'59.7"O	732	FN	Neossolo	Conservado
A5	27°04'36.4"S	52°40'54.8"O	736	FN	Neossolo	Conservado
A6	27°04'36.3"S	52°40'48.6"O	733	FN	Neossolo	Conservado
A7	27°04'41.8"S	52°41'13.1"O	655	PA	Neossolo	Campo nativo
A8	27°04'41.1"S	52°41'07.1"O	684	PE	Neossolo	Corte seletivo
A9	27°04'41.8"S	52°41'01.1"O	685	PD	Neossolo	Azevém
A10	27°04'41.7"S	52°40'54.9"O	687	PD	Neossolo	Azevém
A11	27°04'41.8"S	52°40'48.9"O	696	FN	Latossolo	Conservado
A12	27°04'47.9"S	52°41'18.7"O	655	PD	Latossolo	Pousio
A13	27°04'36.4"S	52°40'43.0"O	694	PA	Latossolo	Campo nativo degradado
A14	27°04'47.0"S	52°41'07.2"O	651	ILP	Latossolo	Azevém
A15	27°04'47.0"S	52°41'00.9"O	652	ILP	Latossolo	Azevém
A16	27°04'46.6"S	52°40'55.5"O	646	CP	Latossolo	-
A17	27°04'47.0"S	52°40'49.1"O	670	PD	Latossolo	Aveia
A18	27°04'47.0"S	52°40'42.9"O	688	PD	Latossolo	Aveia
A19	27°04'52.6"S	52°41'13.0"O	658	PD	Latossolo	Aveia
A20	27°04'52.5"S	52°41'07.1"O	638	PD	Latossolo	Aveia
A21	27°04'52.5"S	52°41'00.9"O	631	ILP	Gleissolo	Azevém
A22	27°04'52.4"S	52°40'55.0"O	643	PD	Latossolo	Aveia
A23	27°04'52.5"S	52°40'48.9"O	657	PD	Latossolo	Aveia
A24	27°04'58.0"S	52°41'13.2"O	651	FN	Latossolo	Degradado
A25	27°04'57.4"S	52°41'07.3"O	635	FN	Latossolo	Degradado
A26	27°04'57.9"S	52°41'01.0"O	628	PD	Gleissolo	Pousio
A27	27°04'57.9"S	52°40'54.9"O	644	PD	Latossolo	Aveia
A28	27°04'57.2"S	52°40'49.2"O	660	PE	Latossolo	-
A29	27°05'03.2"S	52°41'00.9"O	622	PD	Gleissolo	Pousio

Chapecó (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Plantio de Eucalipto (PE); Lavoura com plantio Direto (PD); Integração lavoura-pecuária (ILP); Capoeira (CP).

APÊNDICE A – Características e condições de uso e manejo e coordenada geográfica dos pontos amostrados na região Oeste de Santa Catarina (Continua).

Ponto	Coordenada Geográfica		Altitude	Uso	Classe de solo	Situação da cultura
	Sul	Oeste				
B1	26°52'23.7"S	52°57'27.3"O	541	PD	Latossolo	Gramínea dessecada
B2	26°52'29.3"S	52°57'39.6"O	521	ILP	Neossolo	Azevém
B3	26°52'29.3"S	52°57'33.4"O	529	FN	Latossolo	Degradado
B4	26°52'29.2"S	52°57'27.5"O	533	PD	Latossolo	Gramínea dessecada
B5	26°52'29.2"S	52°57'21.5"O	535	PD	Latossolo	Gramínea dessecada
B6	26°52'30.2"S	52°57'15.0"O	530	PD	Latossolo	Gramínea dessecada
B7	26°52'34.7"S	52°57'39.7"O	495	PA	Latossolo	Campo nativo
B8	26°52'34.5"S	52°57'33.5"O	522	PE	Neossolo	Em pé
B9	26°52'34.5"S	52°57'27.5"O	531	PD	Latossolo	Aveia
B10	26°52'34.7"S	52°57'21.5"O	542	PD	Latossolo	Aveia
B11	26°52'34.5"S	52°57'15.5"O	534	PD	Latossolo	Gramínea dessecada
B12	26°52'39.7"S	52°57'46.0"O	487	PA	Neossolo	Degradado
B13	26°52'40.0"S	52°57'39.6"O	497	PA	Latossolo	Campo nativo
B14	26°52'40.0"S	52°57'33.5"O	501	PA	Latossolo	Campo nativo
B15	26°52'39.8"S	52°57'27.5"O	502	PD	Latossolo	Aveia
B16	26°52'39.4"S	52°57'21.5"O	519	FN	Neossolo	Conservado
B17	26°52'39.9"S	52°57'15.5"O	517	PD	Neossolo	Gramínea dessecada
B18	26°52'39.8"S	52°57'09.5"O	523	PD	Latossolo	Azevem
B19	26°52'45.4"S	52°57'39.7"O	468	PA	Latossolo	Campo nativo
B20	26°52'45.7"S	52°57'33.5"O	487	FN	Neossolo	Conservado
B21	26°52'45.7"S	52°57'27.3"O	489	FN	Neossolo	Conservado
B22	26°52'45.2"S	52°57'45.5"O	456	FN	Gleissolo	Degradado
B23	26°52'45.3"S	52°57'15.4"O	491	FN	Neossolo	Conservado
B24	26°52'50.7"S	52°57'39.6"O	473	PD	Latossolo	Azevem
B25	26°52'50.7"S	52°57'33.6"O	494	PA	Neossolo	Campo nativo
B26	26°52'50.6"S	52°57'27.6"O	501	PD	Latossolo	Aveia
B27	26°52'50.6"S	52°57'21.6"O	499	PD	Latossolo	Aveia
B28	26°52'50.7"S	52°57'15.6"O	520	PD	Neossolo	Aveia
B29	26°52'56.0"S	52°57'27.5"O	523	PD	Latossolo	Aveia

Chapecó (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Plantio de Eucalipto (PE); Lavoura com plantio Direto (PD); Integração lavoura-pecuária (ILP); Capoeira (CP).

APÊNDICE A – Características e condições de uso e manejo e coordenada geográfica dos pontos amostrados na região Oeste de Santa Catarina (Conclusão).

Ponto	Coordenada Geográfica		Altitude	Uso	Classe de solo	Situação da cultura
	Sul	Oeste				
C1	26°44'20.6"S	53°32'32.1"O	626	PA	Latossolo	Campo nativo
C2	26°44'21.0"S	53°32'25.9"O	639	ILP	Latossolo	Pousio
C3	26°44'20.9"S	53°32'19.9"O	647	PD	Latossolo	Azevem
C4	26°44'26.3"S	53°32'25.9"O	631	FN	Neossolo	Degradado
C5	26°44'26.1"S	53°32'20.0"O	629	ILP	Latossolo	Azevém
C6	26°44'26.3"S	53°32'13.8"O	645	PD	Latossolo	Azevem
C7	26°44'31.6"S	53°32'32.0"O	624	PD	Neossolo	Trigo
C8	26°44'32.0"S	53°32'25.9"O	598	FN	Latossolo	Degradado
C9	26°44'31.2"S	53°32'20.0"O	623	FN	Neossolo	Degradado
C10	26°44'31.5"S	53°32'14.0"O	635	PD	Latossolo	Aveia
C11	26°44'31.6"S	53°32'08.0"O	649	PD	Latossolo	Aveia
C12	26°44'37.2"S	53°32'38.0"O	649	PD	Latossolo	Pousio
C13	26°44'36.9"S	53°32'32.1"O	630	PD	Neossolo	Trigo
C14	26°44'37.1"S	53°32'25.9"O	605	PD	Latossolo	Milho em pé
C15	26°44'37.1"S	53°32'20.0"O	601	PA	Neossolo	Campo nativo
C16	26°44'37.2"S	53°32'14.0"O	636	PD	Latossolo	Azevém dessecado
C17	26°44'42.3"S	53°32'38.1"O	640	PD	Latossolo	Aveia
C18	26°44'42.5"S	53°32'32.5"O	631	FN	Neossolo	Conservado
C19	26°44'42.0"S	53°32'25.6"O	599	PD	Latossolo	Pousio
C20	26°44'41.8"S	53°32'19.2"O	598	PA	Latossolo	Campo nativo
C21	26°44'48.1"S	53°32'37.7"O	610	CP	Neossolo	-
C22	26°44'21.3"S	53°32'14.5"O	640	PD	Latossolo	Pousio
C23	26°44'47.5"S	53°32'31.9"O	603	PD	Latossolo	Pousio
C24	26°44'20.8"S	53°32'08.0"O	652	PA	Latossolo	Campo nativo
C25	26°44'15.6"S	53°32'14.1"O	653	PD	Latossolo	Nabo, trigo e aveia
C26	26°44'15.5"S	53°32'08.0"O	656	PD	Latossolo	Nabo, trigo e aveia
C27	26°44'15.5"S	53°32'02.3"O	655	FN	Latossolo	Conservado
C28	26°44'37.2"S	53°32'07.9"O	643	PE	Latossolo	Em pé
C29	26°44'20.7"S	53°32'02.3"O	649	FN	Latossolo	Degradado

Chapecó (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Plantio de Eucalipto (PE); Lavoura com plantio Direto (PD); Integração lavoura-pecuária (ILP); Capoeira (CP).

APÊNDICE B - Morfotipos de colêmbolos amostrados pelo método de armadilhas *Pitfall-traps* nos municípios da região Oeste de Santa Catarina. (Continua)

Ponto	Usos	Morfotipos																
		Ed15	H2	H4	H25	H42	H46	H48	H49	H50	Ep3	Ep5	Ep9	Ep17	Ep21	Ep22	Ep24	Ep25
A1	FN	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	PA	0	0	10	0	0	0	27	0	8	0	0	7	0	1	0	1	0
A3	PA	0	0	3	9	0	0	0	0	5	0	0	7	100	0	0	0	0
A4	FN	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	11	0
A5	FN	0	0	8	0	0	0	1	0	19	0	0	1	62	0	0	0	0
A6	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A7	PA	0	0	17	3	0	0	8	0	24	0	0	15	2	0	0	0	0
A8	PE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	10	0	0
A9	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	1	5	18	0	14	13	5
A10	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11	FN	0	0	4	7	0	1	2	0	1	0	1	0	0	2	0	2	0
A12	PD	0	0	23	18	0	0	0	0	13	0	0	11	14	0	1	0	0
A13	PA	0	0	42	1	0	0	0	0	7	0	0	1	0	4	0	0	0
A14	ILP	0	0	6	0	0	0	0	0	28	0	0	9	59	0	0	0	0
A15	ILP	0	0	15	1	0	0	0	46	0	0	0	13	0	0	6	0	0
A16	CP	0	0	15	6	0	0	0	0	2	0	2	3	0	0	0	1	0
A17	PD	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	11
A18	PD	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A19	PD	0	0	6	0	0	0	0	0	7	0	0	3	11	0	0	0	0
A20	PD	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	44	0	0	0
A21	ILP	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	1	9
A22	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
A23	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A24	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	2	0
A25	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
A26	PD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A27	PD	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
A28	PE	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A29	PD	0	0	7	0	0	0	0	0	39	0	0	0	149	0	0	0	0

Chapecó (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Lavoura com plantio direto (PD); Capoeira (CP); Plantio de eucalipto (PE); Integração lavoura-pecuária (ILP); Edáfico (Ed); Hemiedáfico (H); Epígeo (Ep)

APÊNDICE B - Morfotipos de colêmbolos amostrados pelo método de armadilhas *Pitfall-traps* nos municípios da região Oeste de Santa Catarina. (Continua)

Ponto	Usos	Morfotipos																
		Ed15	H2	H4	H25	H42	H46	H48	H49	H50	Ep3	Ep5	Ep9	Ep17	Ep21	Ep22	Ep24	Ep25
B1	PD	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0
B2	ILP	0	0	4	3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	13
B3	FN	0	0	34	3	0	0	6	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0
B4	PD	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B5	PD	0	0	15	6	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
B6	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0
B7	PA	0	0	222	49	0	0	485	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0
B8	PE	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B9	PD	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B10	PD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B11	PD	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
B12	PA	0	0	0	0	0	0	880	0	107	0	0	0	37	0	0	0	0
B13	PA	0	0	157	11	0	0	60	0	9	0	0	4	0	0	0	0	0
B14	PA	0	0	23	9	0	0	34	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
B15	PD	0	0	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B16	FN	3	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
B17	PD	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0
B18	PD	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B19	PA	0	0	29	16	0	0	9	0	38	0	0	16	11	0	0	0	0
B20	FN	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	0	0	8	0
B21	FN	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B22	FN	0	0	1	0	0	0	46	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0
B23	FN	0	0	5	6	0	1	0	0	2	0	0	5	0	3	0	1	4
B24	PD	0	0	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B25	PA	0	0	28	0	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	0	0	0
B26	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
B27	PD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
B28	PD	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
B29	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Chapecó (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Lavoura com plantio direto (PD); Capoeira (CP); Plantio de eucalipto (PE); Integração lavoura-pecuária (ILP); Edáfico (Ed); Hemiedáfico (H); Epígeo (Ep)

APÊNDICE B - Morfotipos de colêmbolos amostrados pelo método de armadilhas *Pitfall-traps* nos municípios da região Oeste de Santa Catarina. (Conclusão)

Ponto	Usos	Morfotipos																
		Ed15	H2	H4	H25	H42	H46	H48	H49	H50	Ep3	Ep5	Ep9	Ep17	Ep21	Ep22	Ep24	Ep25
C1	PA	0	0	18	0	0	0	18253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2	ILP	0	0	4	4	0	0	17	0	1	0	1	4	2	0	0	0	0
C3	PD	0	0	11	21	1	0	32	0	3	0	0	5	10	0	0	0	0
C4	FN	0	0	12	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
C5	ILP	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0
C6	PD	0	0	4	22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C7	PD	0	0	101	50	0	0	2	0	20	0	0	13	1	0	0	0	0
C8	FN	0	0	4	1	0	1	1	0	7	0	0	1	0	2	0	1	0
C9	FN	1	1	8	0	0	0	2	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0
C10	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
C11	PD	0	0	6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
C12	PD	0	0	19	25	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
C13	PD	0	0	19	10	0	0	40	0	18	0	0	12	11	1	0	0	0
C14	PD	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
C15	PA	0	0	11	5	0	0	2	0	6	0	0	0	4	0	0	0	0
C16	PD	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	0
C17	PD	0	0	14	6	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0
C18	FN	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
C19	PD	0	0	5	7	0	0	1	0	2	0	0	6	0	0	0	0	0
C20	PA	0	0	16	1	0	0	24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C21	CP	0	0	9	3	0	0	0	0	1	0	0	50	0	0	0	0	0
C22	PD	0	0	23	0	0	0	26	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
C23	PD	0	0	1	3	0	0	0	0	16	0	0	0	2	0	0	0	0
C24	PA	0	0	19	4	0	0	0	0	2	0	0	2	3	0	0	0	0
C25	PD	0	0	59	85	0	0	14	0	1	0	0	3	2	0	0	0	0
C26	PD	0	0	44	105	0	0	0	0	0	0	0	34	434	0	0	0	0
C27	FN	0	0	0	1	0	1	0	0	4	0	1	2	0	0	0	0	0
C28	PE	0	0	4	0	0	0	0	0	17	0	0	0	13	1	0	0	0
C29	FN	0	0	83	2	0	3	0	0	11	0	0	0	0	4	0	0	0

Chapecó (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Lavoura com plantio direto (PD); Capoeira (CP); Plantio de eucalipto (PE); Integração lavoura-pecuária (ILP); Edáfico (Ed); Hemiedáfico (H); Epígeo (Ep).

APÊNDICE C - Morfotipos de colêmbolos amostrados pelo método de *cores* (amostras indeformadas) nos municípios da região Oeste de Santa Catarina. (Continua)

Ponto	Usos	Morfotipos																			
		Ed1	Ed6	Ed8	Ed18	Ed23	H4	H7	H14	H25	H35	H42	H47	H50	H56	Ep3	Ep5	Ep9	Ep10	Ep17	Ep24
0	A1	FN	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	A2	PA	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A3	PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A4	FN	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A5	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	A6	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A7	PA	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A8	PE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A9	PD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A10	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A11	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A12	PD	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A13	PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A14	ILP	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	A15	ILP	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	A16	CP	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A17	PD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A18	PD	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	A19	PD	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A20	PD	0	14	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	A21	ILP	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A22	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A23	PD	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0
	A24	FN	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	A25	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A26	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	A27	PD	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	A28	PE	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A29	PD	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Chapecô (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Lavoura com plantio direto (PD); Capoeira (CP); Plantio de eucalipto (PE); Integração lavoura-pecuária (ILP); Edáfico (Ed); Hemiedáfico (H); Epigeo (Ep).



APÊNDICE C - Morfotipos de colêmbolos amostrados pelo método de *cores* (amostras indeformadas) nos municípios da região Oeste de Santa Catarina. (Continua).

Ponto	Língua	Morfotipos																			
		Ed1	Ed6	Ed8	Ed18	Ed23	H4	H7	H14	H25	H35	H42	H47	H50	H56	Ep3	Ep5	Ep9	Ep10	Ep17	Ep24
B1	PD	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	ILP	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3	FN	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B4	PD	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B5	PD	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B6	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7	PA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B8	PE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B9	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B10	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B11	PD	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B12	PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B13	PA	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B14	PA	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B15	PD	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B16	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B17	PD	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
B18	PD	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B19	PA	0	29	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
B20	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B21	FN	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B22	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B23	FN	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B24	PD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B25	PA	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B26	PD	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B27	PD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B28	PD	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B29	PD	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Chapecó (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Lavoura com plantio direto (PD); Capoeira (CP); Plantio de eucalipto (PE); Integração lavoura-pecuária (ILP); Edáfico (Ed); Hemiedáfico (H); Epígeo (Ep).

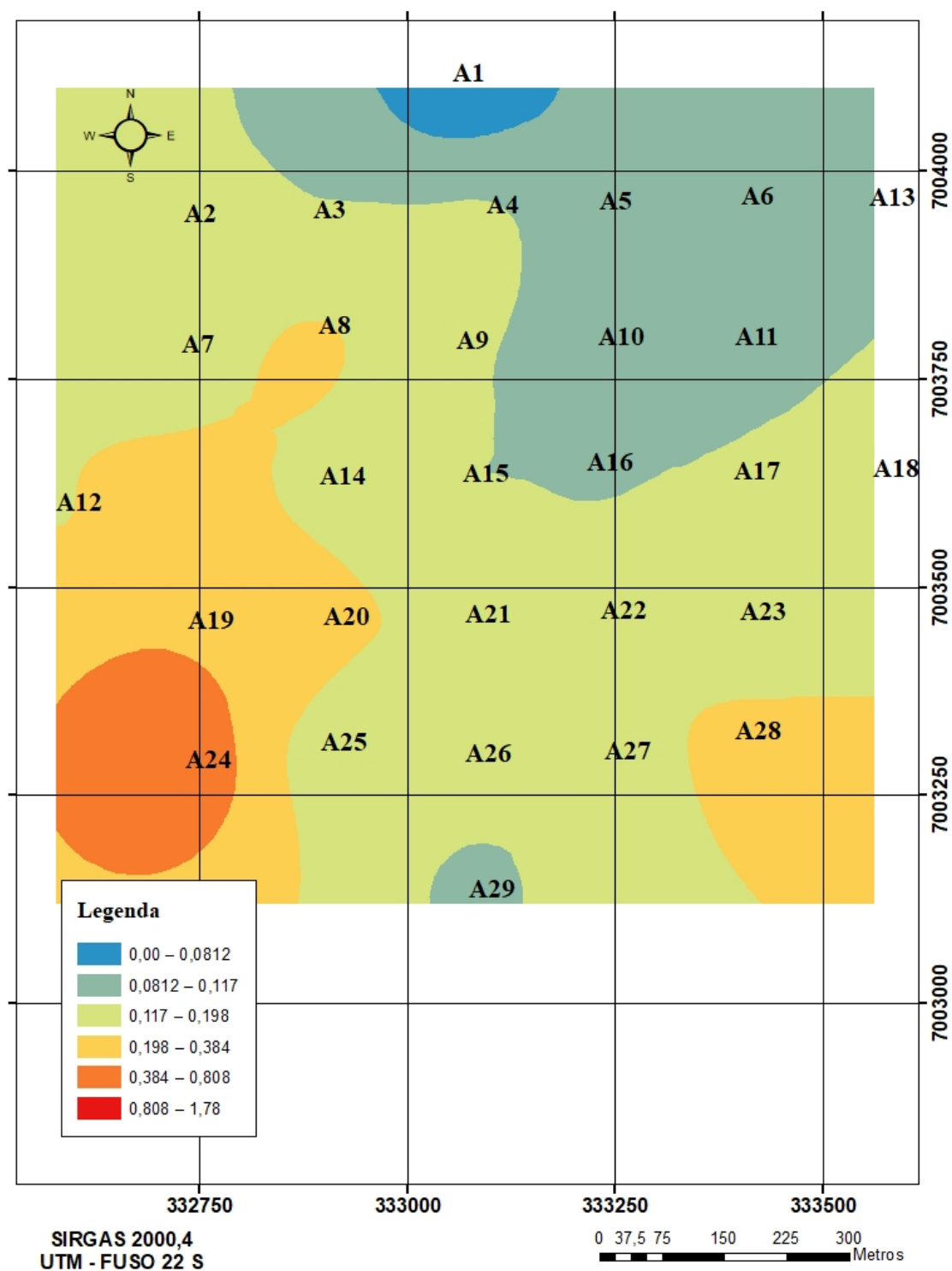
APÊNDICE C - Morfotipos de colêmbolos amostrados pelo método de *cores* (amostras indeformadas) nos municípios da região Oeste de Santa Catarina. (Conclusão).

Ponto	Uso	Morfotipos																			
		Ed1	Ed6	Ed8	Ed18	Ed23	H4	H7	H14	H25	H35	H42	H47	H50	H56	Ep3	Ep5	Ep9	Ep10	Ep17	Ep24
C1	PA	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2	ILP	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3	PD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C4	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C5	ILP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C6	PD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C7	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C8	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C9	FN	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C10	PD	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C11	PD	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
C12	PD	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C13	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C14	PD	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C15	PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C16	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
C17	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C18	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C19	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C20	PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C21	CP	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C22	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C23	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C24	PA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C25	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C26	PD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C27	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C28	PE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C29	FN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Chapecó (A); Pinhalzinho (B); São Miguel do Oeste (C); Floresta nativa (FN); Pastagem (PA); Lavoura com plantio direto (PD); Capoeira (CP); Plantio de eucalipto (PE); Integração lavoura-pecuária (ILP); Edáfico (Ed); Hemiedáfico (H); Epígeo (Ep)

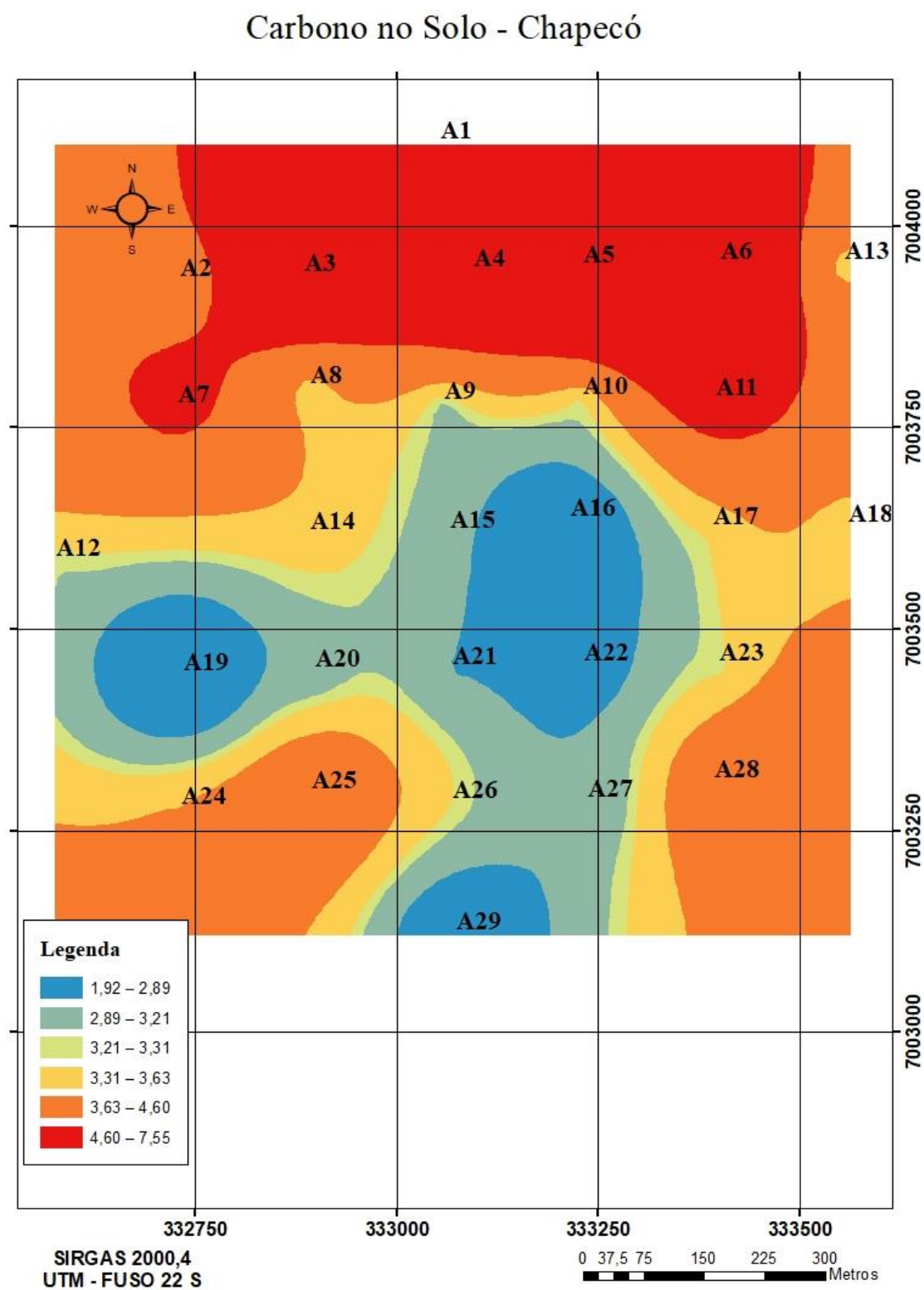
APÊNDICE D – Mapa da interpolação dos teores do Alumínio ( $\text{cmolc/dm}^3$ ) no cenário de Chapecó.

### Teor de alumínio no solo - Chapecó



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

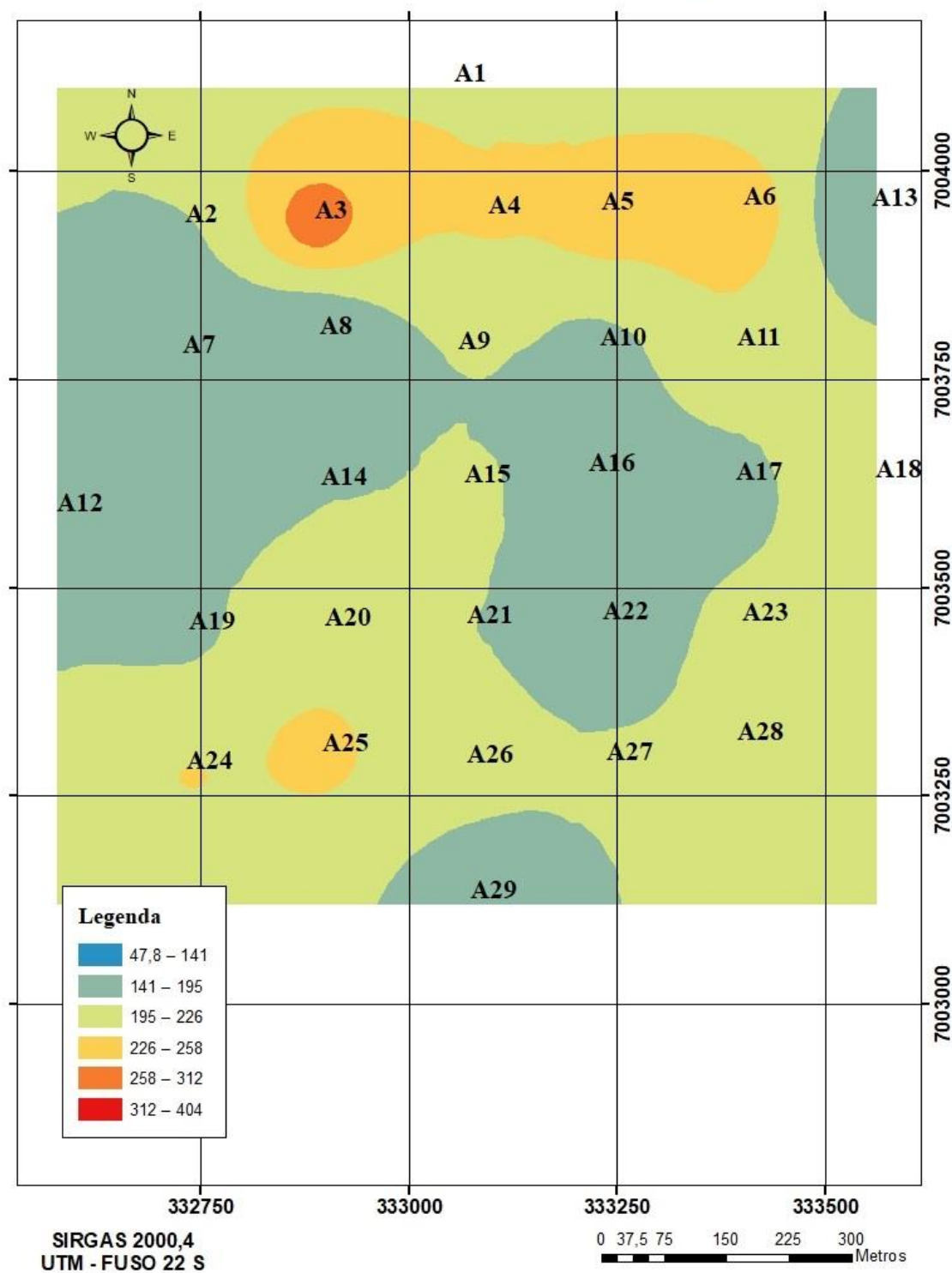
APÊNDICE E – Mapa da interpolação dos teores de Carbono do solo (%) no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE F – Mapa da interpolação do Carbono da biomassa microbiana do solo no cenário de Chapecó.

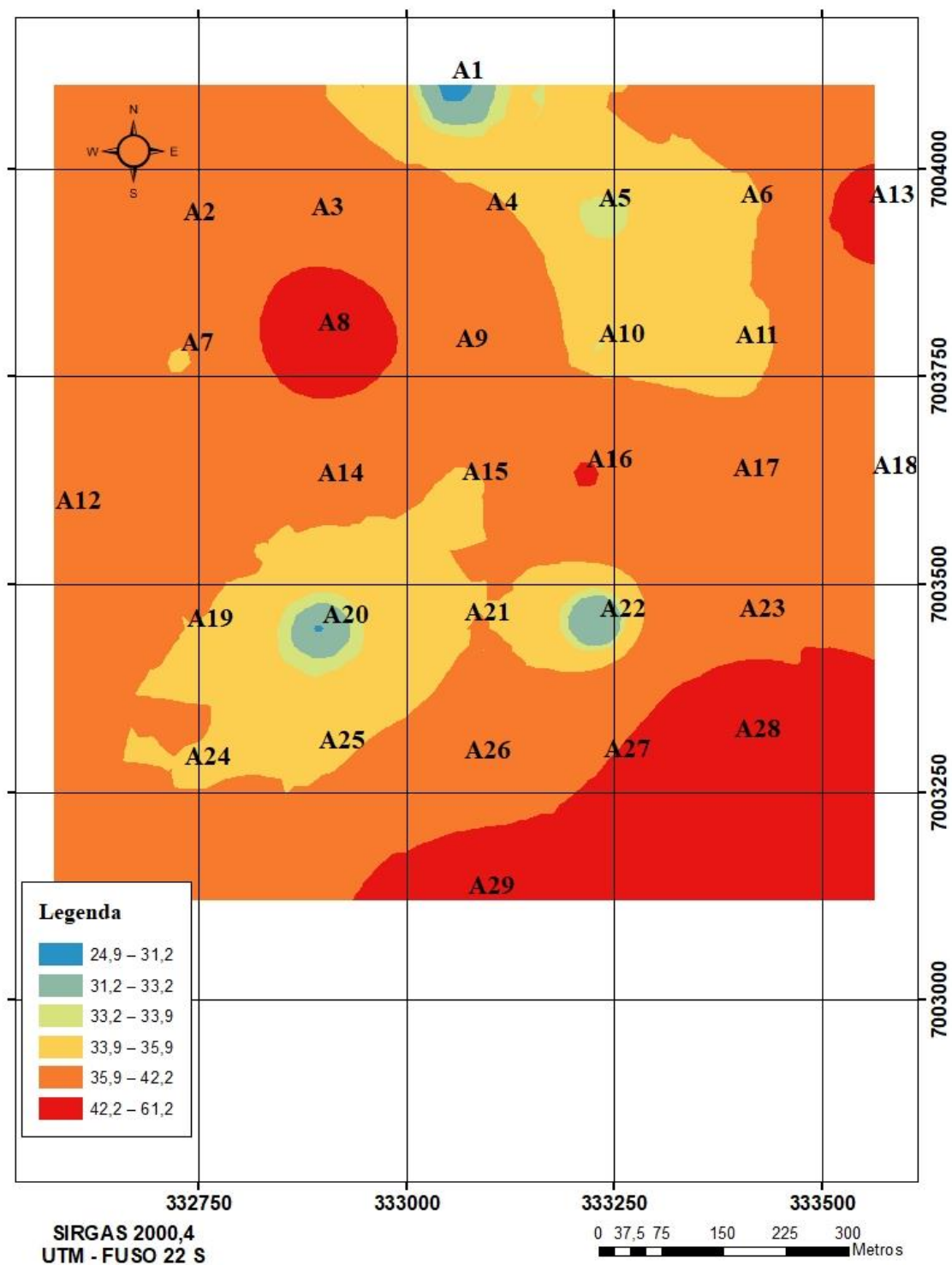
### Carbono da biomassa microbiana - Chapecó



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

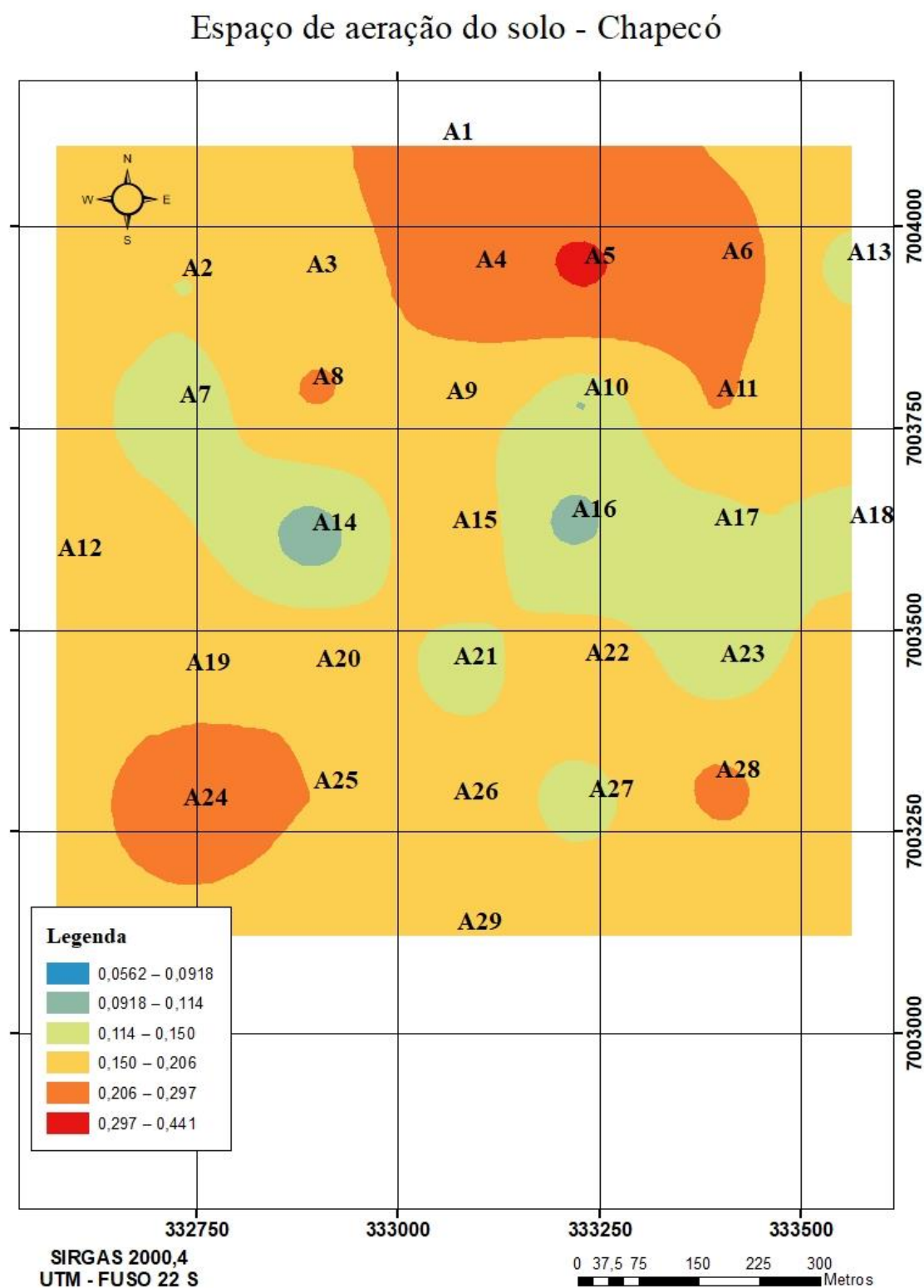
APÊNDICE G – Mapa da relação C:N da liteira no cenário de Chapecó.

### Relação C:N da liteira - Chapecó



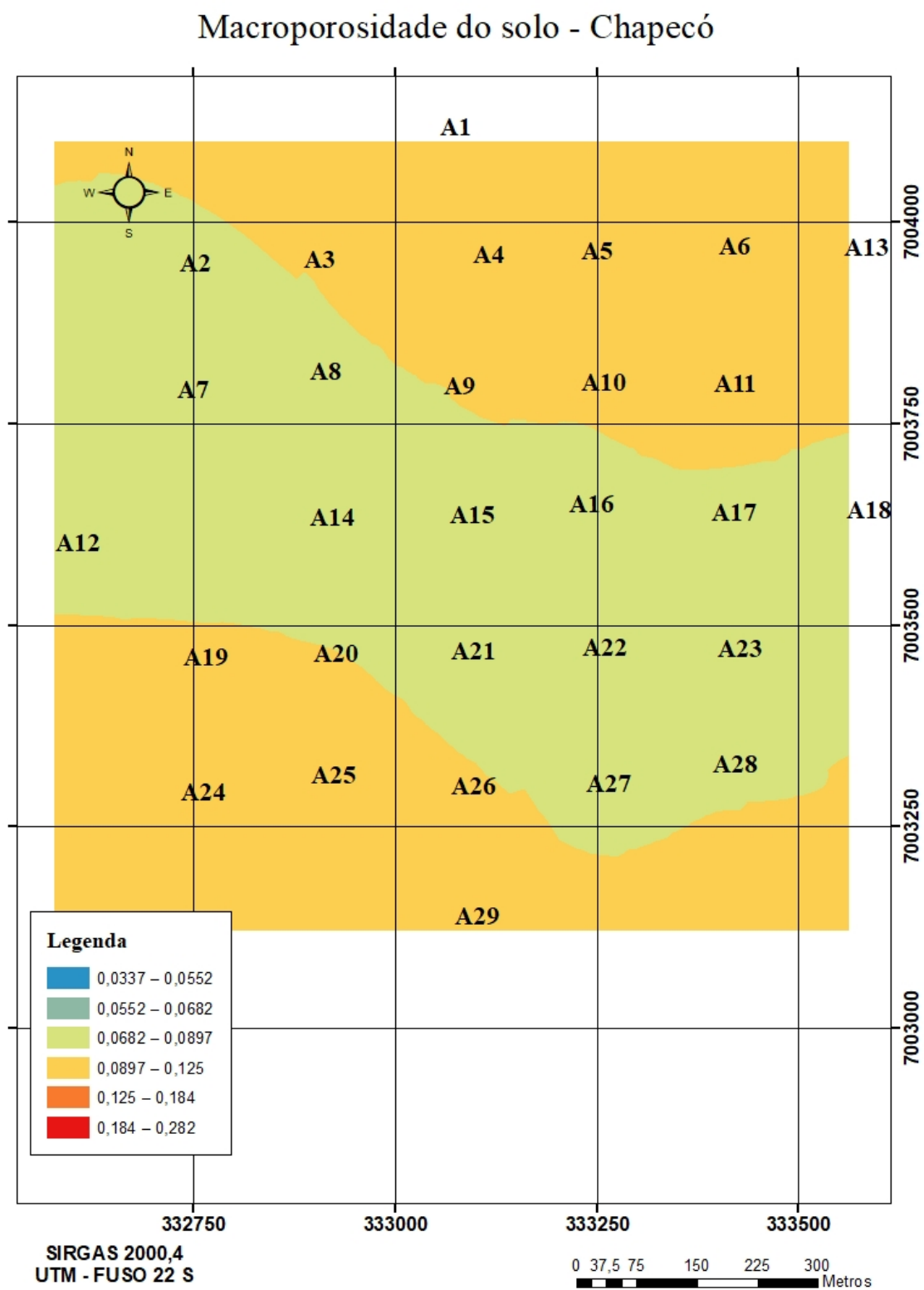
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE H – Mapa da interpolação do Espaço de aeração do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE I – Mapa da interpolação da Macroporosidade do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de Chapecó.

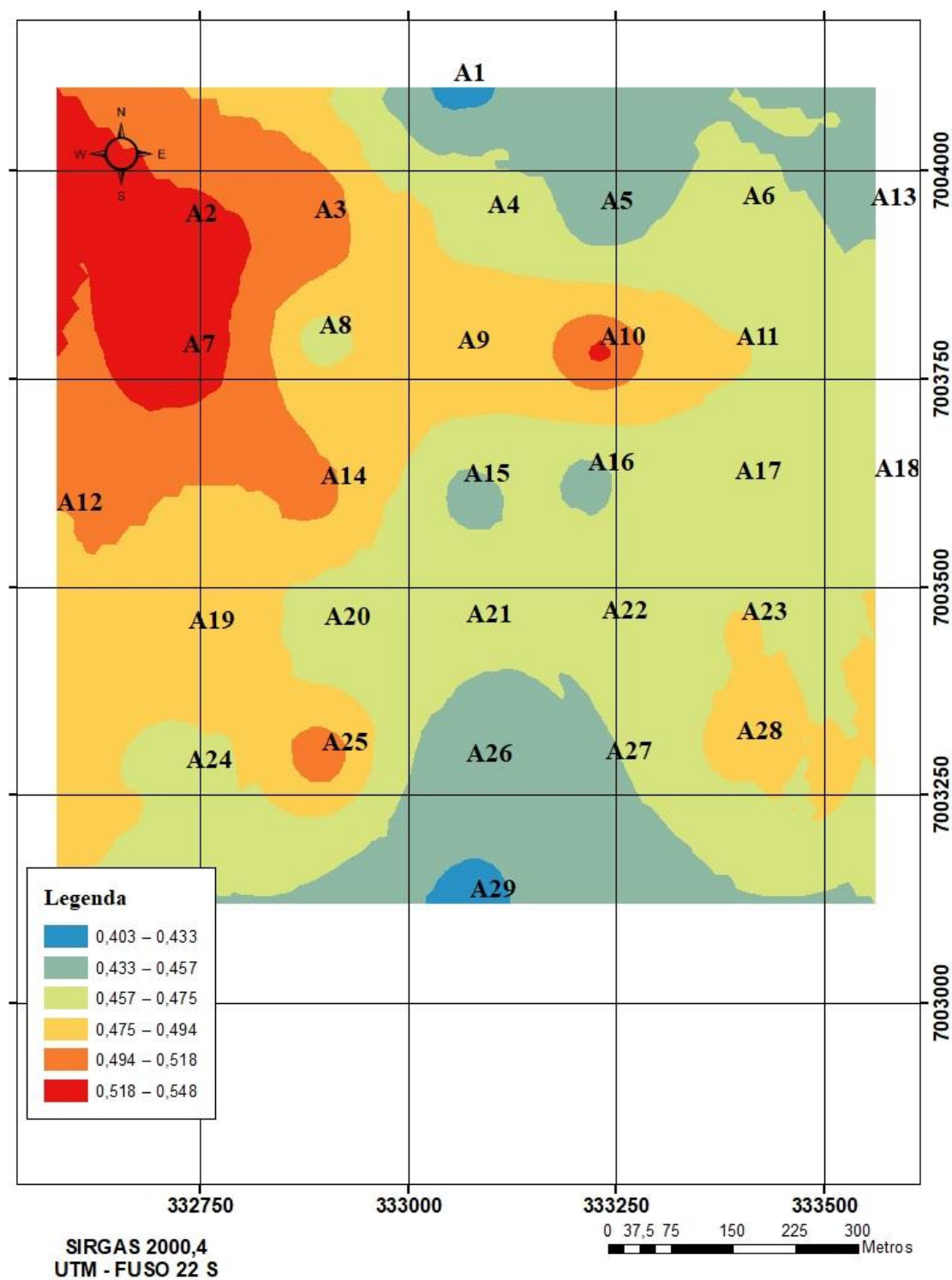


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.



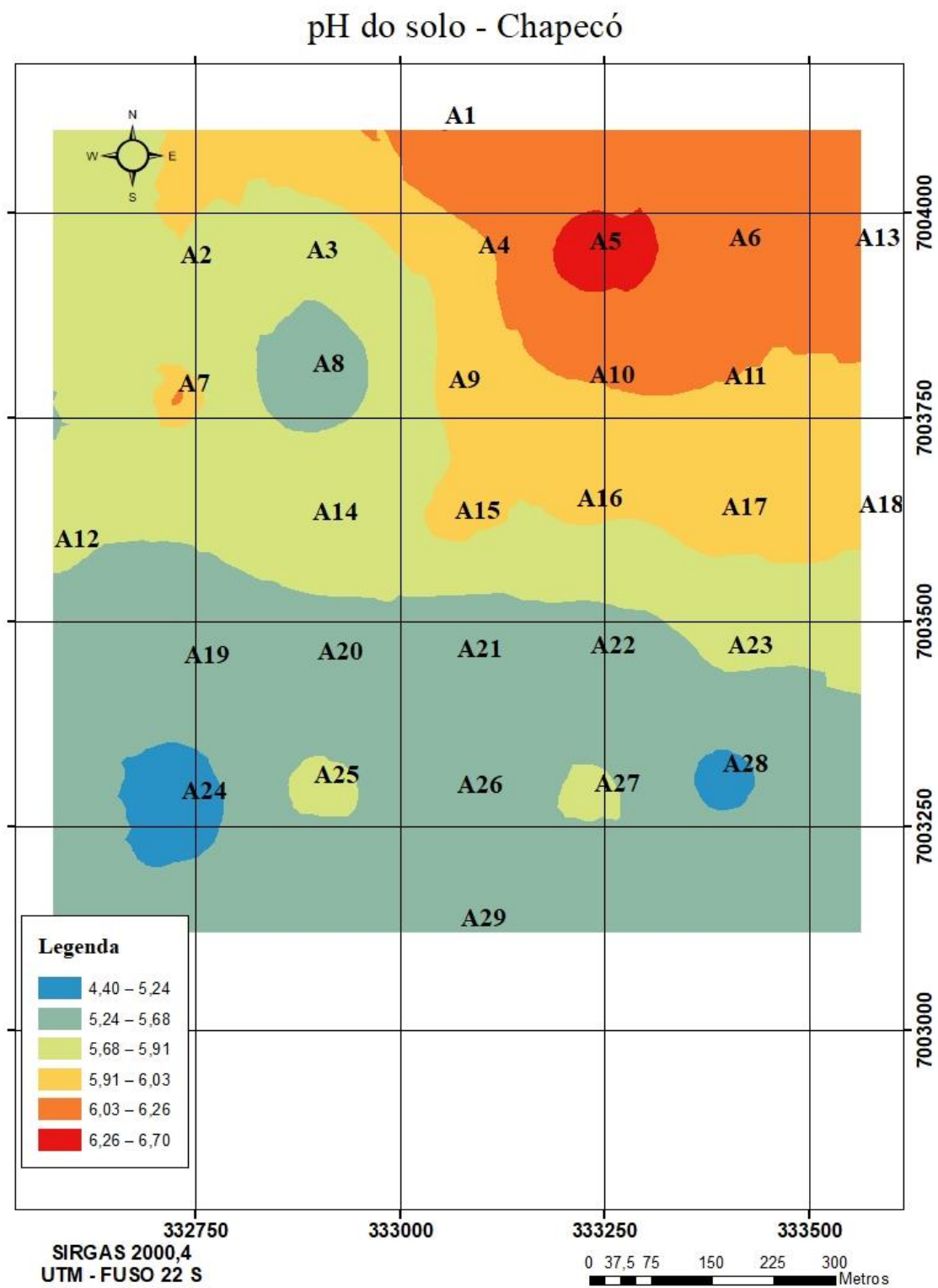
APÊNDICE J – Mapa da interpolação do Espaço de aeração do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de Chapecó.

### Microporosidade do solo - Chapecó



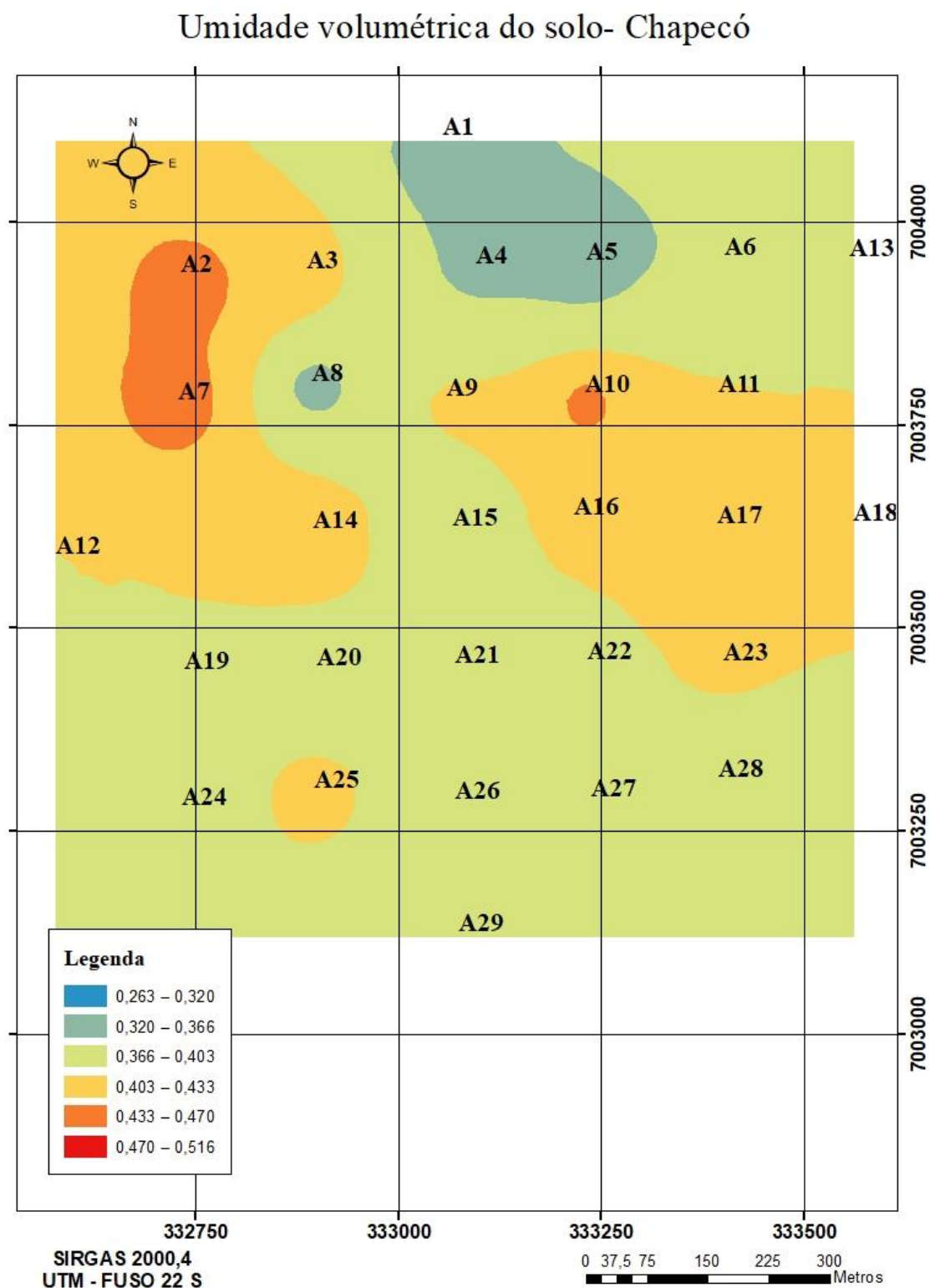
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE K – Mapa da interpolação do pH do solo do solo no cenário de Chapecó.



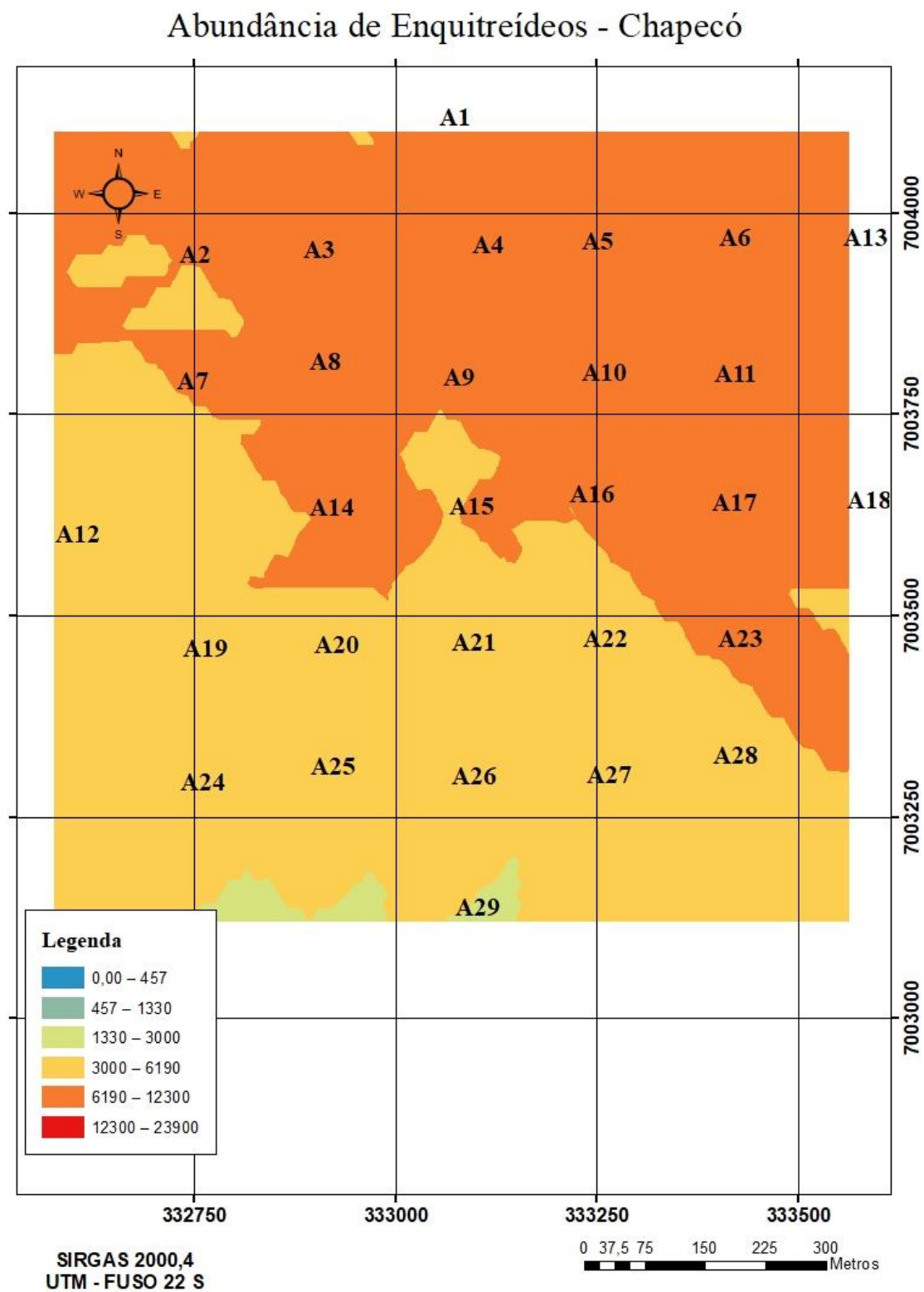
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE L – Mapa da interpolação da umidade volumétrica do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

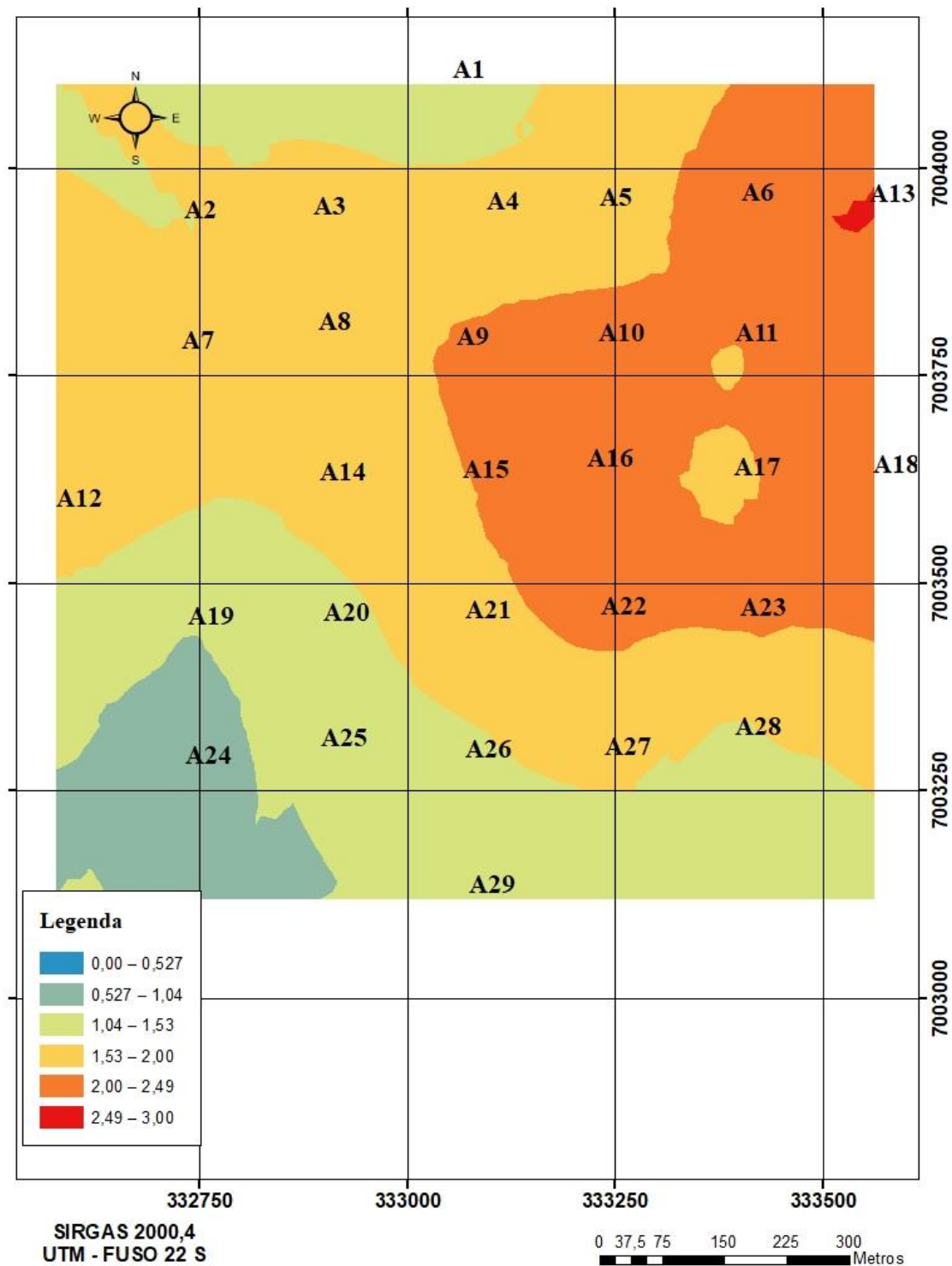
APÊNDICE M – Mapa da interpolação da Abundância de enquitreídeos no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

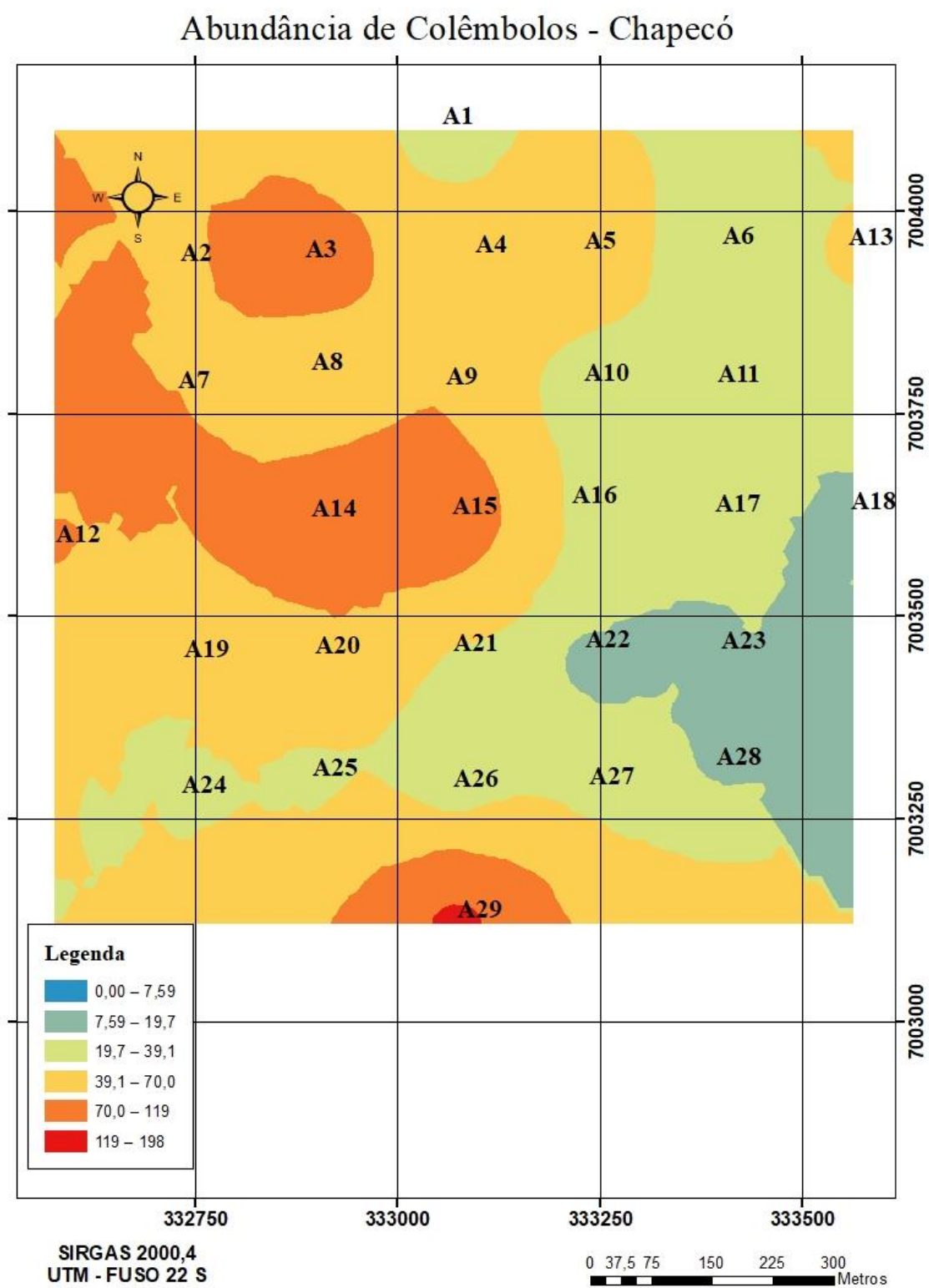
APÊNDICE N – Mapa da interpolação da riqueza de gêneros de enquitreídeos no cenário de Chapecó.

### Riqueza de gêneros de Enquitreídeos - Chapecó



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

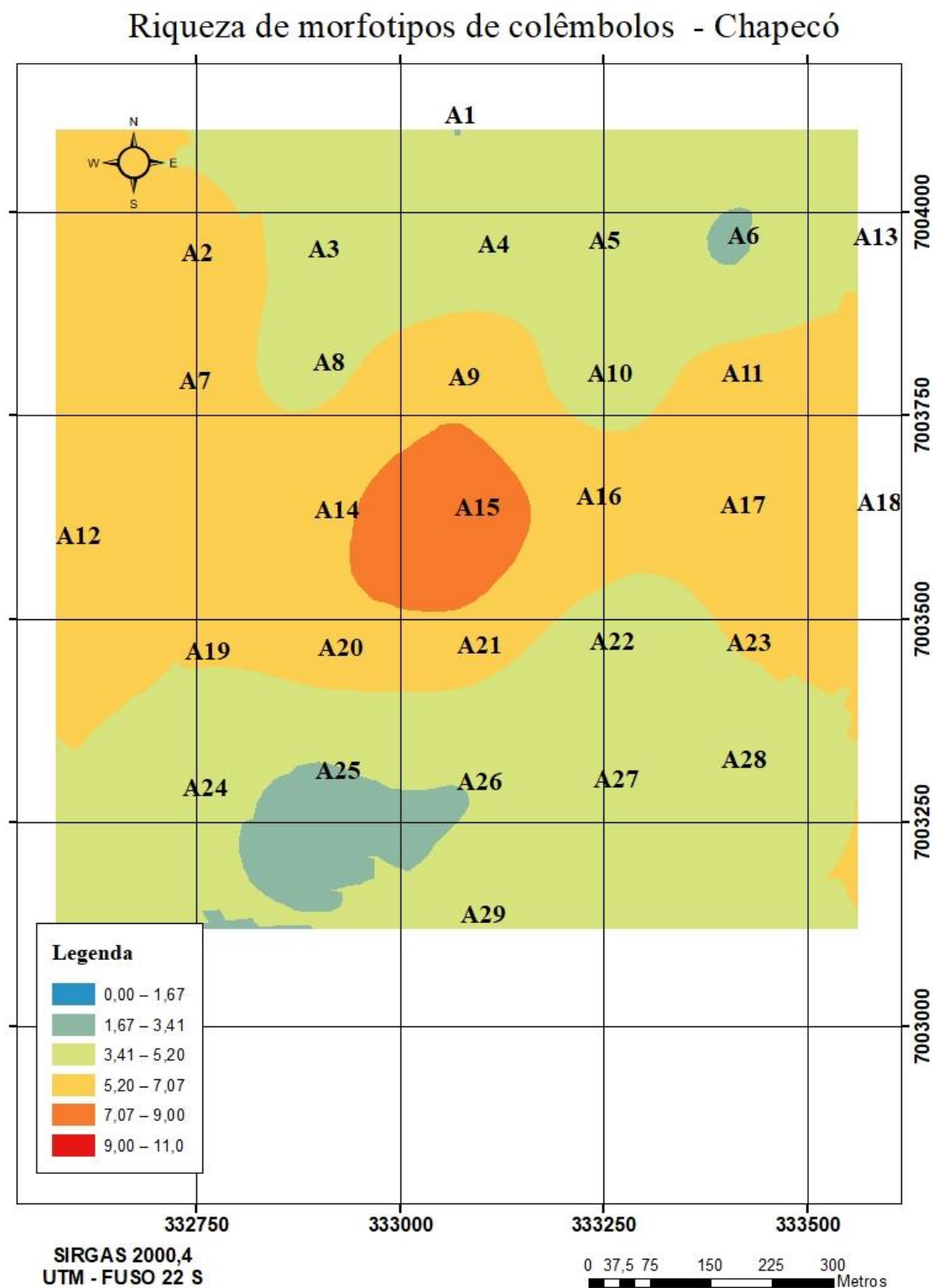
APÊNDICE O – Mapa da interpolação da Abundância de colêmbolos no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

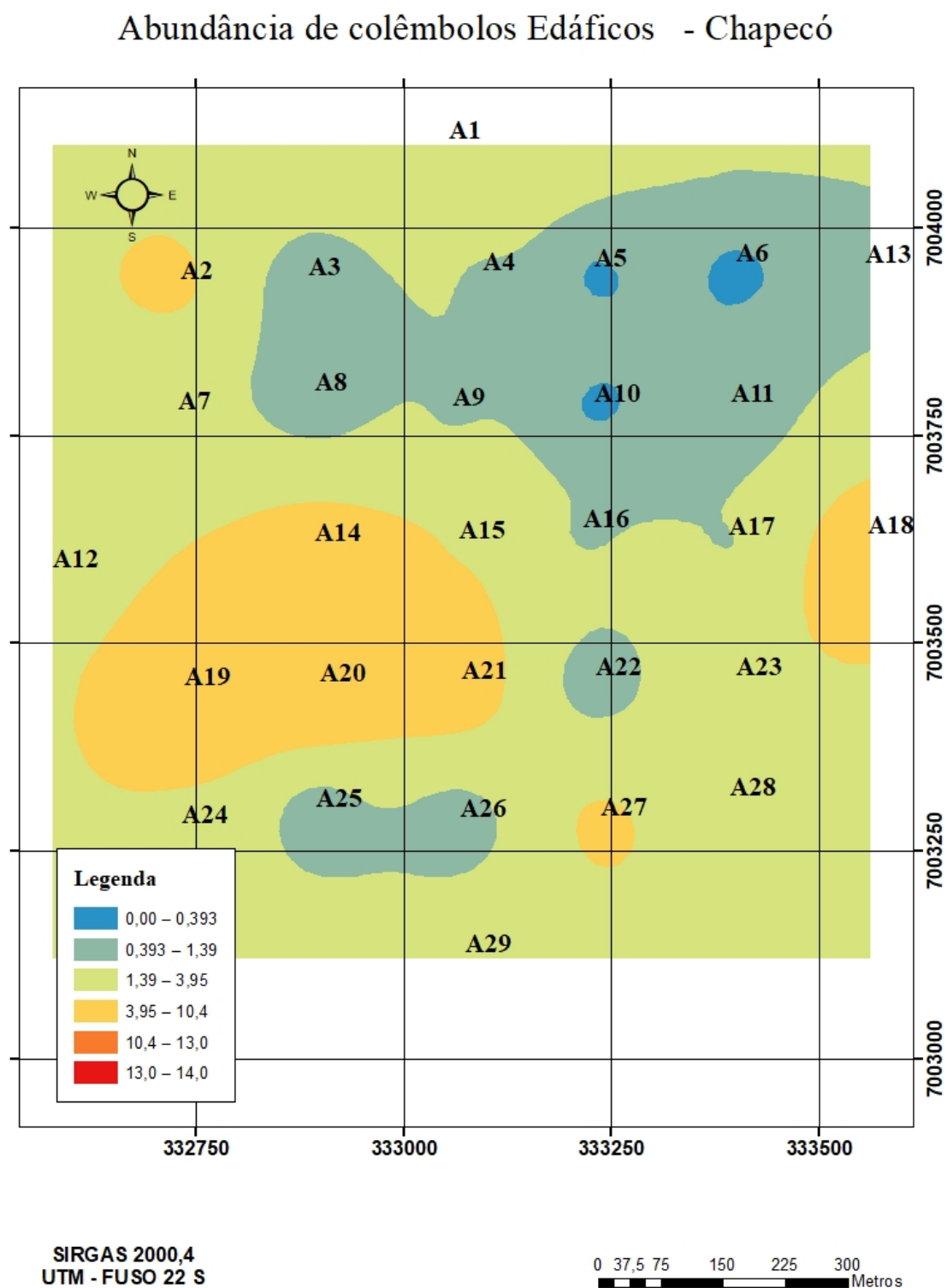


APÊNDICE P – Mapa da interpolação da riqueza de morfotipos de colêmbolos no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

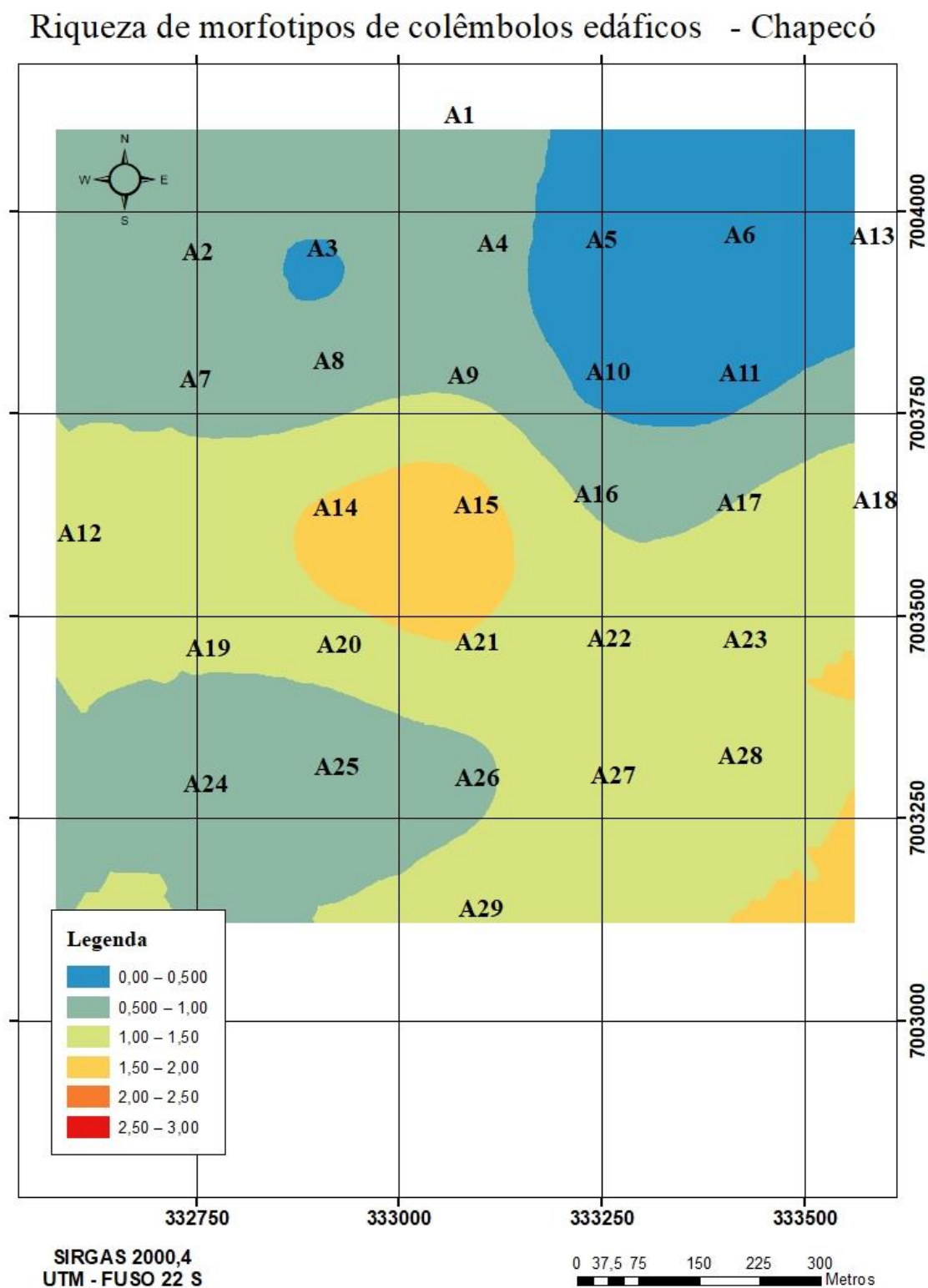
APÊNDICE Q – Mapa da interpolação da Abundância de colêmbolos edáficos no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

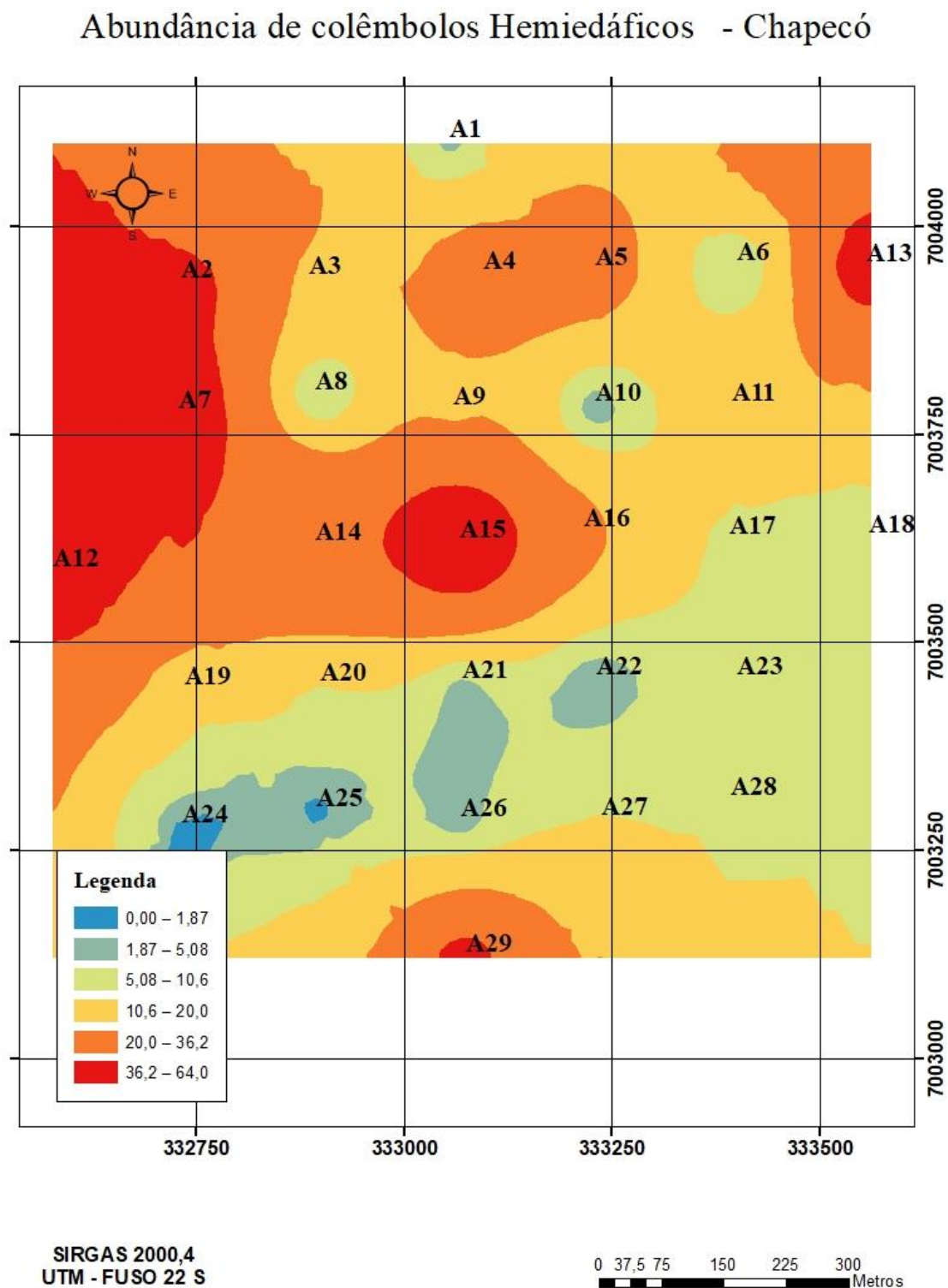


APÊNDICE R – Mapa da interpolação da Abundância de colêmbolos edáficos no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

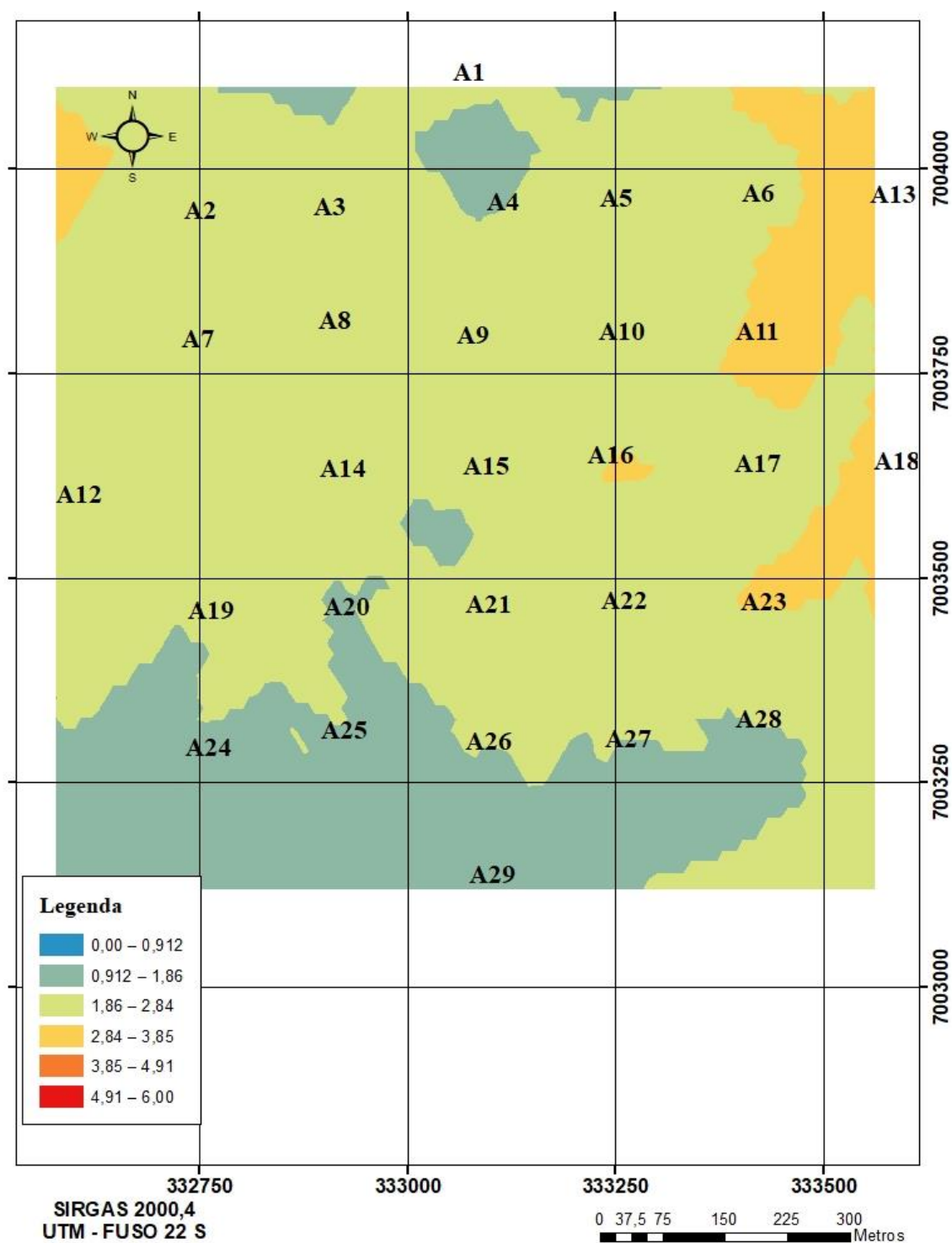
APÊNDICE S – Mapa da interpolação da Abundância de colêmbolos hemiedáficos no cenário de Chapecó.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

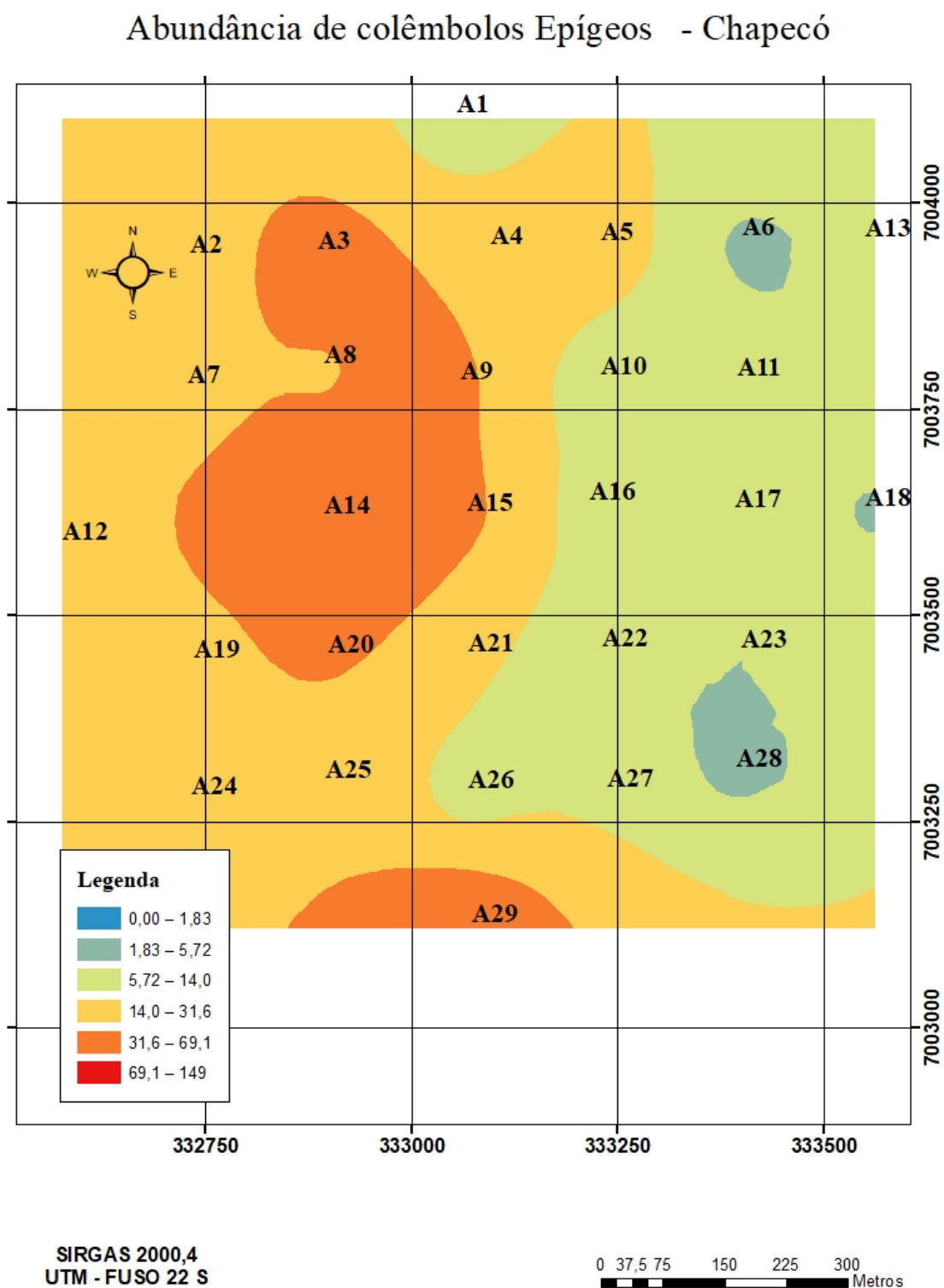
APÊNDICE S – Mapa da interpolação da Abundância de colêmbolos hemiedáficos no cenário de Chapecó.

### Riqueza de morfotipos de colêmbolos Hemiedáficos - Chapecó



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

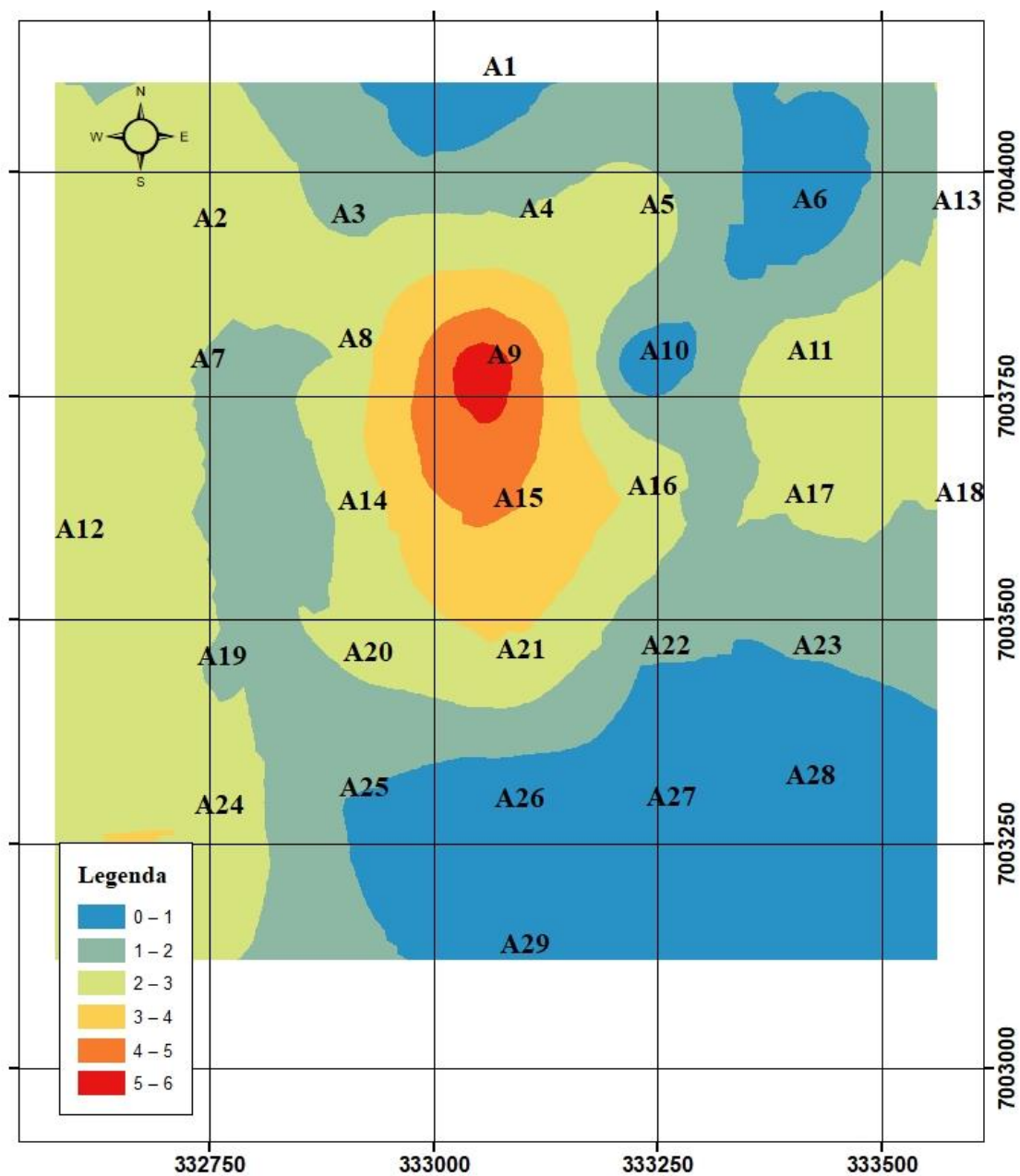
APÊNDICE T – Mapa da interpolação da Abundância de colêmbolos epígeos no cenário de Chapecó.



:  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE U – Mapa da interpolação da riqueza de colêmbolos epígeos no cenário de Chapecó.

### Riqueza de morfotipos de colêmbolos Epígeos - Chapecó

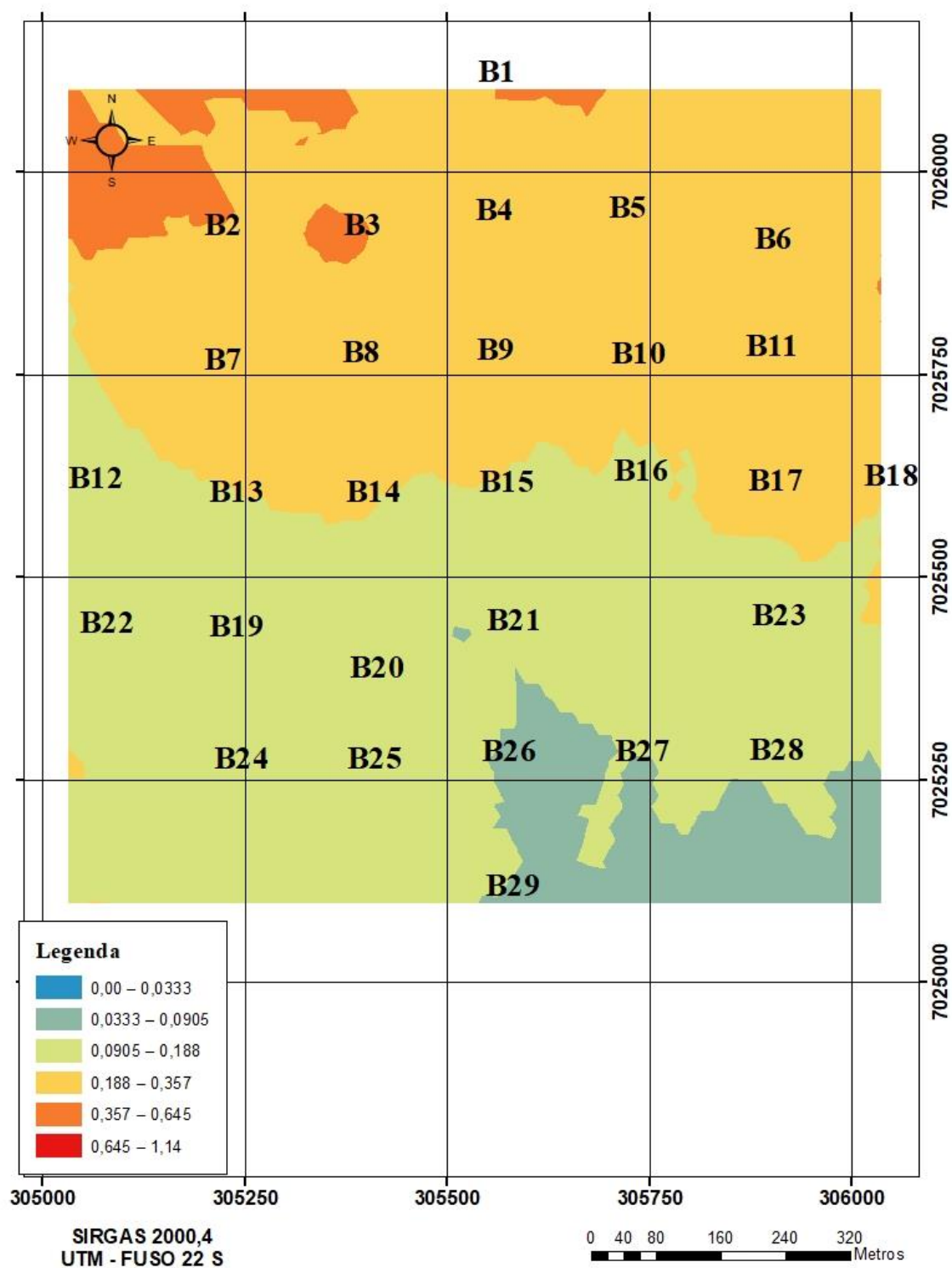


SIRGAS 2000,4  
UTM - FUSO 22 S

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE V – Mapa da interpolação dos teores do Alumínio ( $\text{cmolc/dm}^3$ ) no cenário de Pinhalzinho. .

### Teores de alumínio do solo - Pinhalzinho

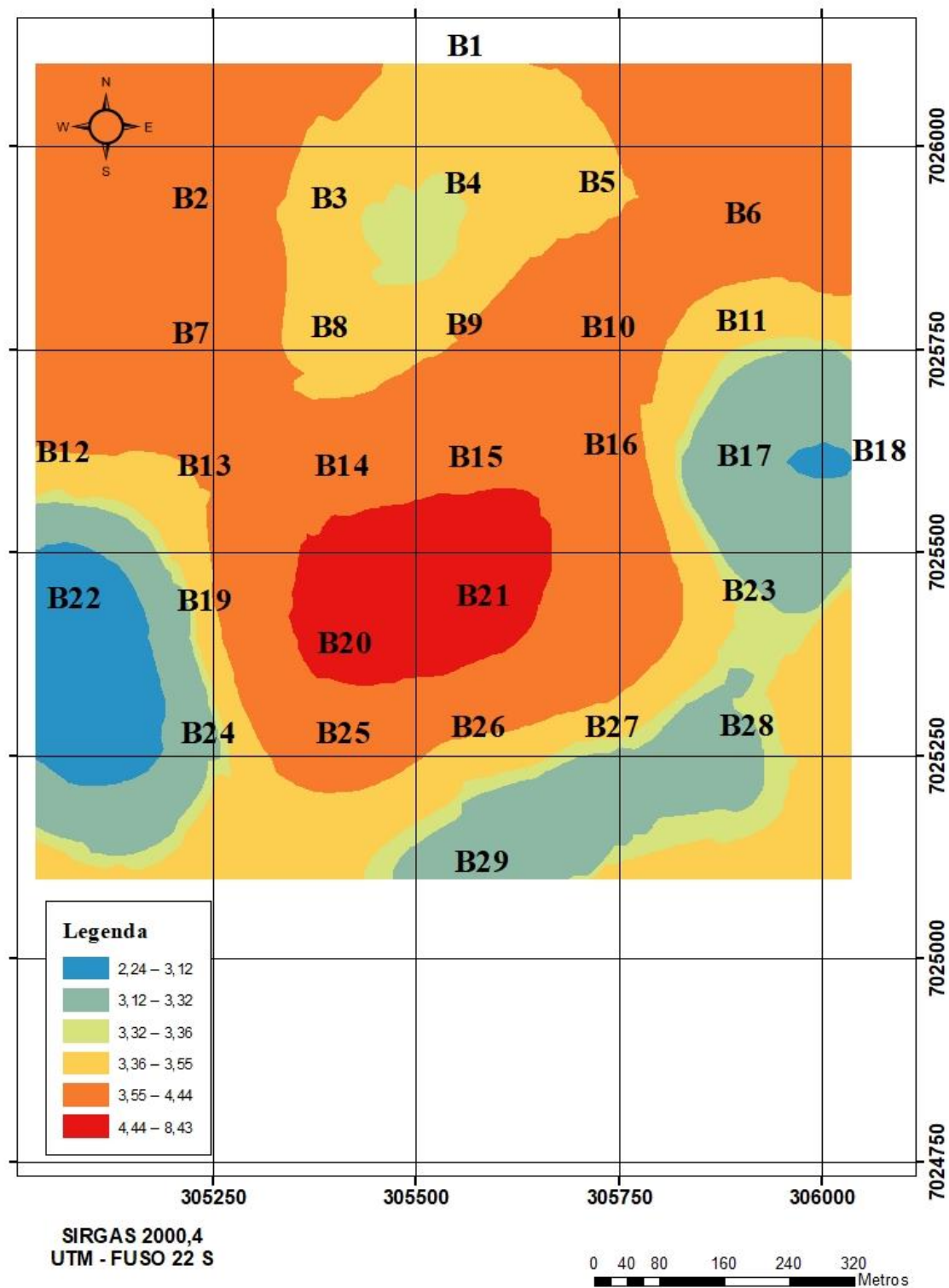


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.



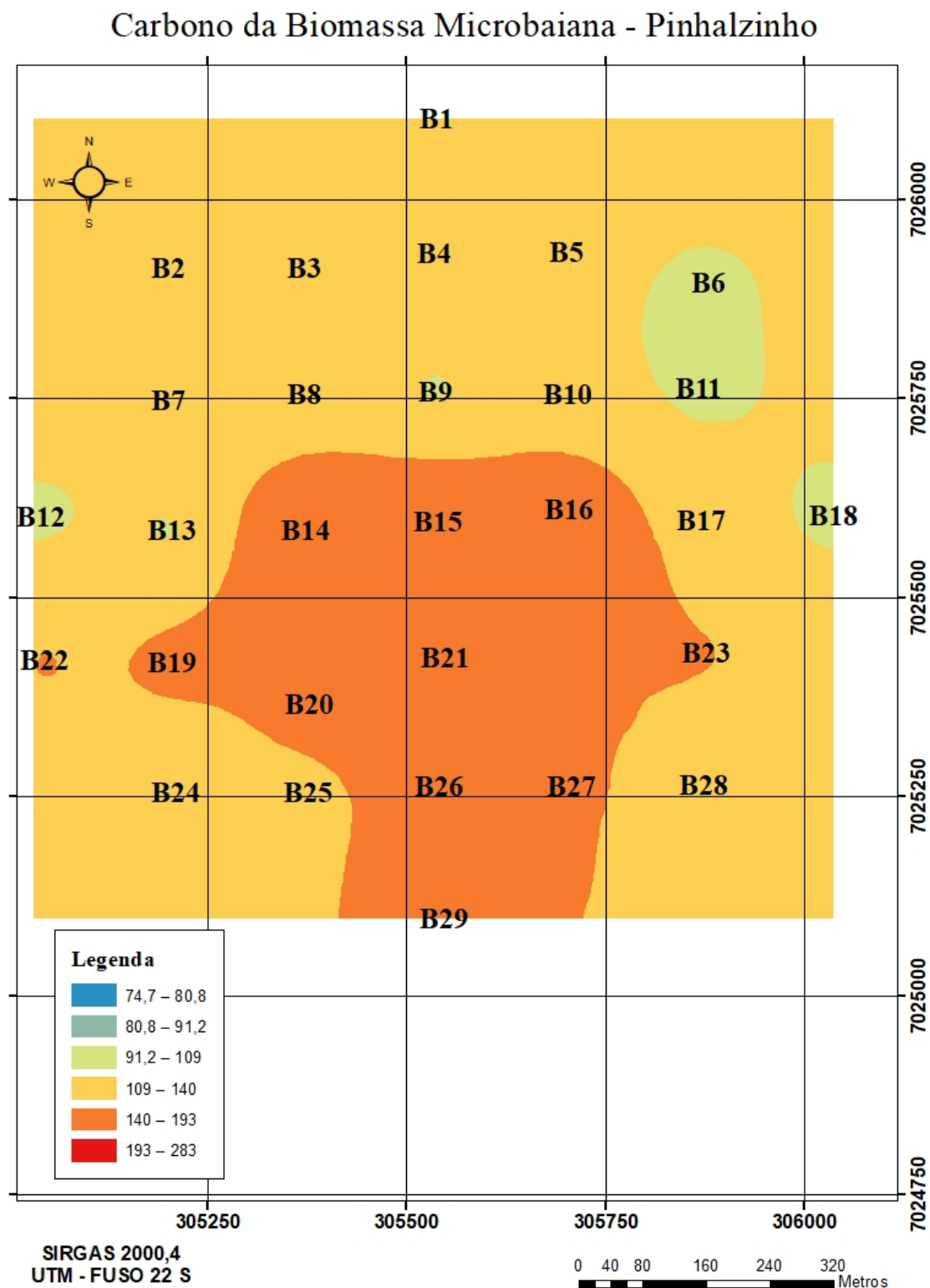
APÊNDICE W – Mapa da interpolação dos teores de Carbono do solo (%) no cenário de Pinhalzinho.

### Teor de carbono do Solo - Pinhalzinho



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

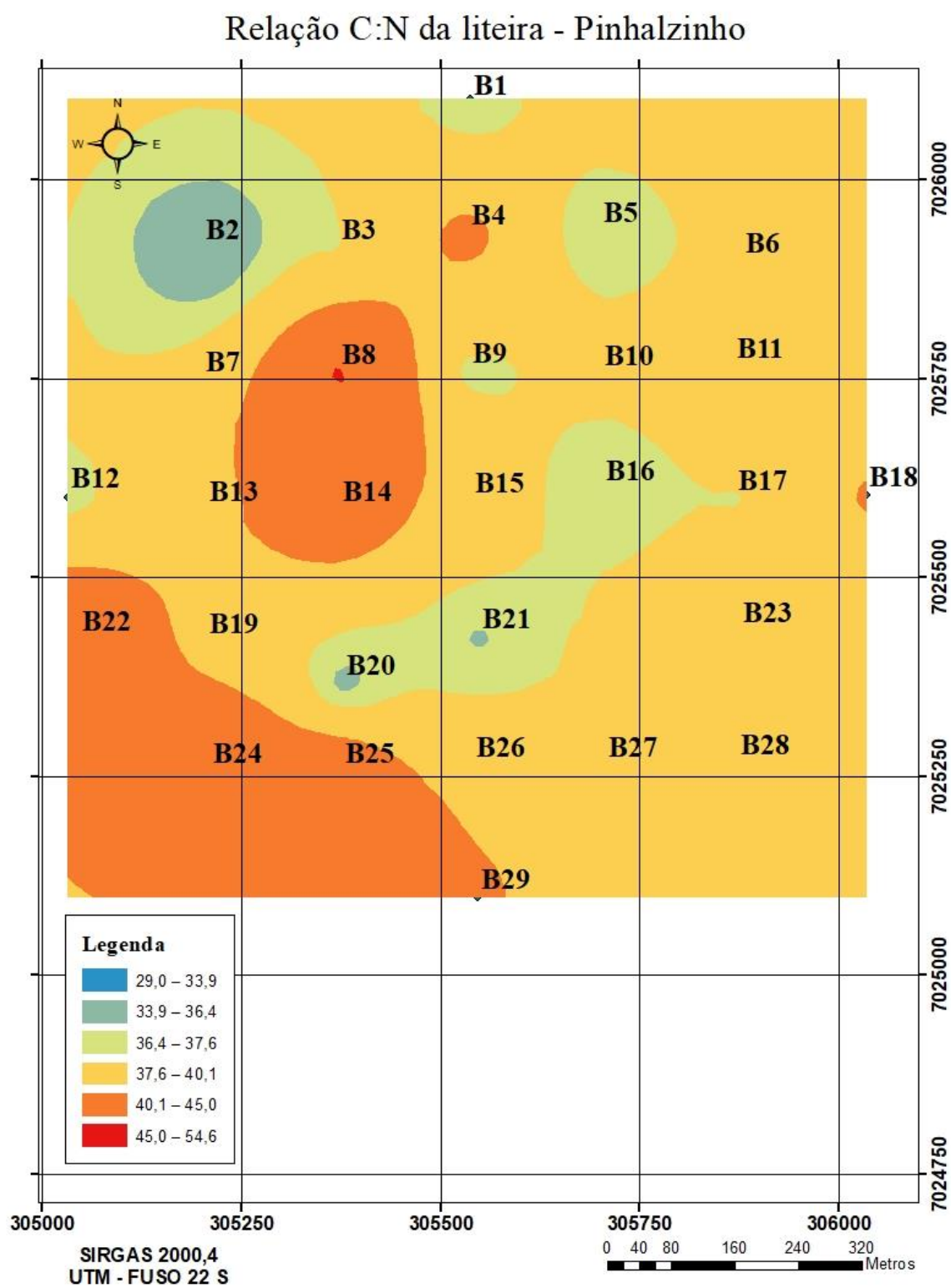
APÊNDICE X – Mapa da interpolação do Carbono da biomassa microbiana do solo no cenário de Pinhalzinho.



Elaborado pelo autor, 2019.

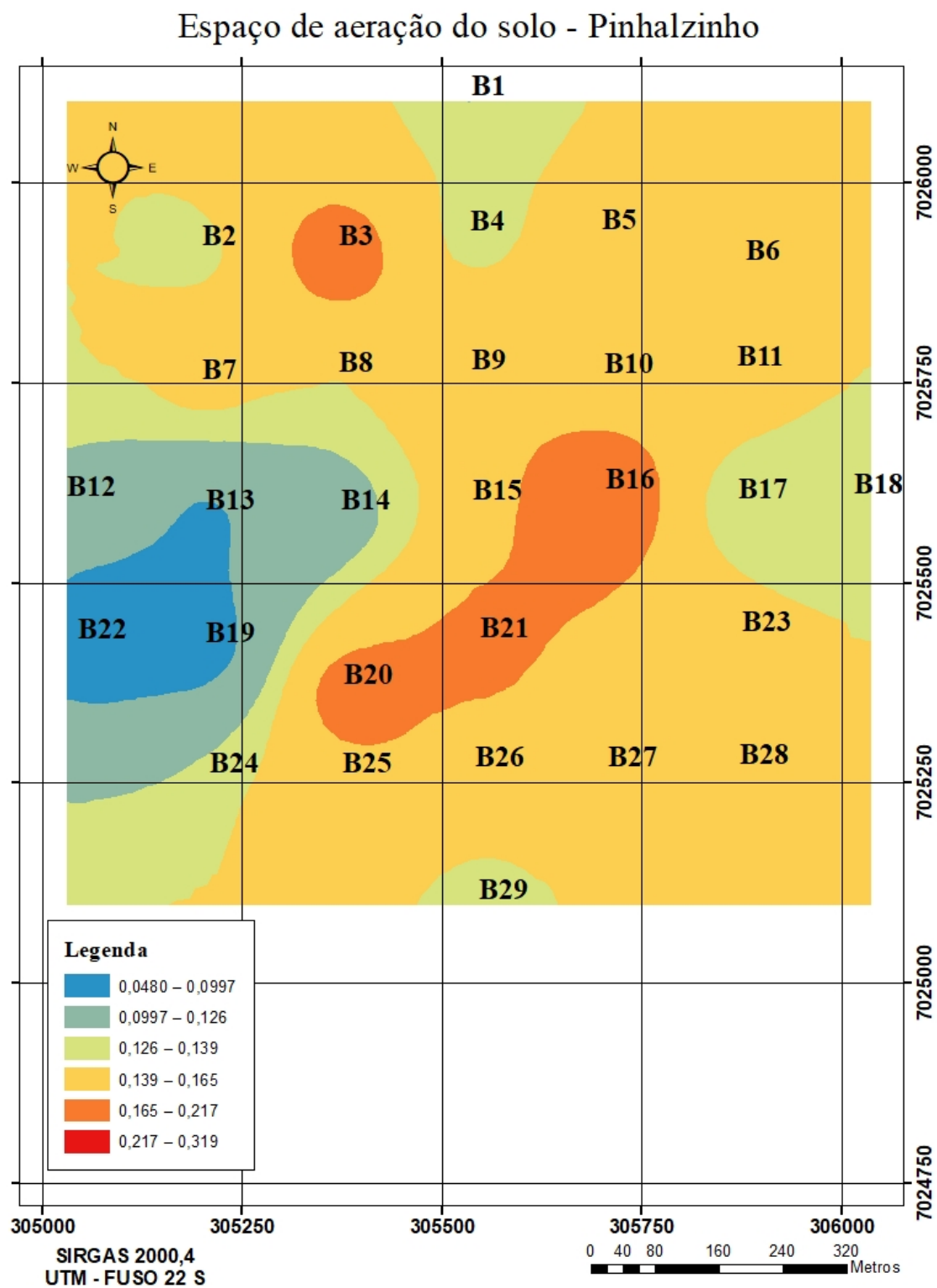


APÊNDICE Y – Mapa da relação C:N da liteira no cenário de Pinhalzinho.



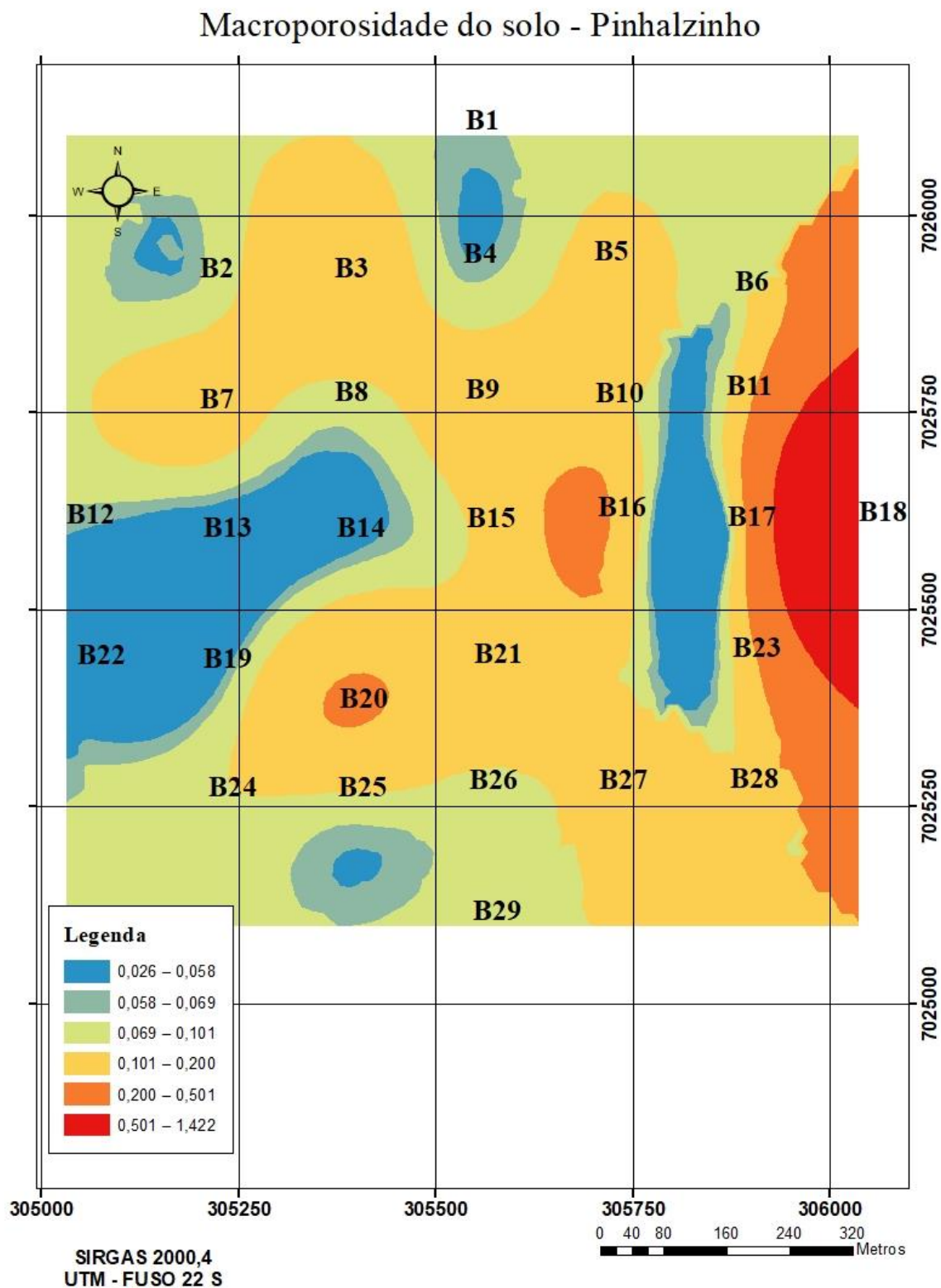
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE Z – Mapa da interpolação do Espaço de aeração do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de Pinhalzinho.



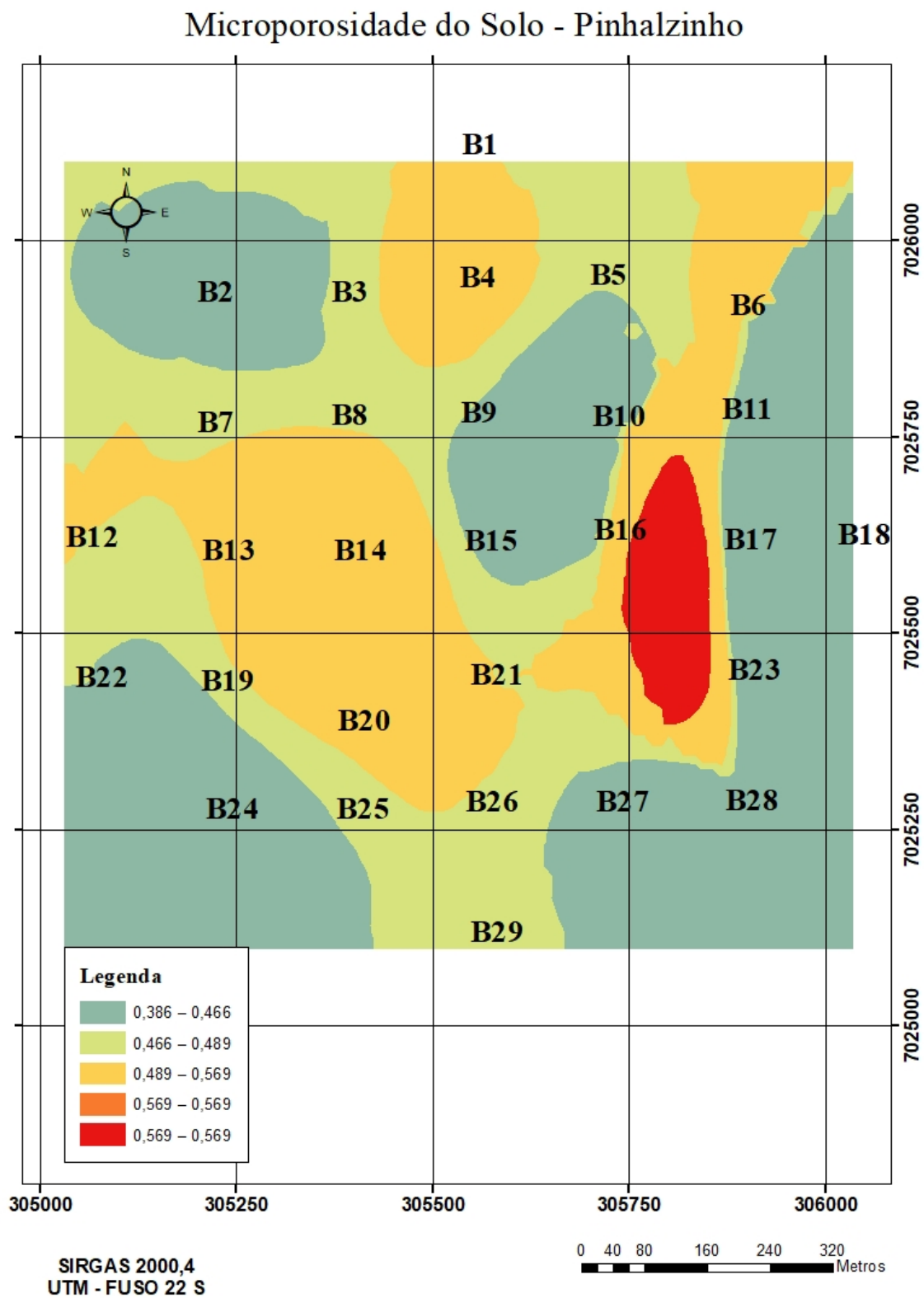
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AA – Mapa da interpolação da Macroporosidade do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de Pinhalzinho.



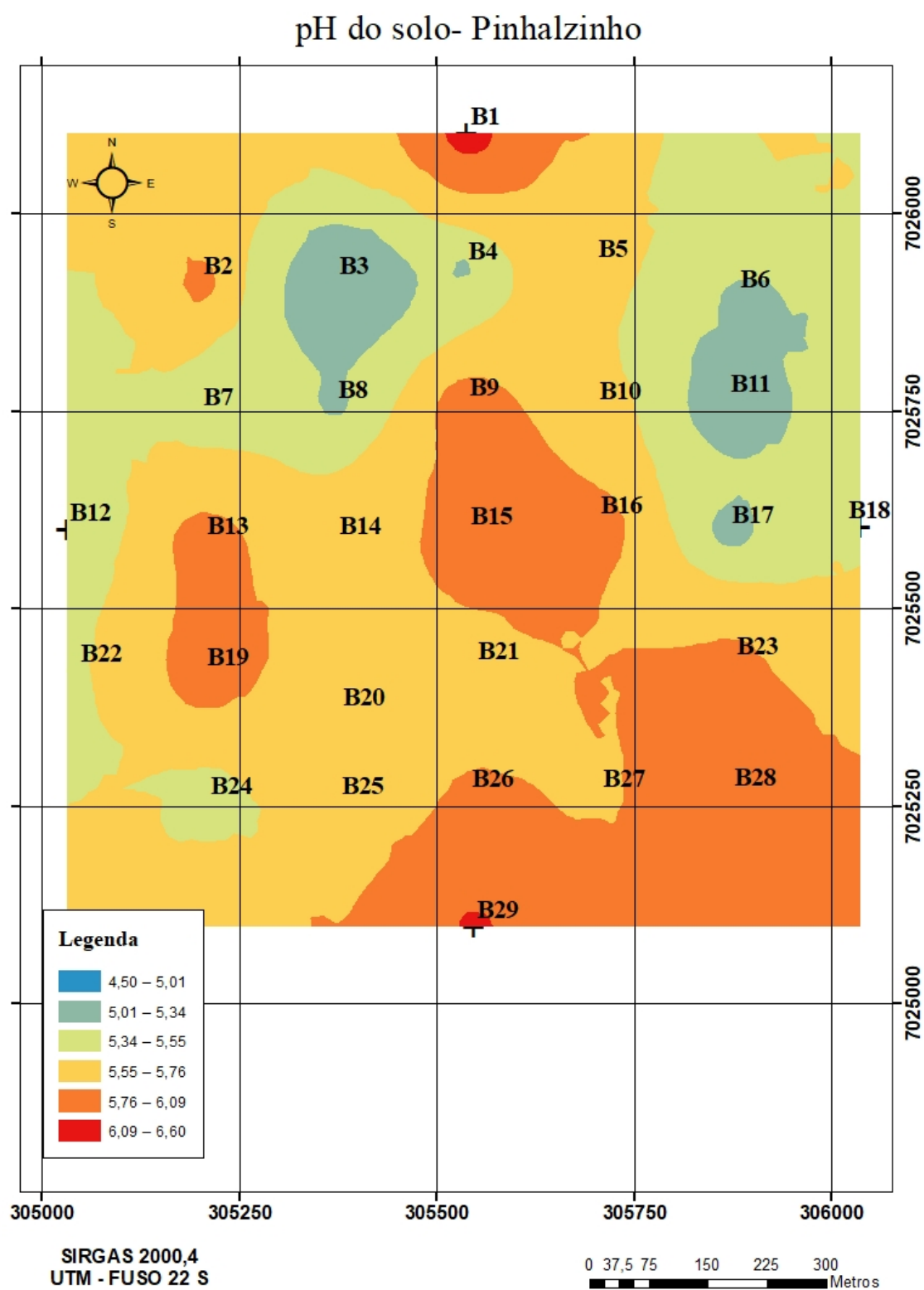
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AB – Mapa da interpolação da Microporosidade do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de Pinhalzinho.



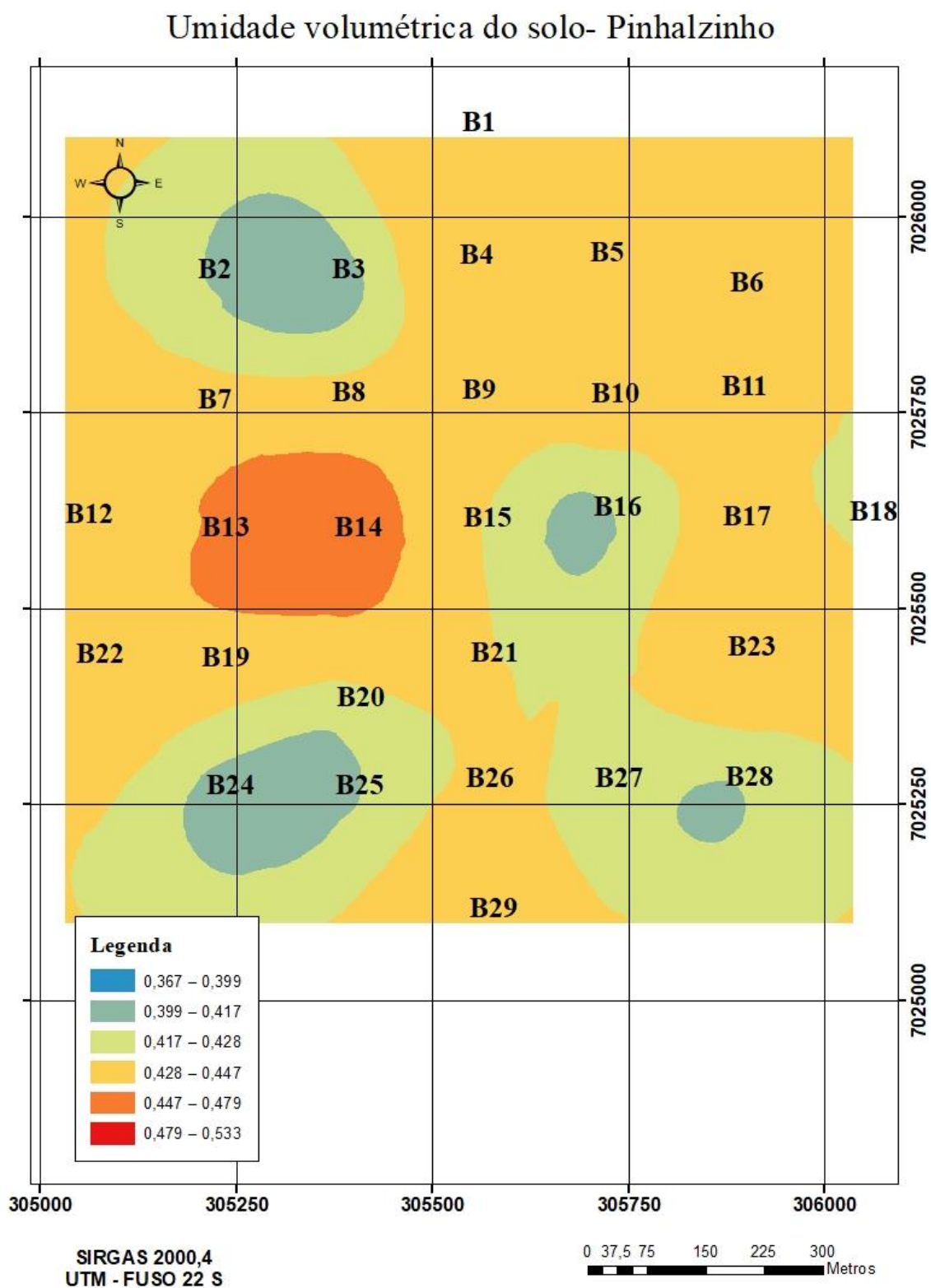
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AC – Mapa da interpolação do pH do solo no cenário de Pinhalzinho.



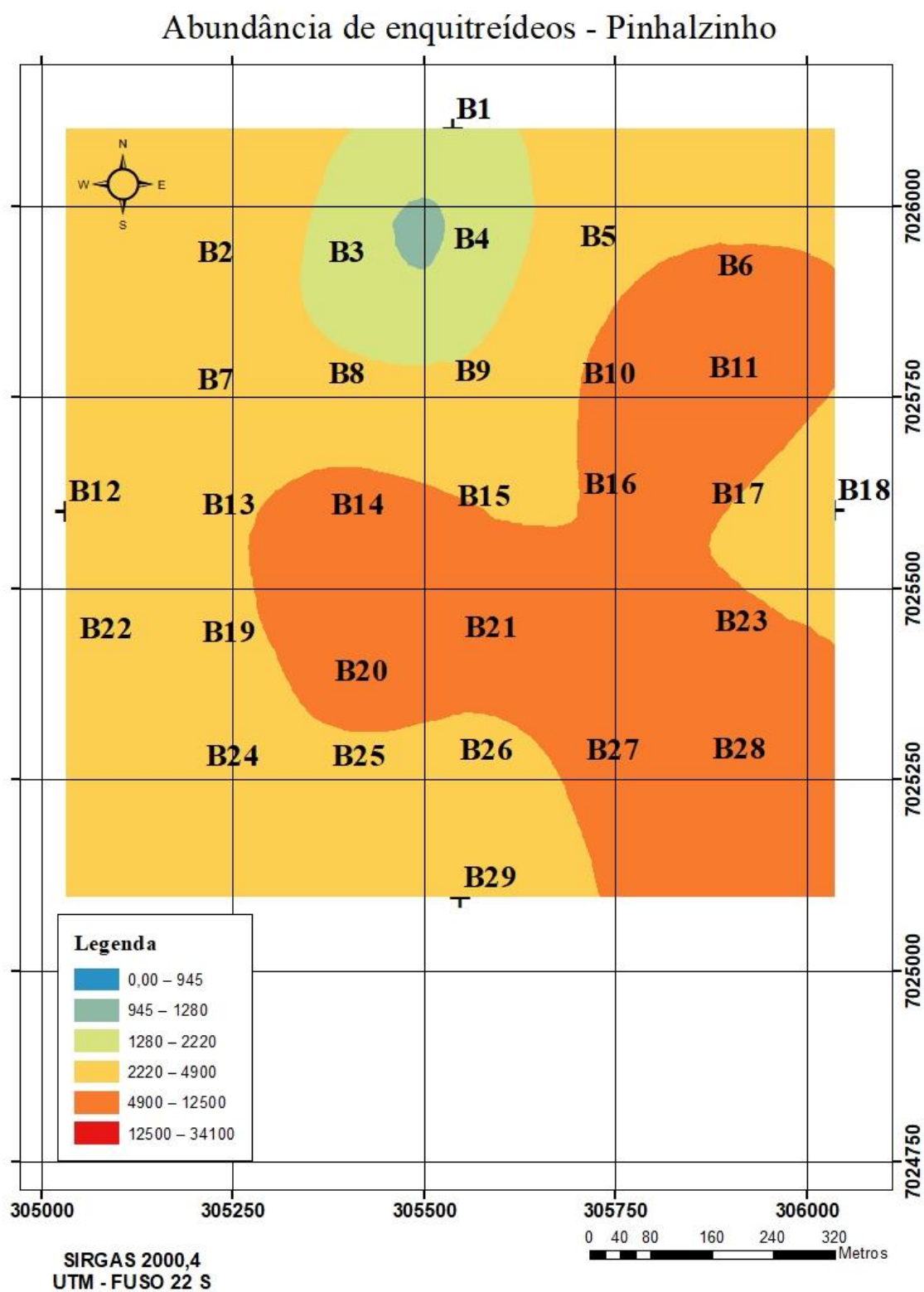
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AD – Mapa da interpolação da umidade volumétrica do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de Pinhalzinho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

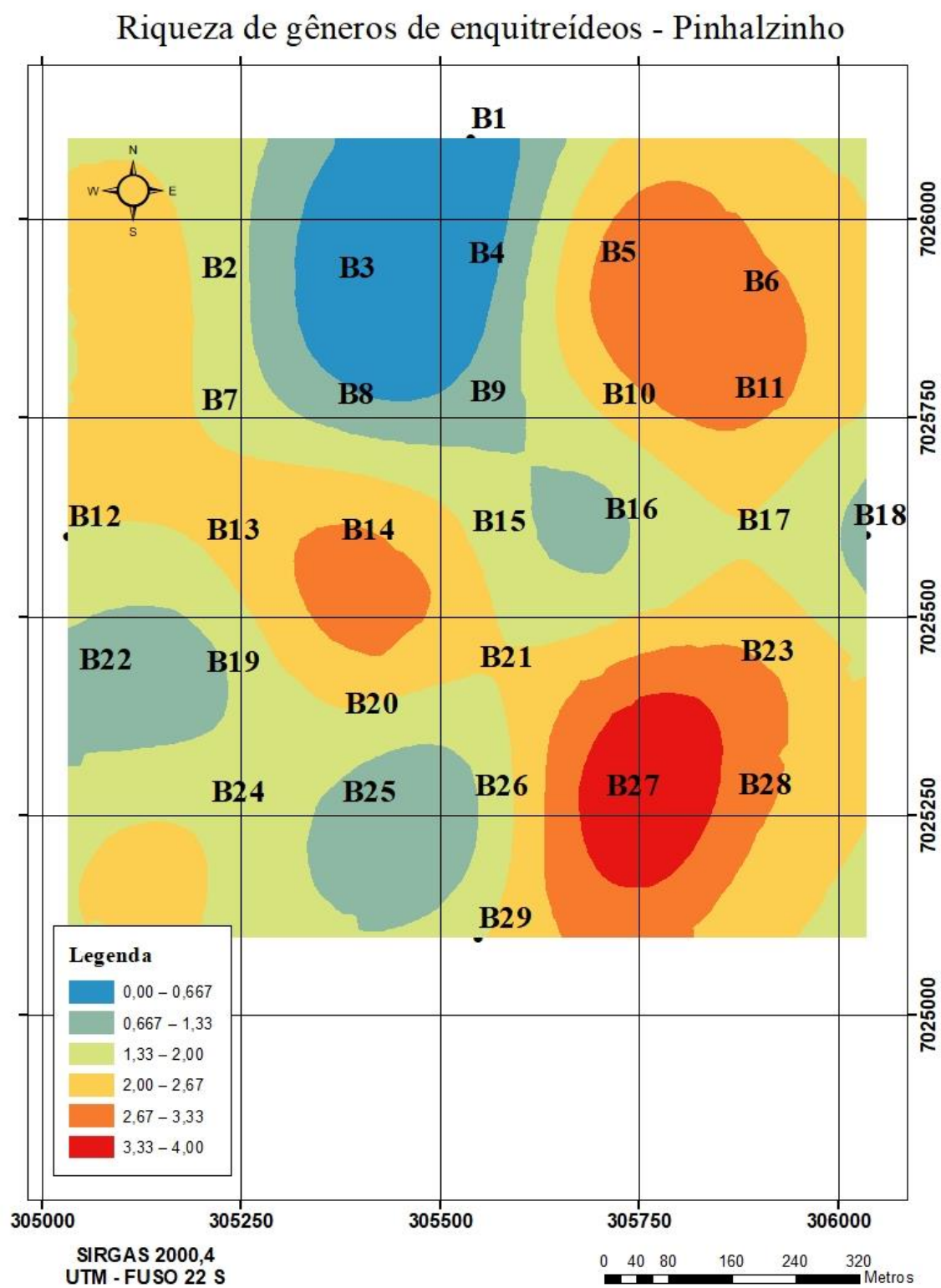
APÊNDICE AE – Mapa da interpolação da abundância de enquitreídeos no cenário de Pinhalzinho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.



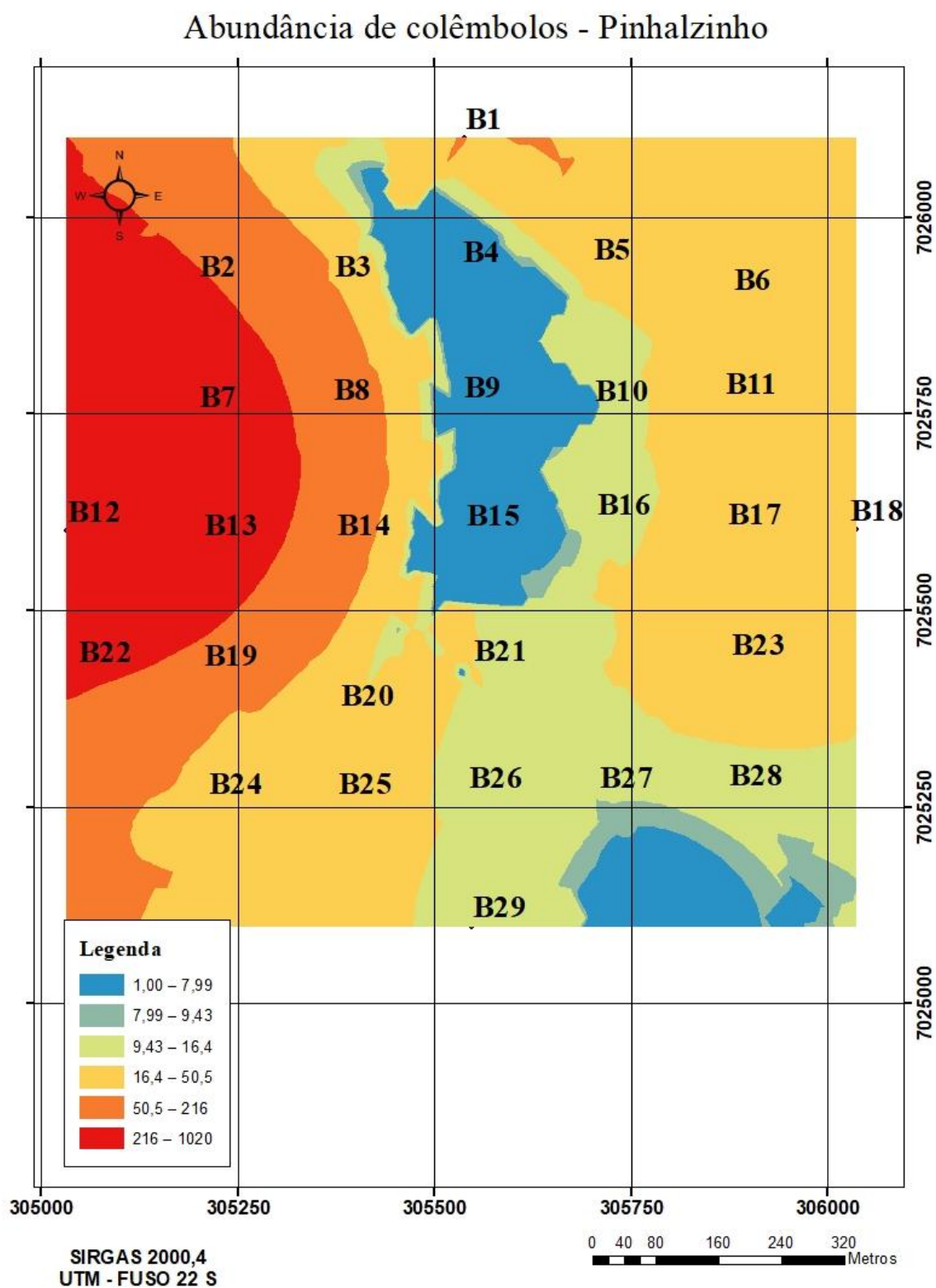
APÊNDICE AF – Mapa da interpolação da riqueza de gêneros de enquitreídeos no cenário de Pinhalzinho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

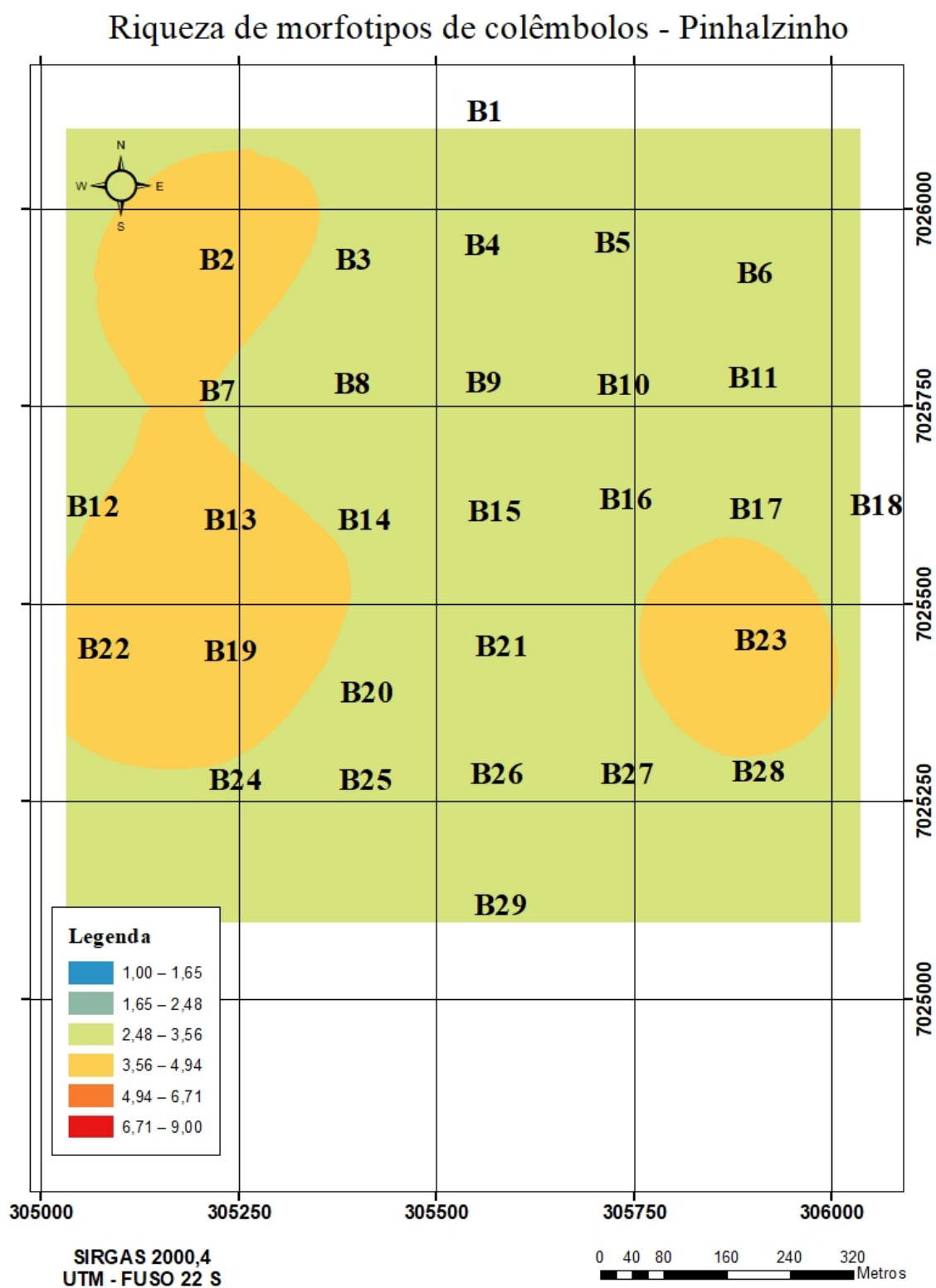


APÊNDICE AG – Mapa da interpolação da abundância de colêmbolos no cenário de Pinhalzinho.



.Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

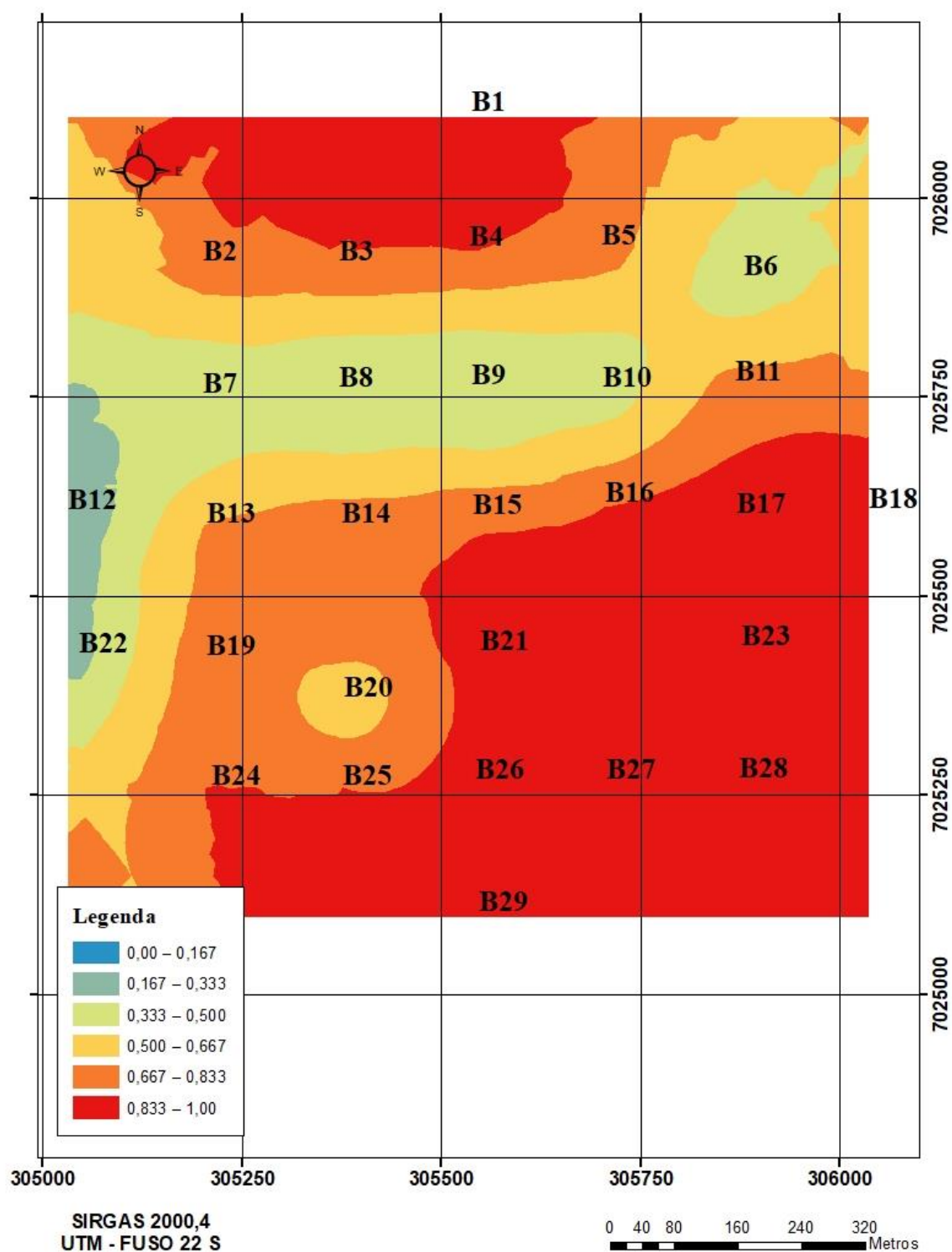
APÊNDICE AH – Mapa da interpolação da riqueza de morfotipos de colêmbolos no cenário de Pinhalzinho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

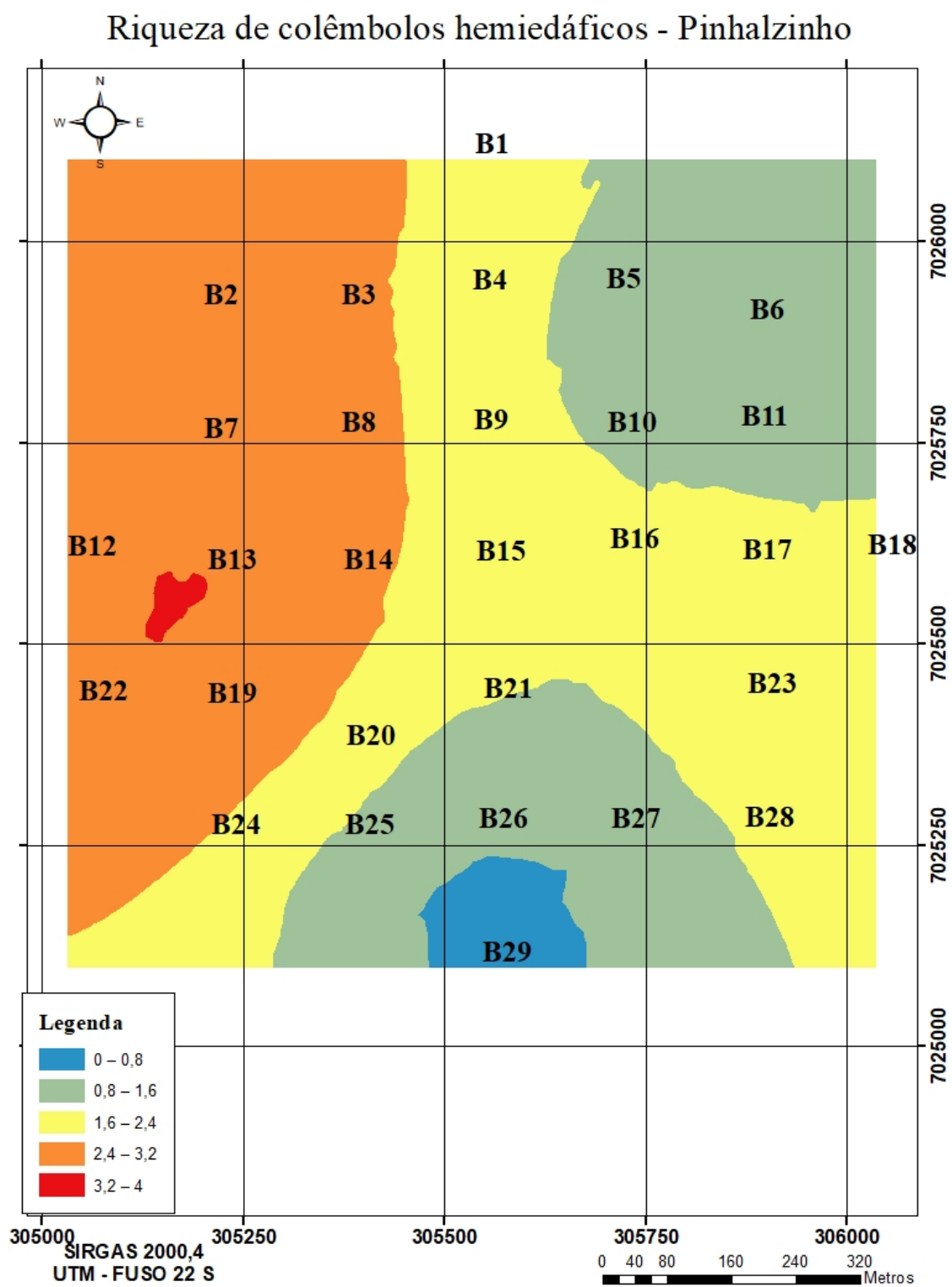
APÊNDICE AI – Mapa da interpolação abundância de colêmbolos edáficos no cenário de Pinhalzinho.

### Riqueza de moroftipos de colêmbolos edáficos - Pinhalzinho



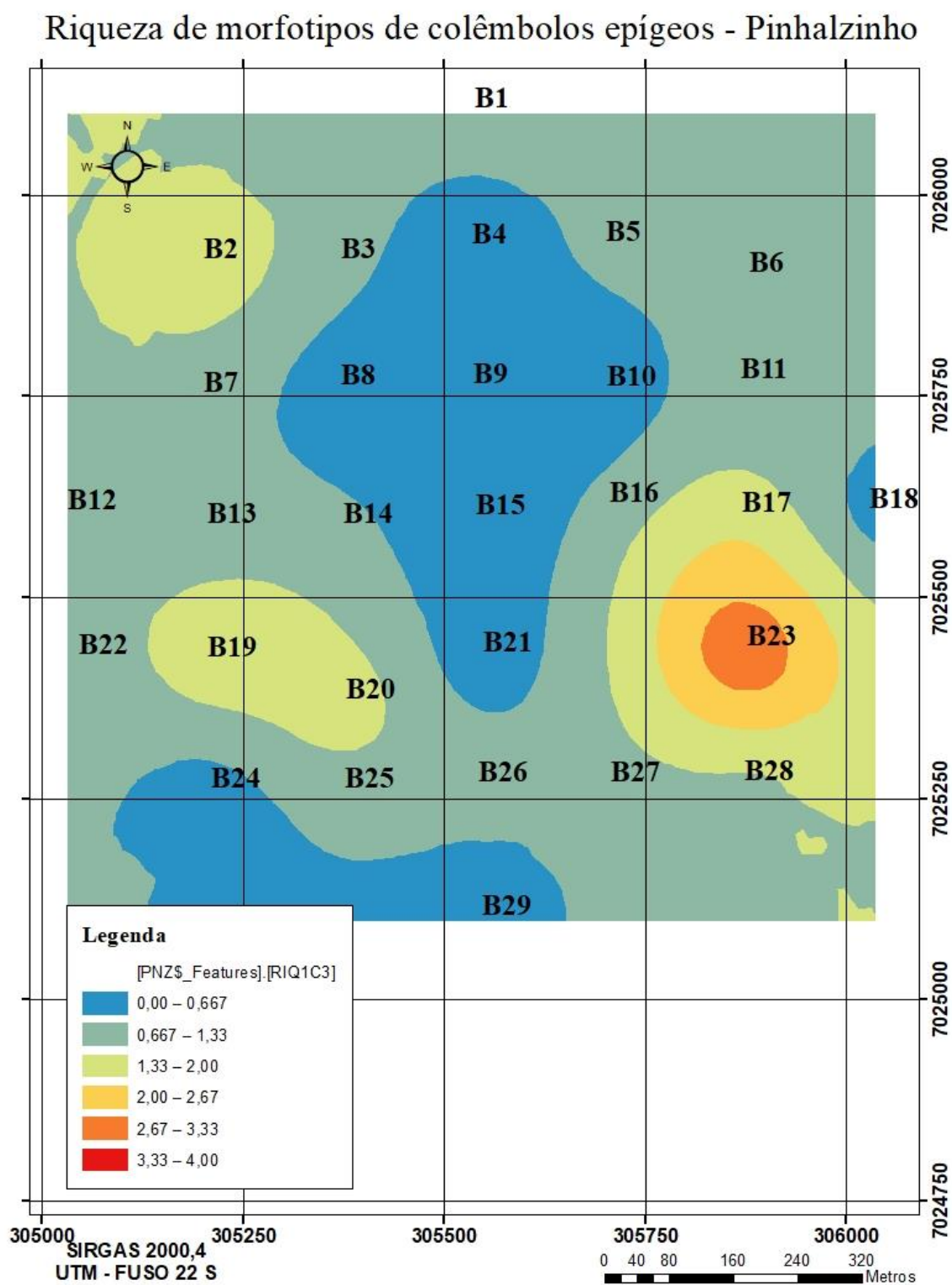
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AJ – Mapa da interpolação abundância de colêmbolos hemiedáficos no cenário de Pinhalzinho.



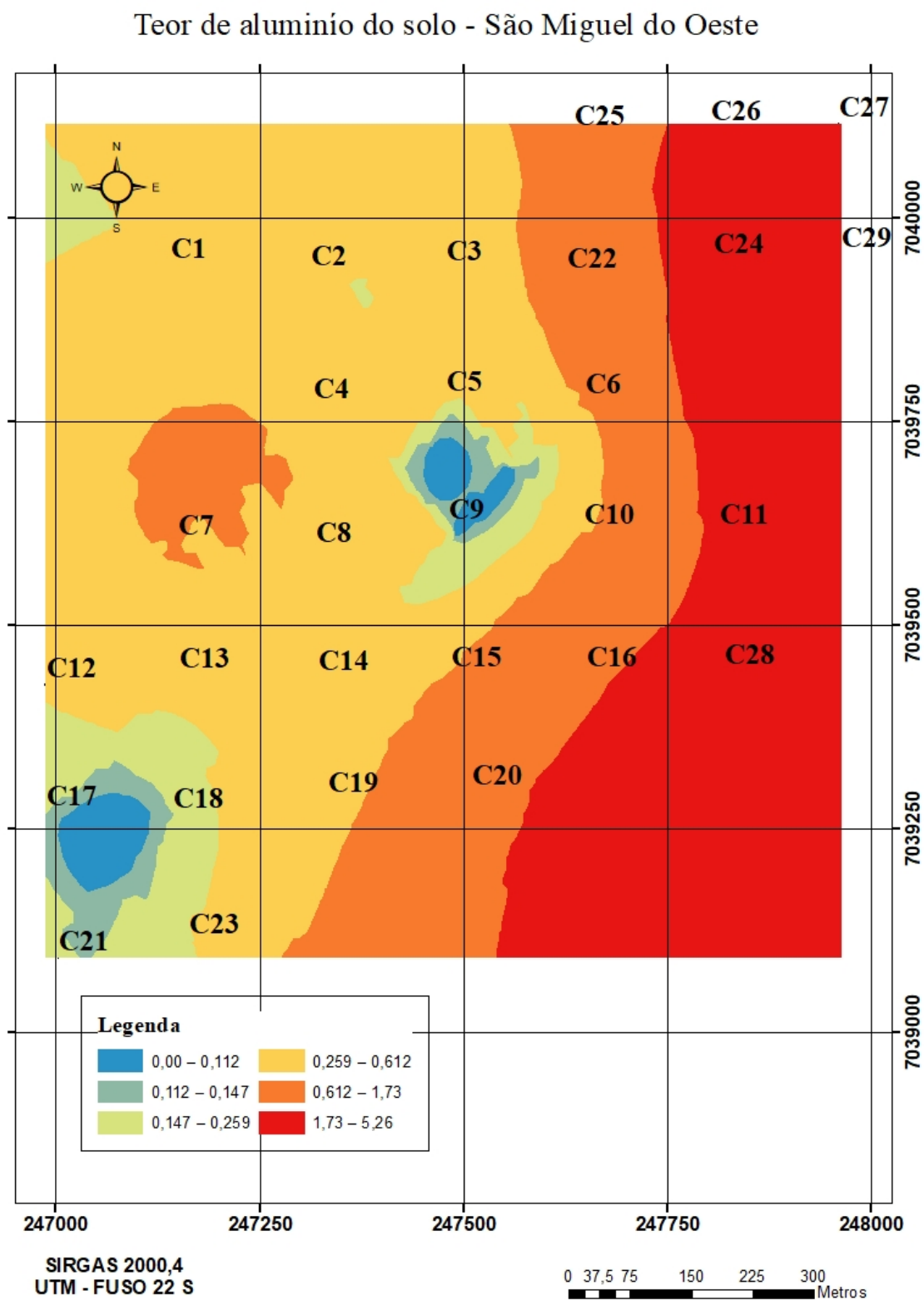
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AK – Mapa da interpolação abundância de colêmbolos hemiedáficos no cenário de Pinhalzinho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

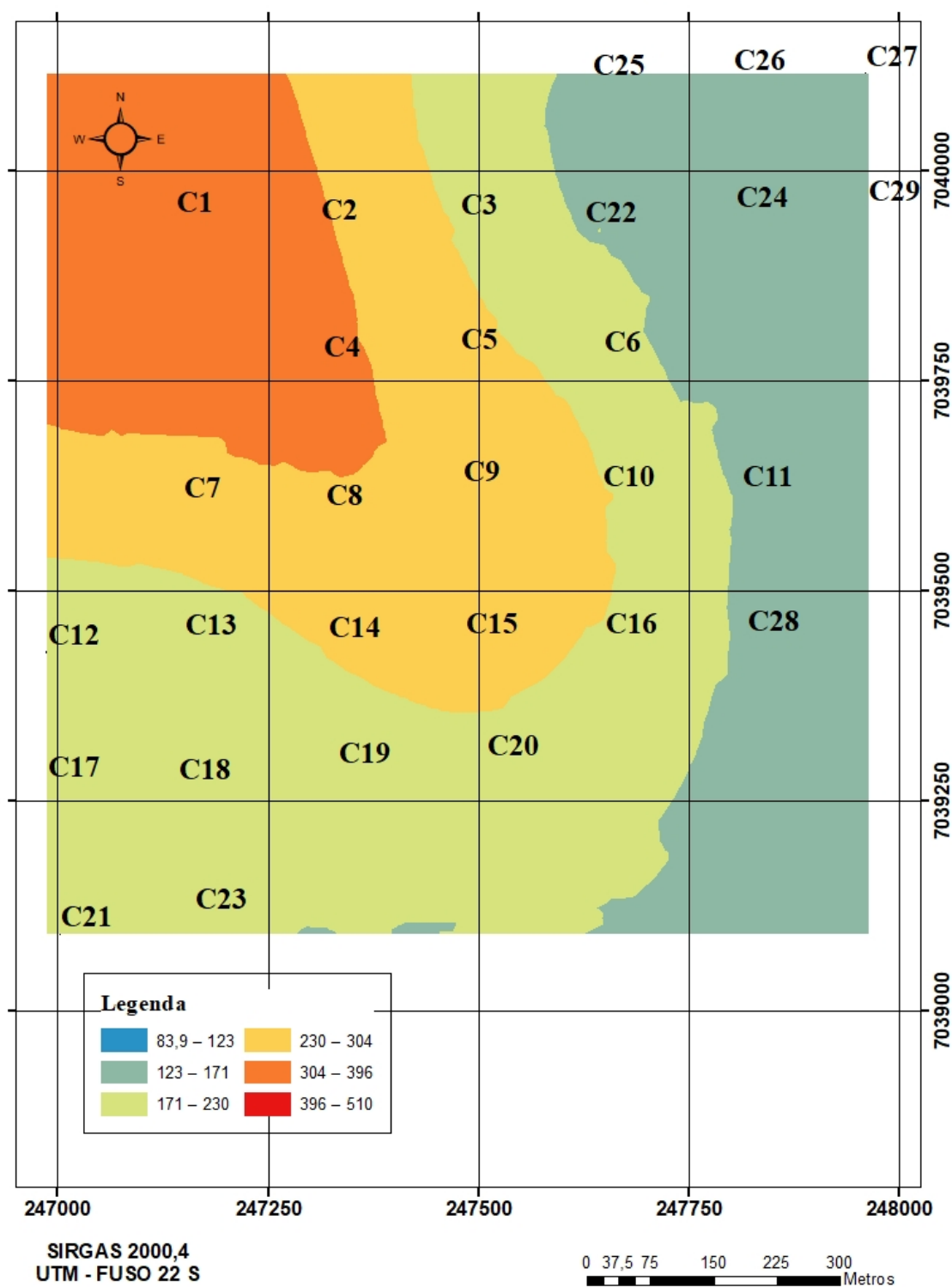
APÊNDICE AL – Mapa da interpolação dos teores de alumínio (%) no cenário de São Miguel do Oeste.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AM – Mapa da interpolação do carbono da biomassa microbiana do solo no cenário de São Miguel do Oeste.

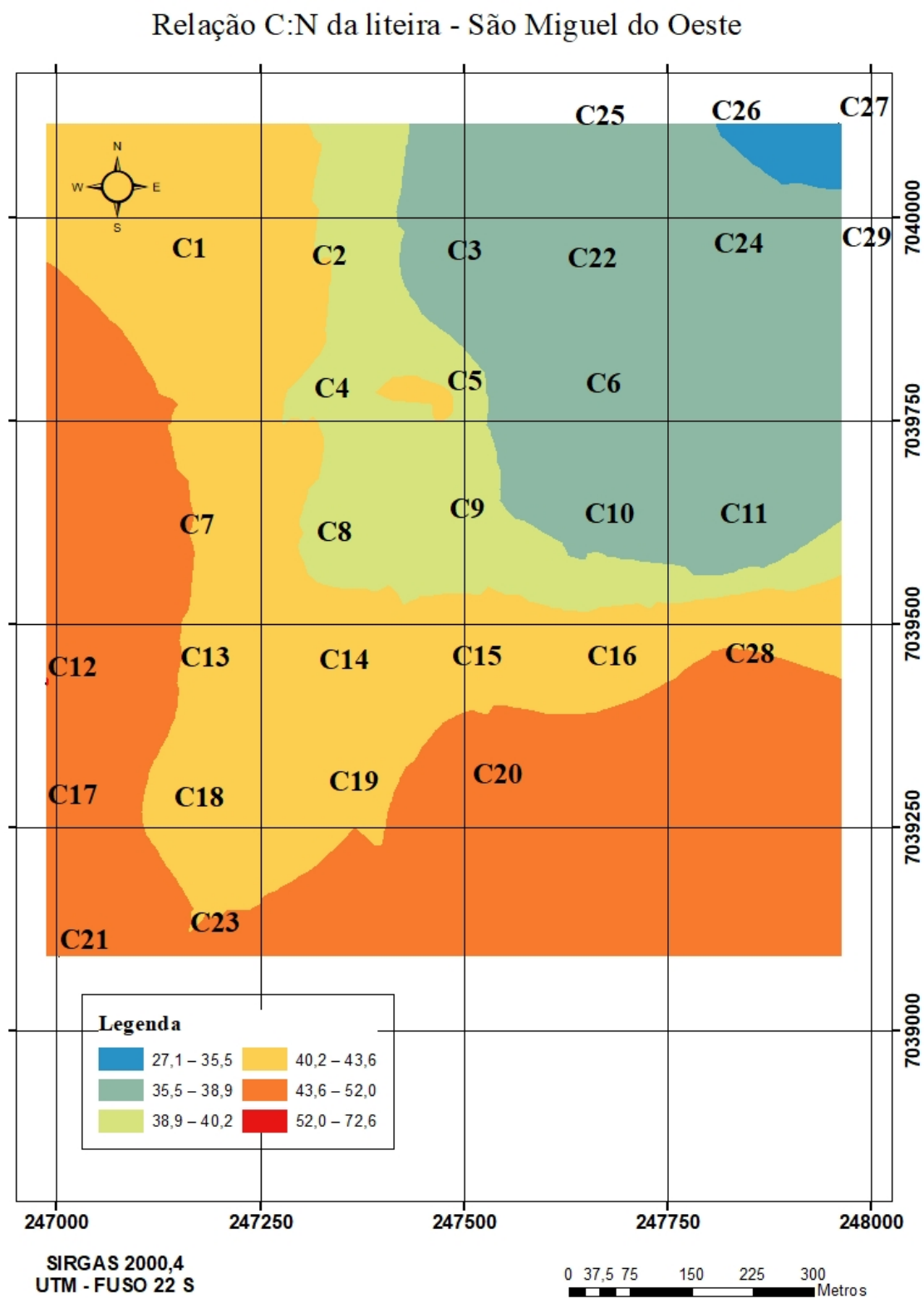
Carbono da biomassa microbiana- São Miguel do Oeste



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.



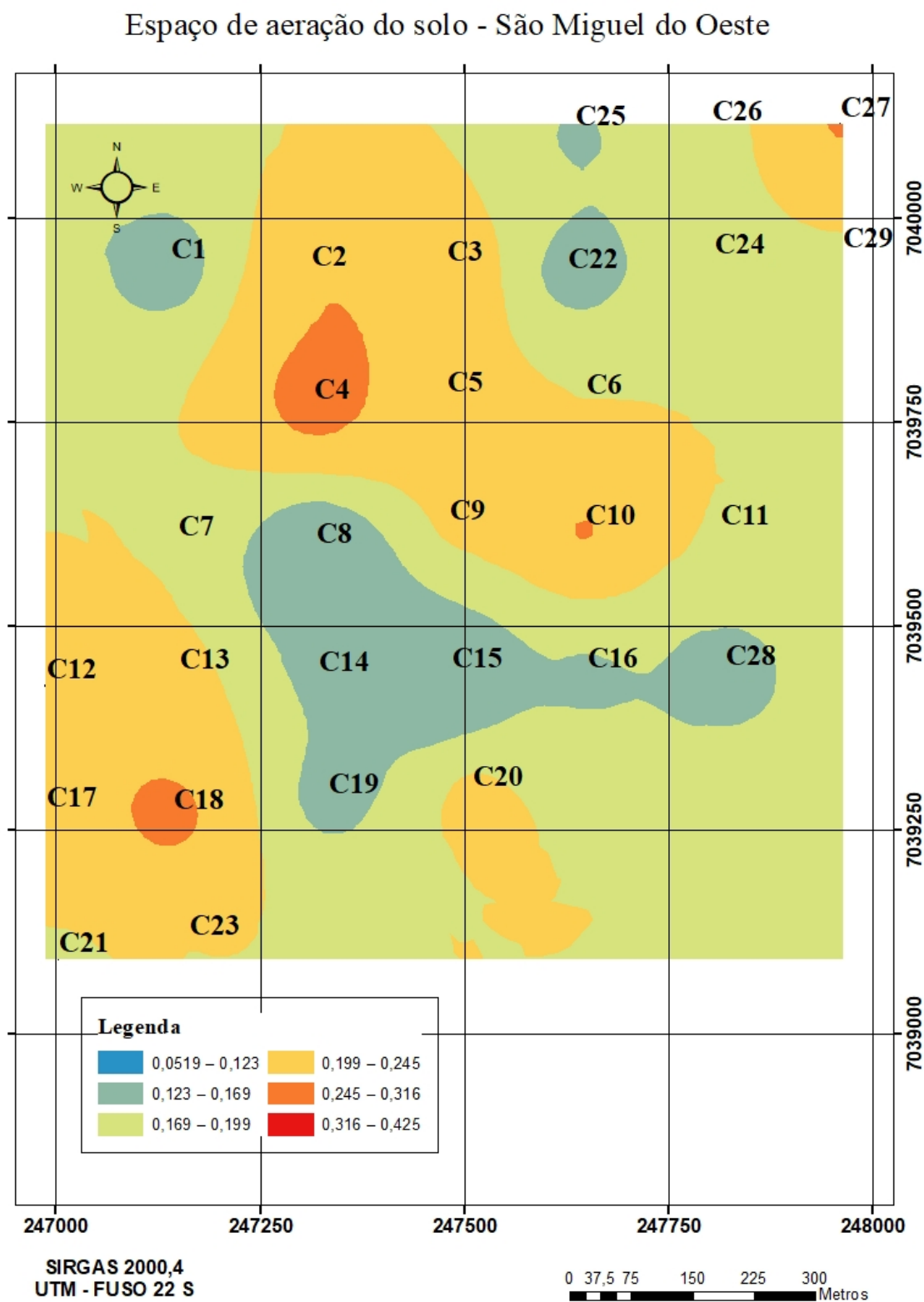
APÊNDICE AN – Mapa da interpolação do carbono da relação C:N da liteira no cenário de São Miguel do Oeste.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

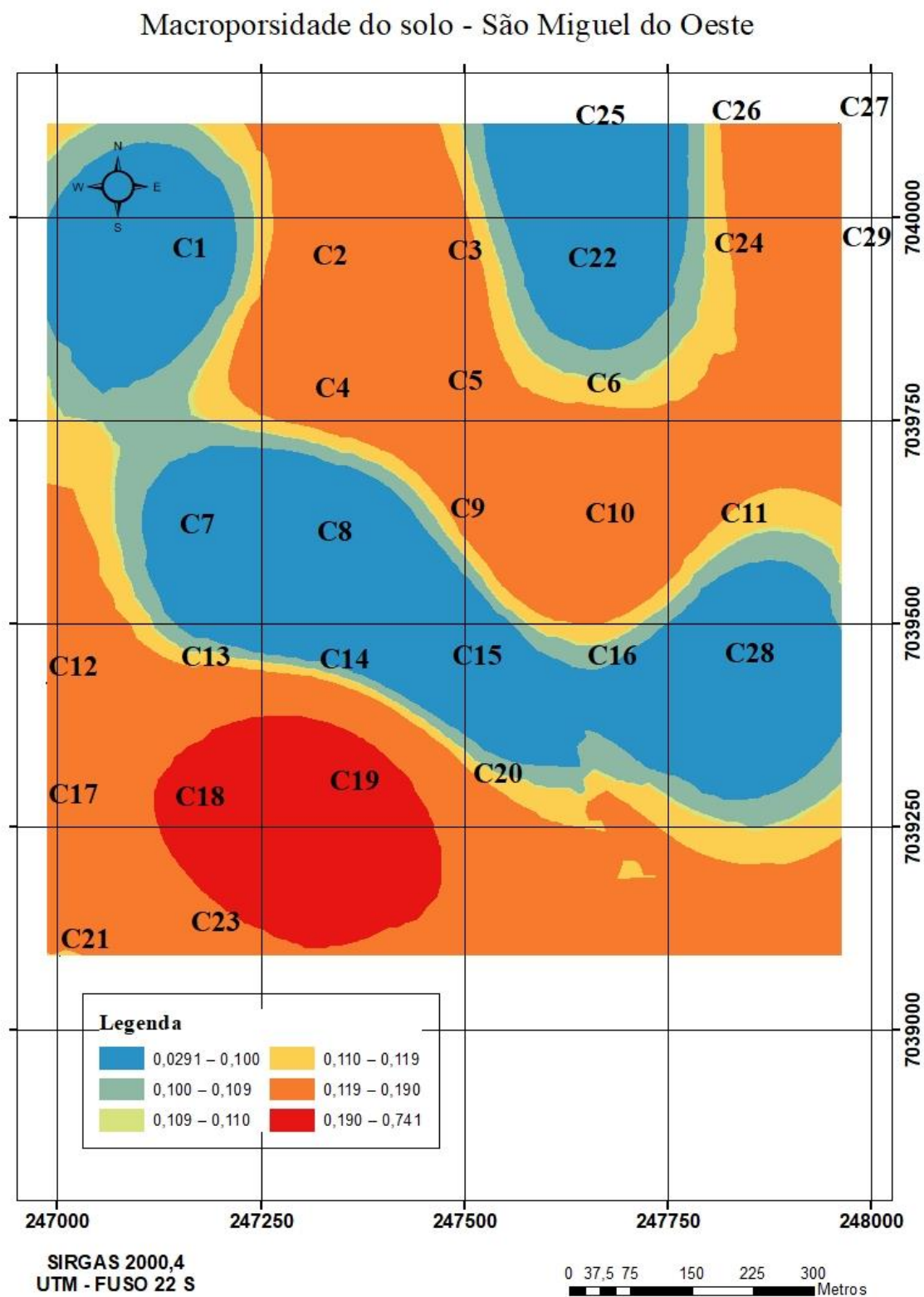


APÊNDICE AO – Mapa da interpolação do espaço de aeração do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de São Miguel do Oeste.



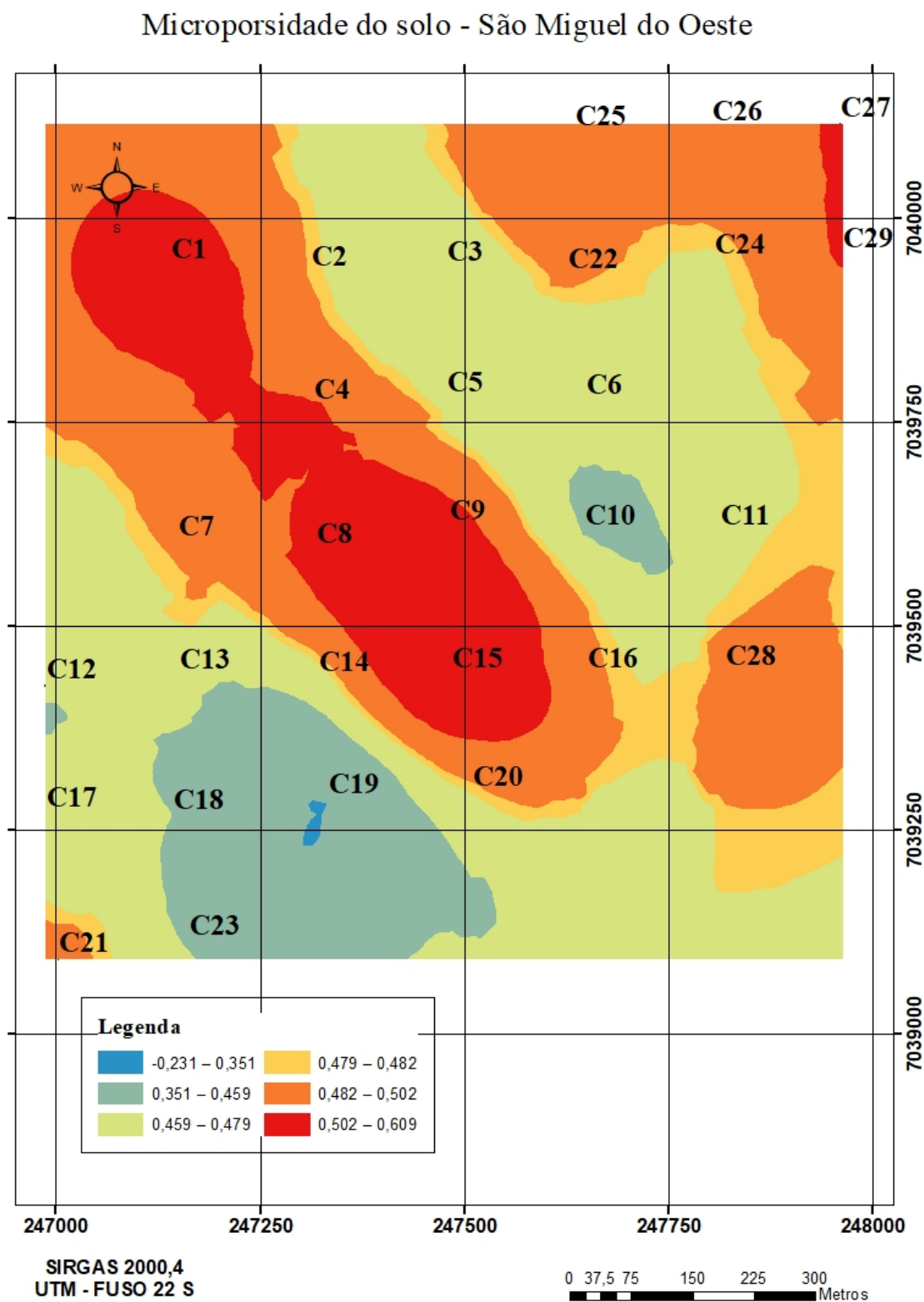
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AP – Mapa da interpolação da macroporosidade do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de São Miguel do Oeste.



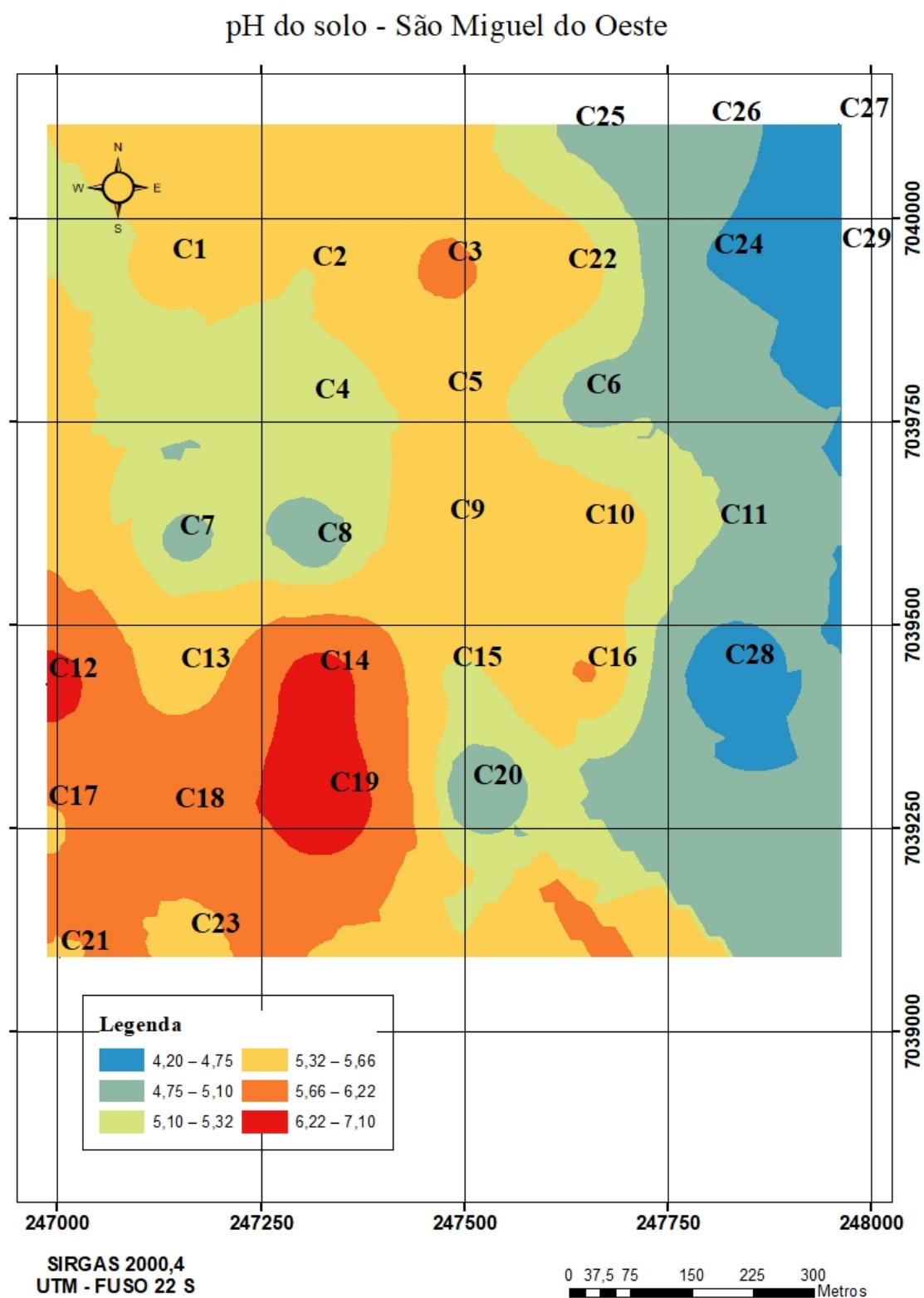
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AQ – Mapa da interpolação da microporosidade do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de São Miguel do Oeste.



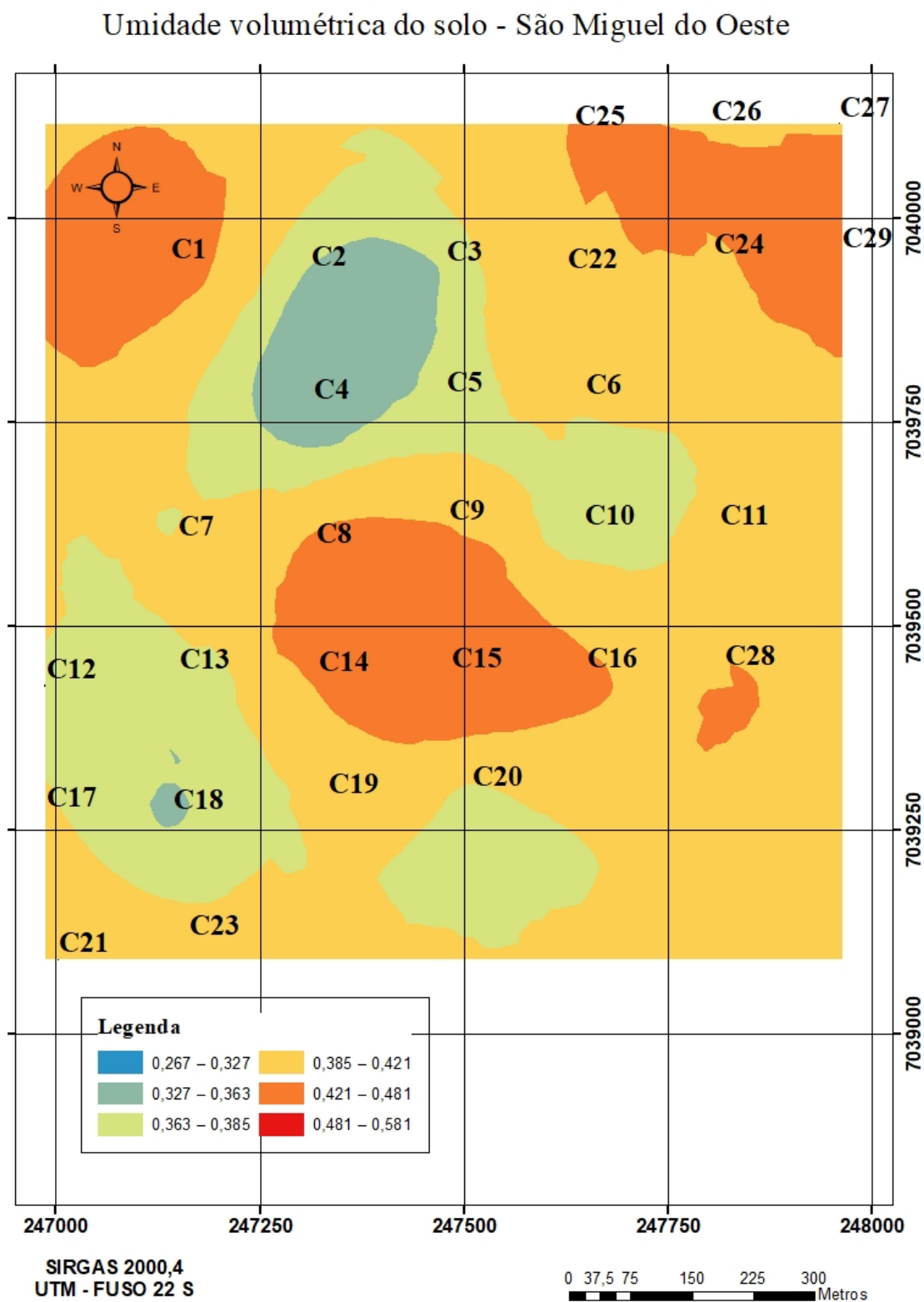
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AR – Mapa da interpolação do pH do solo no cenário de São Miguel do Oeste.



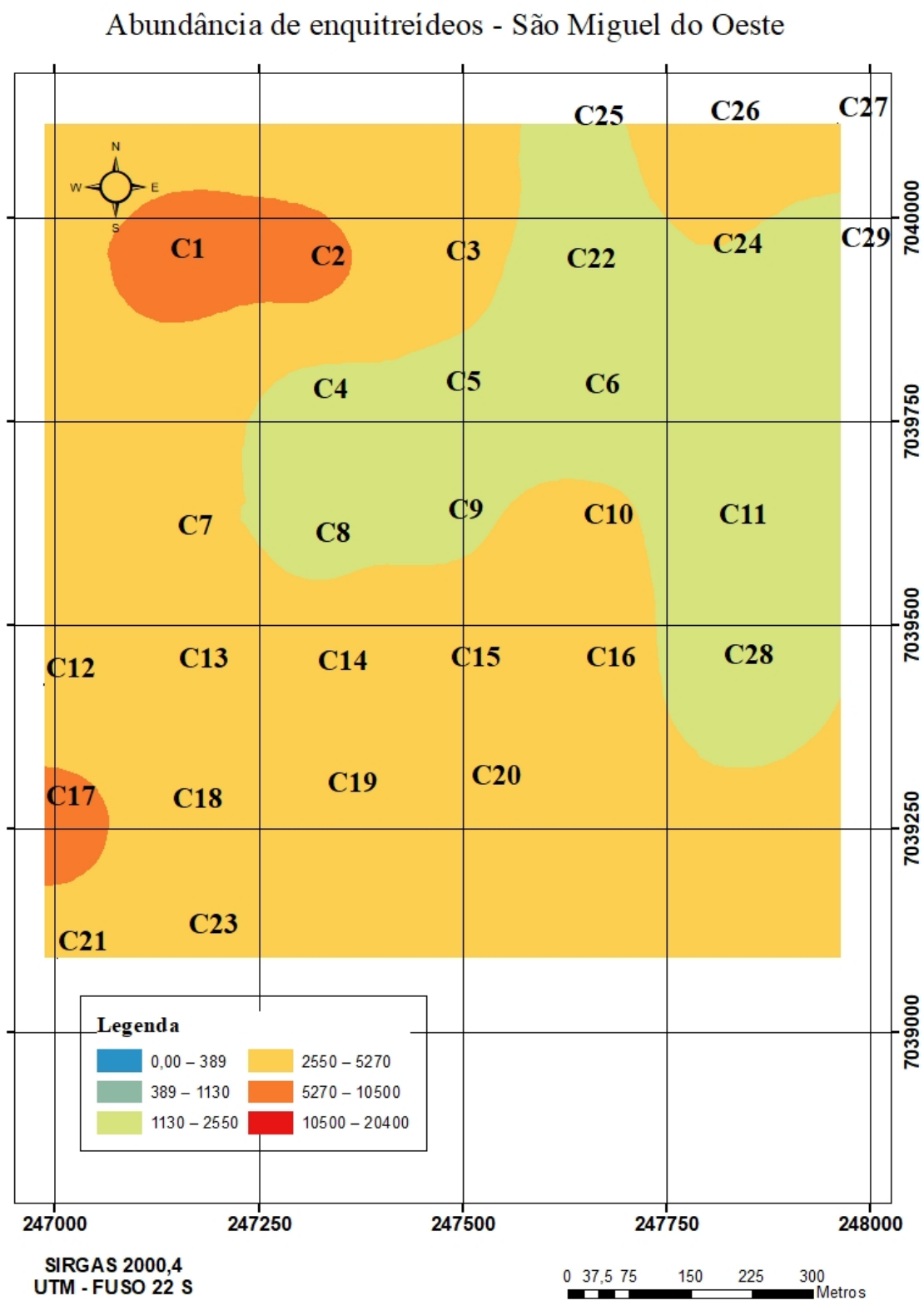
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AS – Mapa da interpolação da umidade volumétrica do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) no cenário de São Miguel do Oeste.



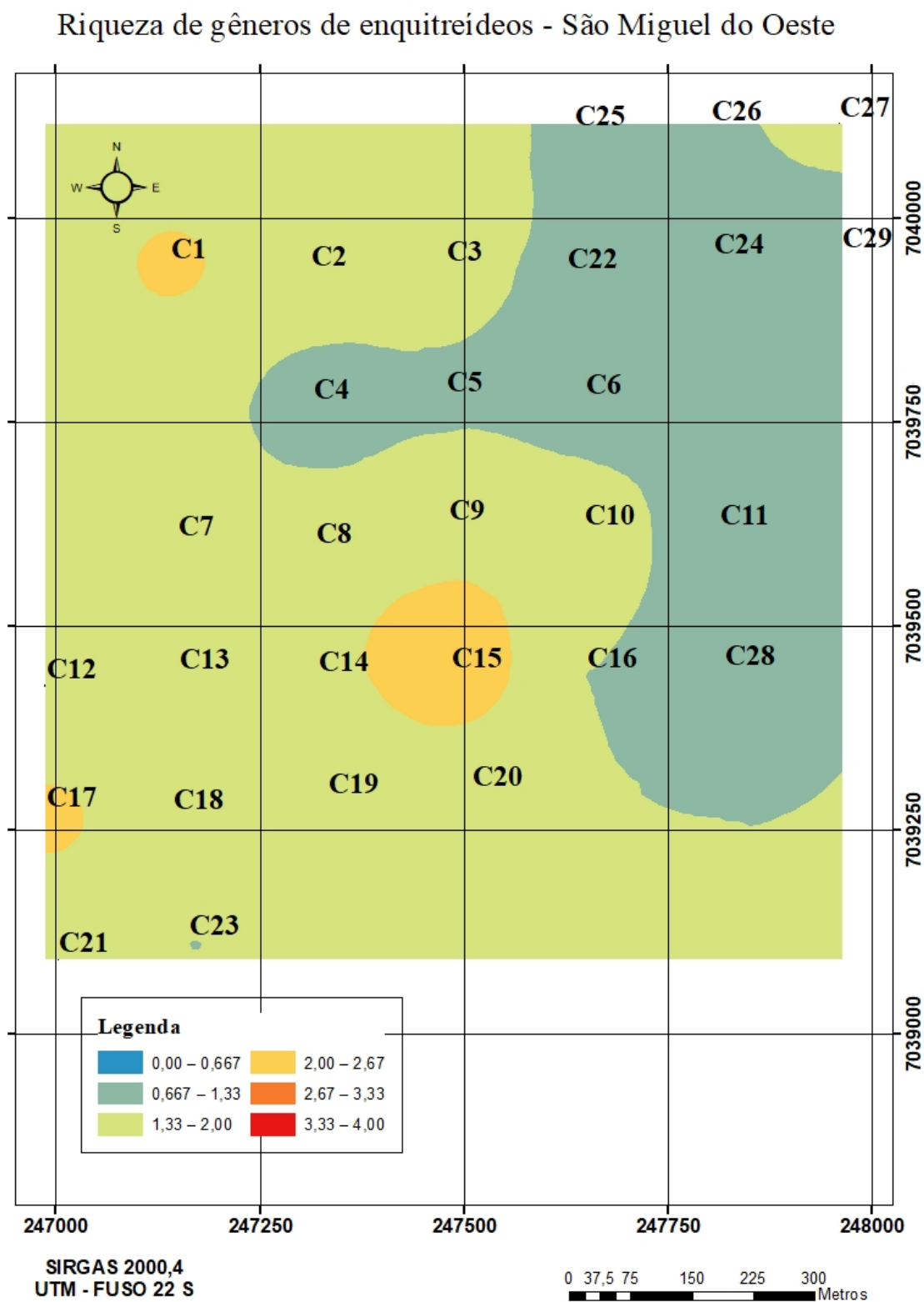
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AT – Mapa da interpolação da abundância de enquitreídeos no cenário de São Miguel do Oeste.



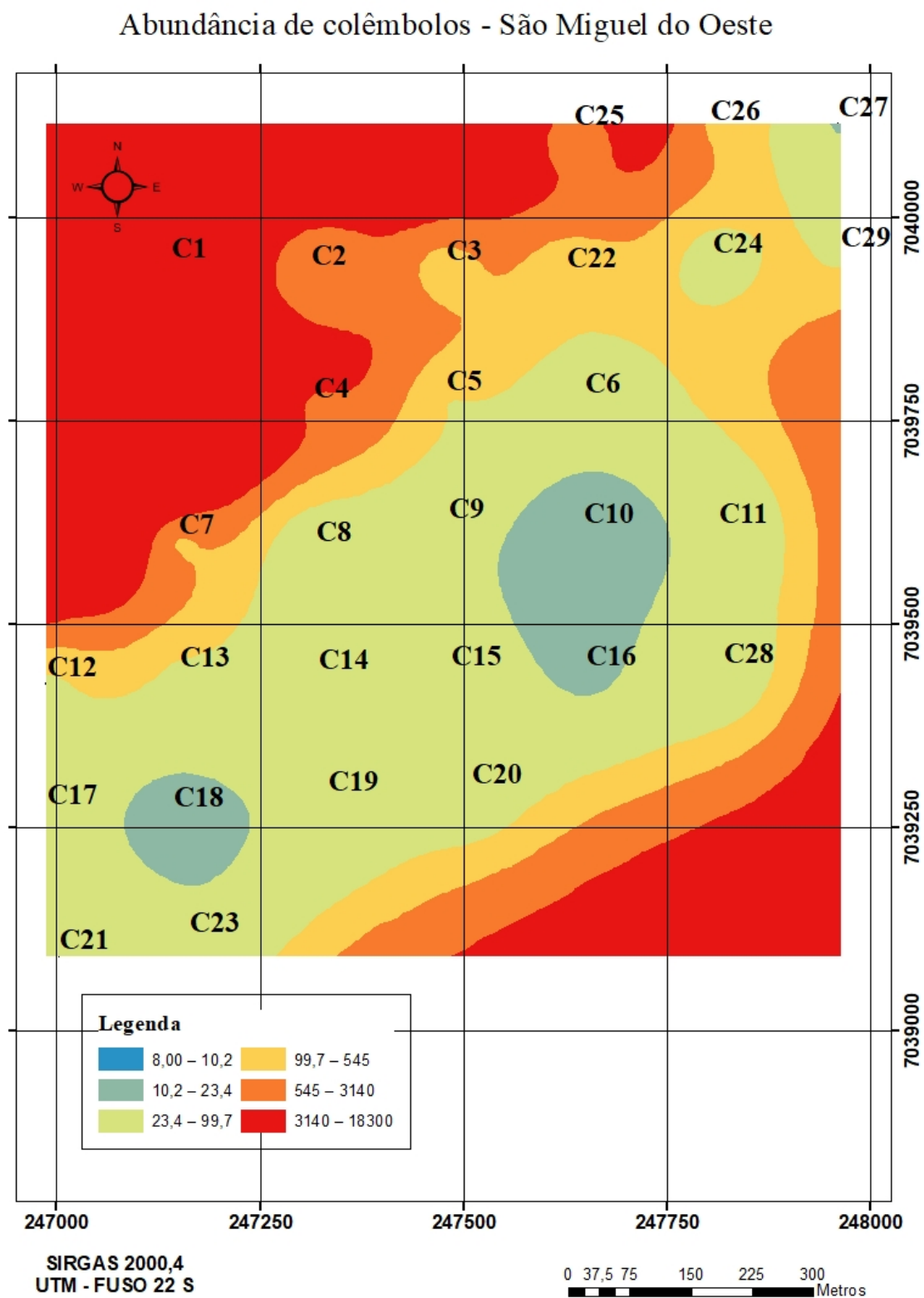
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AU – Mapa da interpolação da riqueza de gêneros de enquitreídeos no cenário de São Miguel do Oeste.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AV – Mapa da interpolação da abundância de colêmbolos no cenário de São Miguel do Oeste.

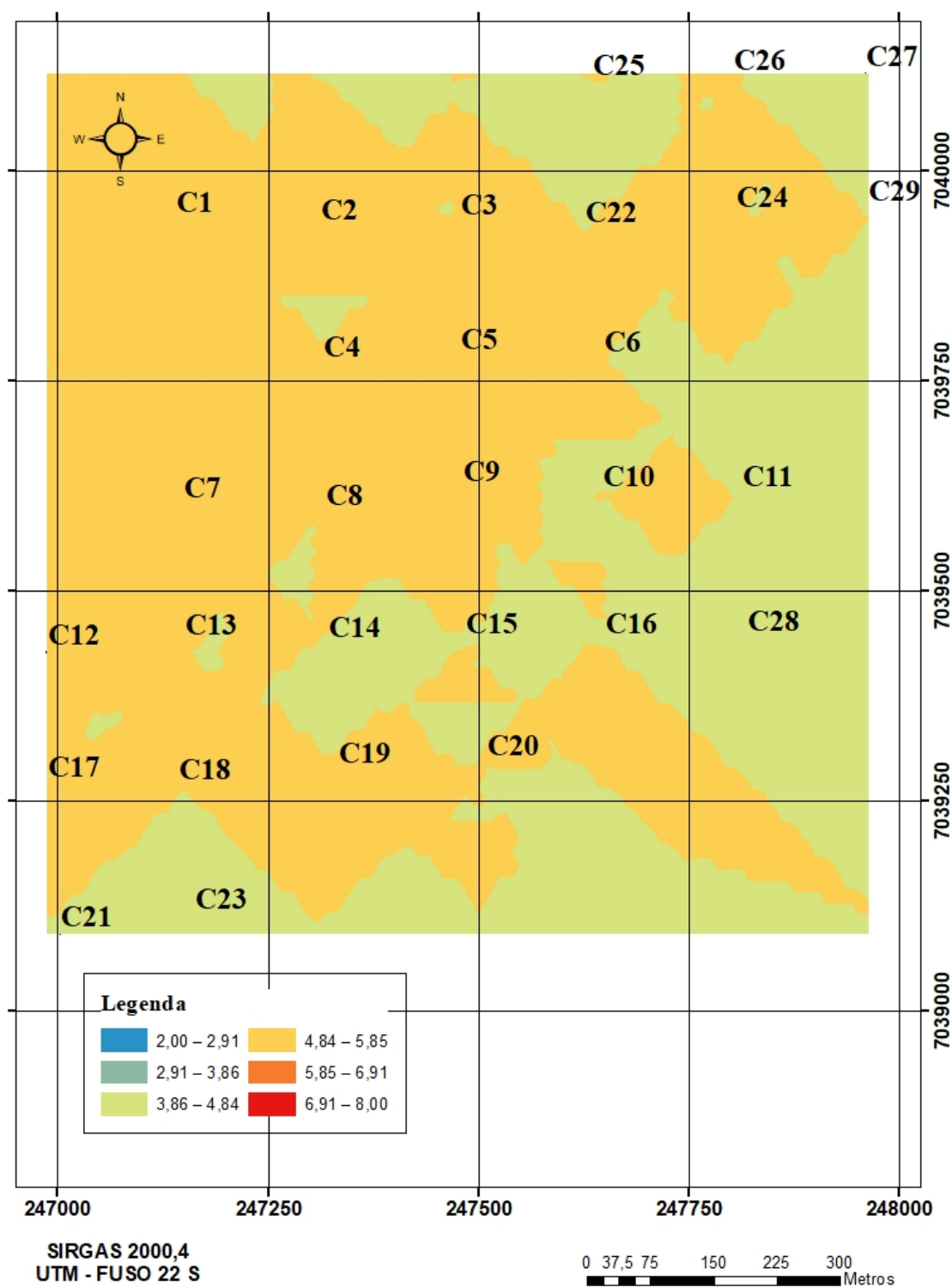


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.



APÊNDICE AW – Mapa da interpolação da riqueza de morfotipos de colêmbolos no cenário de São Miguel do Oeste.

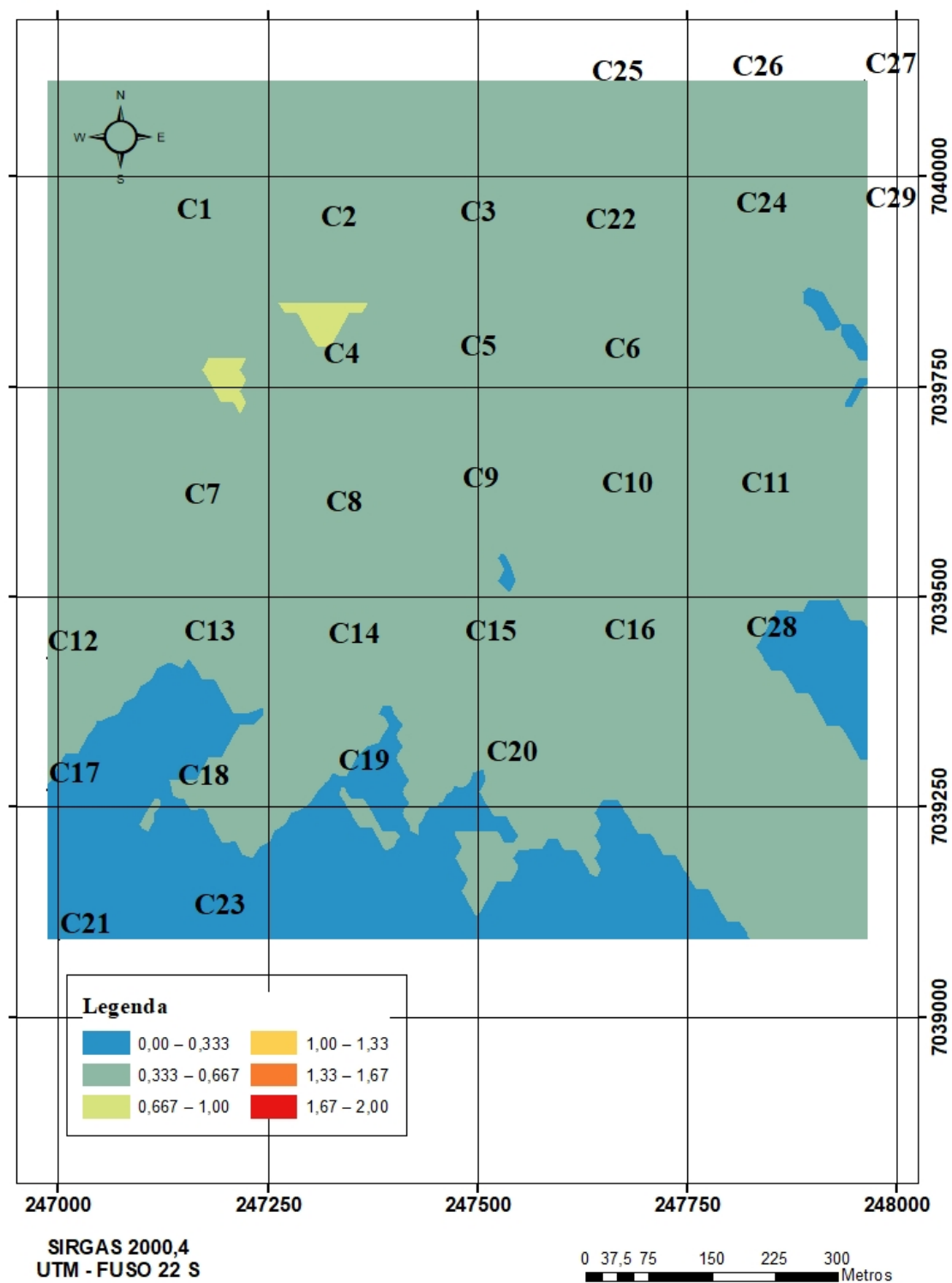
### Riqueza de morfotipos de colêmbolos - São Miguel do Oeste



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AX – Mapa da interpolação da riqueza de morfotipos de colêmbolos edáficos no cenário de São Miguel do Oeste.

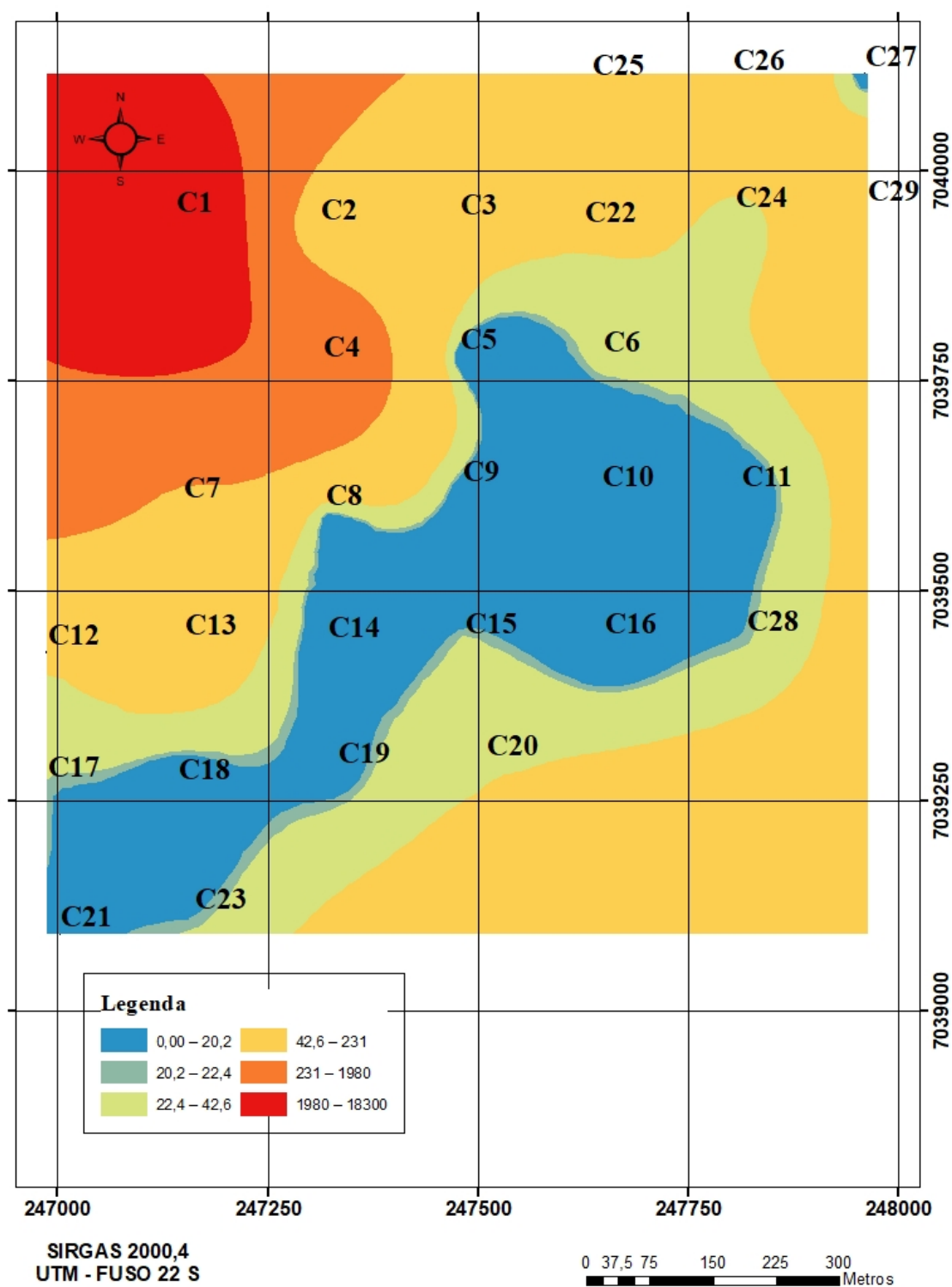
### Riqueza de morfotipos de colêmbolos edáficos - São Miguel do Oeste



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AY – Mapa da interpolação da riqueza de morfotipos de colêmbolos hemiedáficos no cenário de São Miguel do Oeste

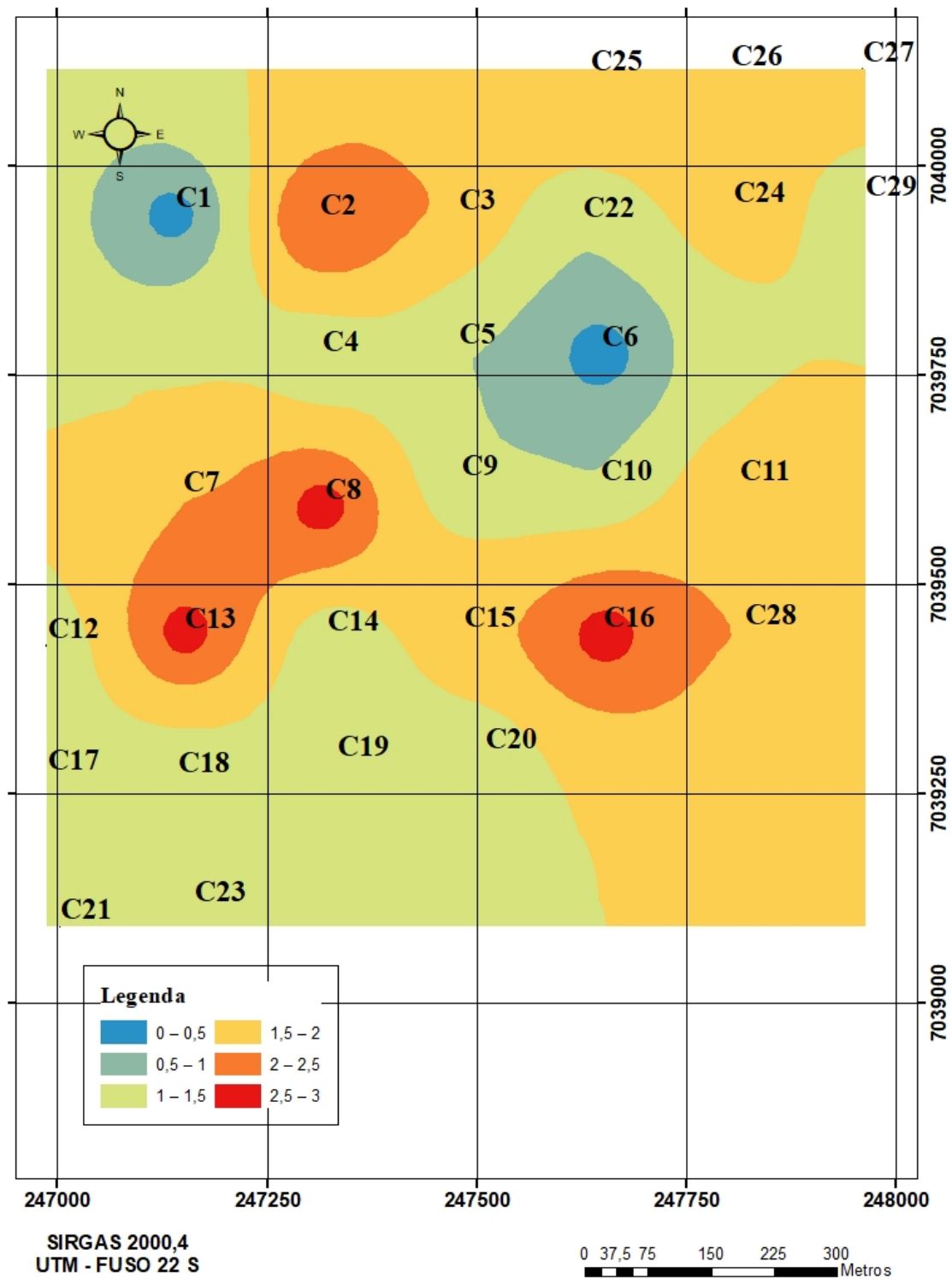
Abundância de colêmbolos hemiedáficos - São Miguel do Oeste



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

APÊNDICE AZ – Mapa da interpolação da riqueza de morfotipos de colêmbolos epígeos cenário de São Miguel do Oeste

Riqueza de morfotipos de colêmbolos epígeos - São Miguel do Oeste



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

## ANEXO A – Tabela de classificação dos colêmbolos. (Continua)

Valor eco-morfológico parcial					EMI final	Grupo eco-morfológico	Morfortipo
Ocelos	Antenas	Fúrcula	Pelos/ escamas	Pigmentação			
0-4	0-2-4	0-2-4	0-4	0-2-4			
4	4	4	4	4	20	Edáfico	Ed 1
4	4	4	4	2	18	Edáfico	Ed 2
4	4	2	4	4	18	Edáfico	Ed 3
4	2	4	4	4	18	Edáfico	Ed 4
4	4	4	4	0	16	Edáfico	Ed 5
4	4	4	0	4	16	Edáfico	Ed 6
4	4	2	4	2	16	Edáfico	Ed 7
4	4	0	4	4	16	Edáfico	Ed 8
4	2	4	4	2	16	Edáfico	Ed 9
4	2	2	4	4	16	Edáfico	Ed 10
4	0	4	4	4	16	Edáfico	Ed 11
0	4	4	4	4	16	Edáfico	Ed 12
4	4	4	0	2	14	Edáfico	Ed 13
4	4	2	4	0	14	Edáfico	Ed 14
4	4	2	0	4	14	Edáfico	Ed 15
4	4	0	4	2	14	Edáfico	Ed 16
4	2	4	4	0	14	Edáfico	Ed 17
4	2	4	0	4	14	Edáfico	Ed 18
4	2	2	4	2	14	Edáfico	Ed 19
4	2	0	4	4	14	Edáfico	Ed 20
4	0	4	4	2	14	Edáfico	Ed 21
4	0	2	4	4	14	Edáfico	Ed 22
0	4	4	4	2	14	Edáfico	Ed 23
0	4	2	4	4	14	Edáfico	Ed 24
0	2	4	4	4	14	Edáfico	Ed 25
4	4	4	0	0	12	Hemiedáfico	H 1
4	4	2	0	2	12	Hemiedáfico	H 2
4	4	0	4	0	12	Hemiedáfico	H 3
4	4	0	0	4	12	Hemiedáfico	H 4
4	2	4	0	2	12	Hemiedáfico	H 5
4	2	2	4	0	12	Hemiedáfico	H 6
4	2	2	0	4	12	Hemiedáfico	H 7
4	2	0	4	2	12	Hemiedáfico	H 8
4	0	4	4	0	12	Hemiedáfico	H 9
4	0	4	0	4	12	Hemiedáfico	H 10
4	0	2	4	2	12	Hemiedáfico	H 11
4	0	0	4	4	12	Hemiedáfico	H 12
0	4	4	4	0	12	Hemiedáfico	H 13
0	4	4	0	4	12	Hemiedáfico	H 14
0	4	2	4	2	12	Hemiedáfico	H 15
0	4	0	4	4	12	Hemiedáfico	H 16

## ANEXO A – Tabela de classificação dos colêmbolos. (Continuação)

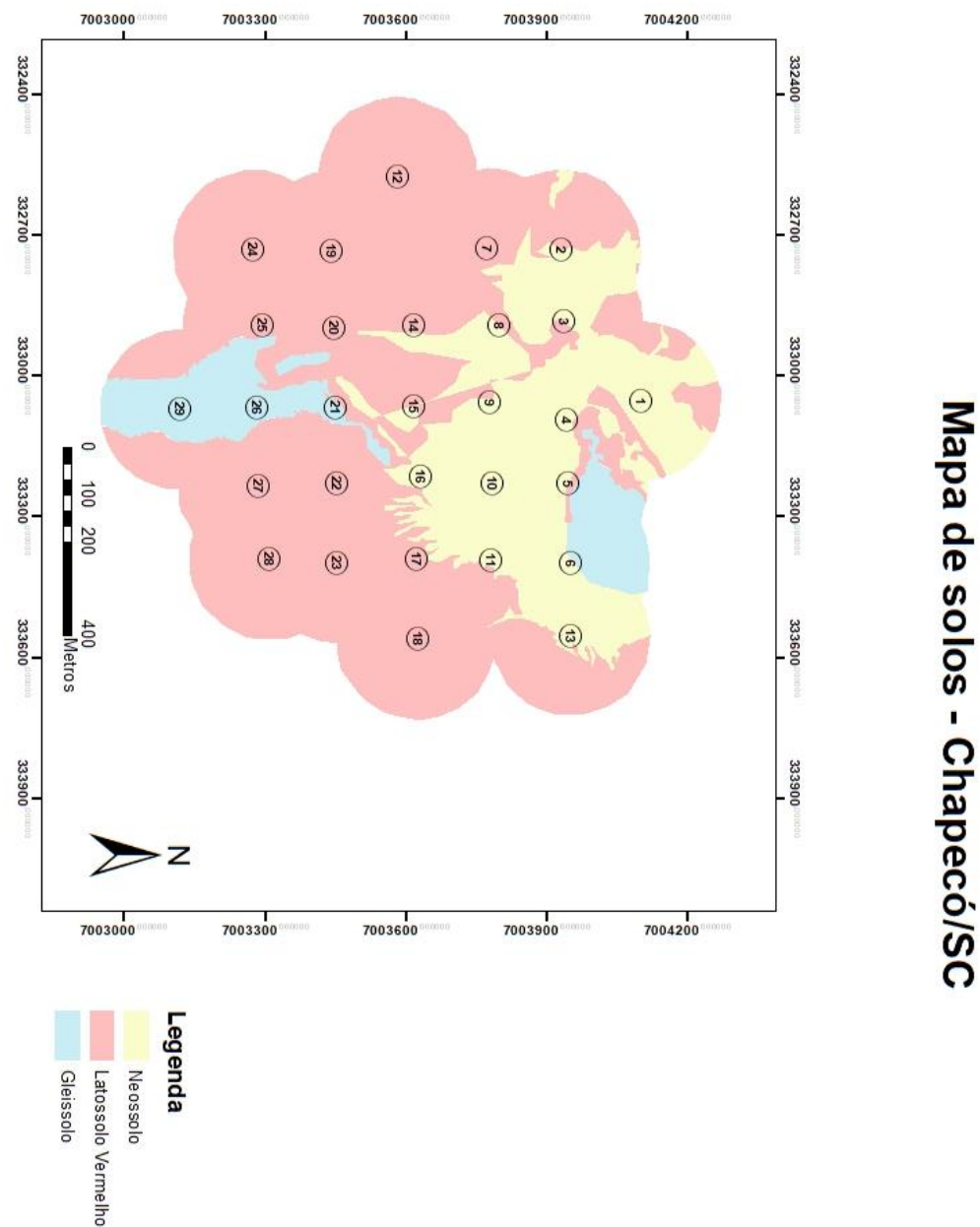
Valor eco-morfológico parcial					EMI final	Grupo eco-morfológico	Morfotipo
Ocelos	Antenas	Fúrcula	Pelos/ escamas	Pigmentação			
0-4	0-2-4	0-2-4	0-4	0-2-4			
0	2	4	4	2	12	Hemiedáfico	H 17
0	2	2	4	4	12	Hemiedáfico	H 18
0	0	4	4	4	12	Hemiedáfico	H 19
4	4	2	0	0	10	Hemiedáfico	H 20
4	4	0	0	2	10	Hemiedáfico	H 21
4	2	4	0	0	10	Hemiedáfico	H 22
4	2	2	0	2	10	Hemiedáfico	H 23
4	2	0	4	0	10	Hemiedáfico	H 24
4	2	0	0	4	10	Hemiedáfico	H 25
4	0	4	0	2	10	Hemiedáfico	H 26
4	0	2	4	0	10	Hemiedáfico	H 27
4	0	2	0	4	10	Hemiedáfico	H 28
4	0	0	4	2	10	Hemiedáfico	H 29
0	4	4	0	2	10	Hemiedáfico	H 30
0	4	2	4	0	10	Hemiedáfico	H 31
0	4	2	0	4	10	Hemiedáfico	H 32
0	4	0	4	2	10	Hemiedáfico	H 33
0	2	4	4	0	10	Hemiedáfico	H 34
0	2	4	0	4	10	Hemiedáfico	H 35
0	2	2	4	2	10	Hemiedáfico	H 36
0	2	0	4	4	10	Hemiedáfico	H 37
0	0	4	4	2	10	Hemiedáfico	H 38
0	0	2	4	4	10	Hemiedáfico	H 39
4	4	0	0	0	8	Hemiedáfico	H 40
4	2	2	0	0	8	Hemiedáfico	H 41
4	2	0	0	2	8	Hemiedáfico	H 42
4	0	4	0	0	8	Hemiedáfico	H 43
4	0	2	0	2	8	Hemiedáfico	H 44
4	0	0	4	0	8	Hemiedáfico	H 45
4	0	0	0	4	8	Hemiedáfico	H 46
0	4	4	0	0	8	Hemiedáfico	H 47
0	4	2	0	2	8	Hemiedáfico	H 48
0	4	0	4	0	8	Hemiedáfico	H 49
0	4	0	0	4	8	Hemiedáfico	H 50
0	2	4	0	2	8	Hemiedáfico	H 51
0	2	2	4	0	8	Hemiedáfico	H 52
0	2	2	0	4	8	Hemiedáfico	H 53
0	2	0	4	2	8	Hemiedáfico	H 54
0	0	4	4	0	8	Hemiedáfico	H 55
0	0	4	0	4	8	Hemiedáfico	H 56
0	0	2	4	2	8	Hemiedáfico	H 57
0	0	0	4	4	8	Hemiedáfico	H 58
4	2	0	0	0	6	Epígeo	Ep 1
4	0	2	0	0	6	Epígeo	Ep 2

## ANEXO A – Tabela de classificação dos colêmbolos. (Conclusão)

Valor eco-morfológico parcial					EMI final	Grupo eco-morfológico	Morfotipo
Ocelos	Antenas	Fúrcula	Pelos/ escamas	Pigmentação			
0-4	0-2-4	0-2-4	0-4	0-2-4			
4	0	0	0	2	6	Epígeo	Ep 3
0	4	2	0	0	6	Epígeo	Ep 4
0	4	0	0	2	6	Epígeo	Ep 5
0	2	4	0	0	6	Epígeo	Ep 6
0	2	2	0	2	6	Epígeo	Ep 7
0	2	0	4	0	6	Epígeo	Ep 8
0	2	0	0	4	6	Epígeo	Ep 9
0	0	4	0	2	6	Epígeo	Ep 10
0	0	2	4	0	6	Epígeo	Ep 11
0	0	2	0	4	6	Epígeo	Ep 12
0	0	0	4	2	6	Epígeo	Ep 13
4	0	0	0	0	4	Epígeo	Ep 14
0	4	0	0	0	4	Epígeo	Ep 15
0	2	2	0	0	4	Epígeo	Ep 16
0	2	0	0	2	4	Epígeo	Ep 17
0	0	4	0	0	4	Epígeo	Ep 18
0	0	2	0	2	4	Epígeo	Ep 19
0	0	0	4	0	4	Epígeo	Ep 20
0	0	0	0	4	4	Epígeo	Ep 21
0	2	0	0	0	2	Epígeo	Ep 22
0	0	2	0	0	2	Epígeo	Ep 23
0	0	0	0	2	2	Epígeo	Ep 24
0	0	0	0	0	0	Epígeo	Ep 25

Fonte: Oliveira Filho et al. 2016.

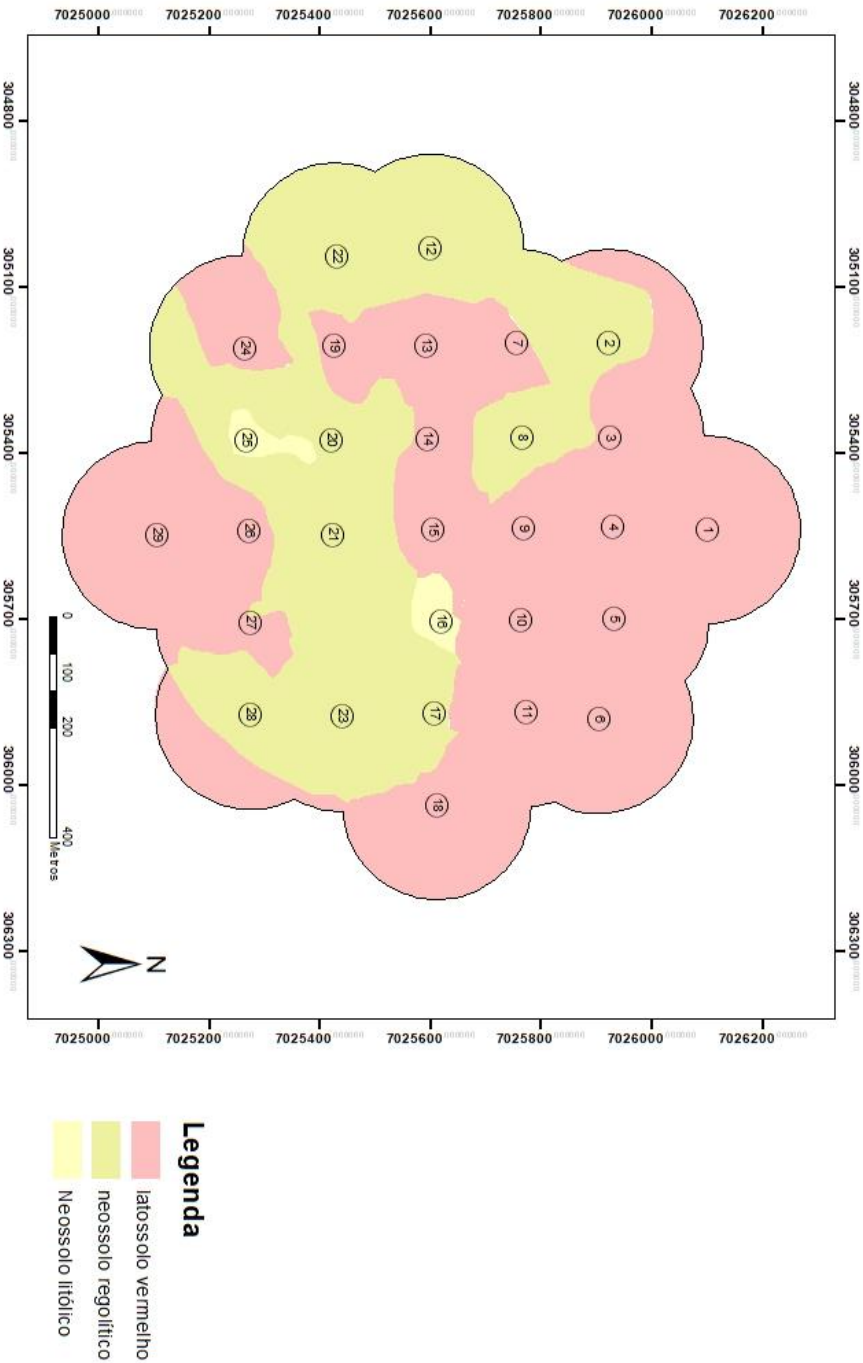
ANEXO B – Mapa das classes de solo na janela de amostragem de Chapecó.



Fonte: MÜLLER , 2019.

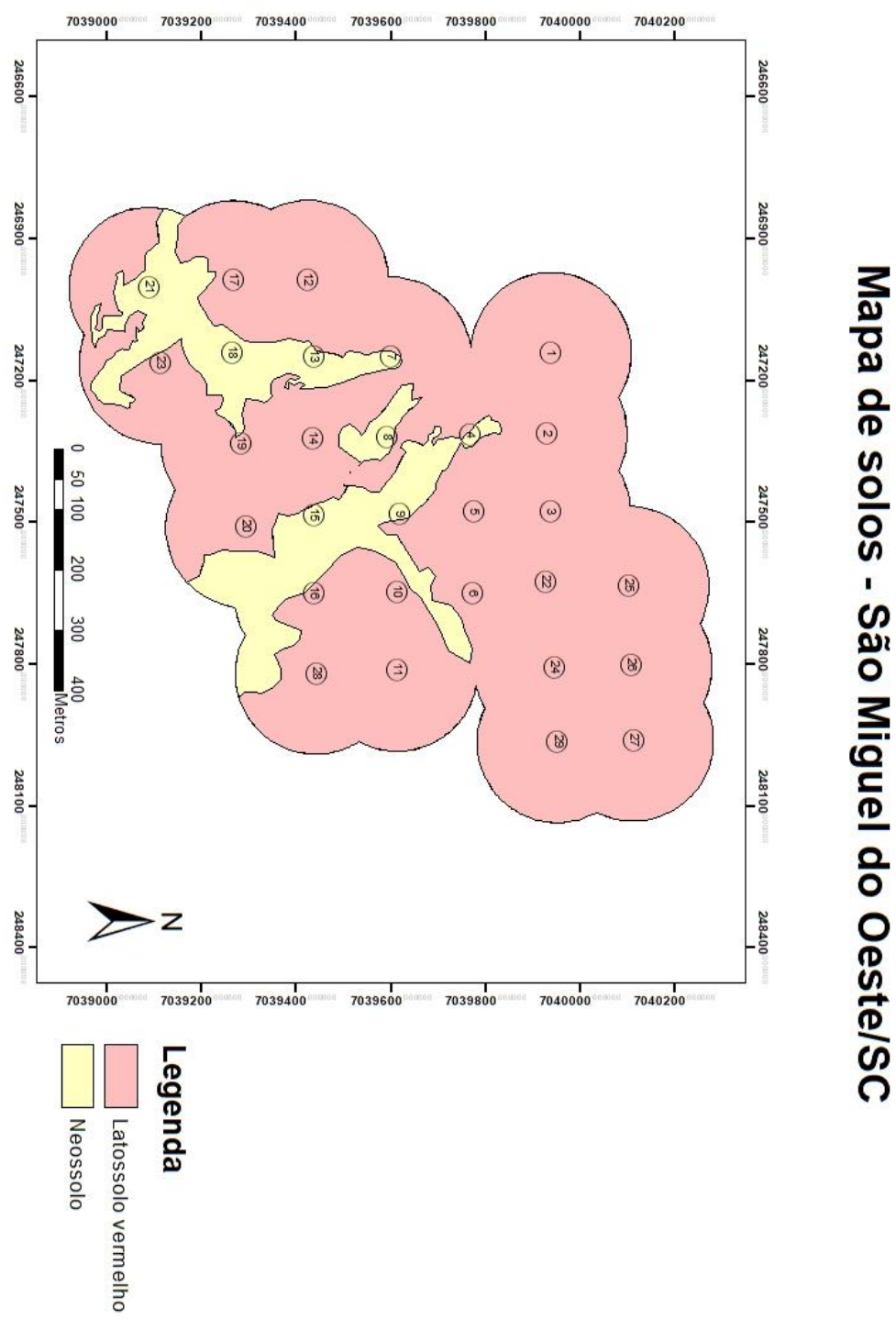


ANEXO C – Mapa das classes de solo na janela de amostragem de Pinhalzinho.



Fonte: MÜLLER, 2019.

ANEXO D – Mapa das classes de solo na janela de amostragem de São Miguel do Oeste.



Fonte: MÜLLER.2019.