



**SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**VARIABILIDADE ESPACIAL DA ESTRUTURA DE
VEGETAÇÃO RELACIONADA AO USO DO SOLO EM
FRAGMENTOS CAMPESTRES NOS CAMPOS GERAIS
DO PARANÁ**

Orientador: Prof. Dr. Victor Pereira
Zwiener
Coorientadora: Prof. Dra. Rosemeri
Segecin Moro

Instituição executora: Universidade Federal do Paraná

Instituições colaboradoras: Universidade Federal do Paraná (UFPR)
e Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)

**PONTA GROSSA – PR
JANEIRO DE 2025**

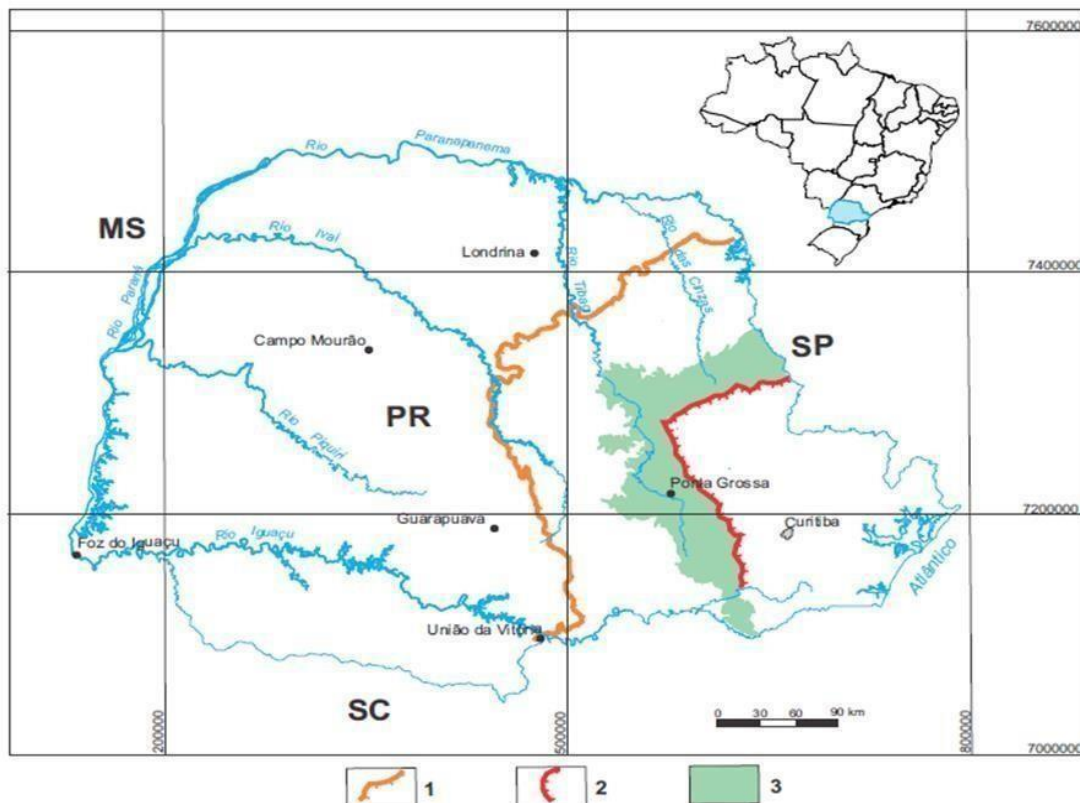
Relatório das Atividades de 2024

Jorge Iarmul: Biólogo, Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Botânica, UFPR

Introdução

Os Campos Gerais do Paraná estão localizados na porção leste do Segundo Planalto Paranaense (Fig. 1), no reverso do degrau topográfico da Escarpa Devoniana (MELO; MENEGUZZO, 2001), ocupando uma área de 11.761,41 km² de extensão que abrange parte de 22 municípios do estado. Nessa região, os campos são a expressão de um conjunto de fatores ambientais dentro da formação geológica Furnas e Grupo Itararé (MELO; MORO; GUIMARÃES, 2007).

Figura 1. Localização dos Campos Gerais do Paraná. 1: Serra Geral; 2: Escarpa Devoniana; 3: abrangência geográfica.



Fonte: MELO, MORO e GUIMARÃES (2007).

A região dos Campos Gerais está compreendida em áreas consideradas hotspots de biodiversidade e prioritárias para a conservação (MYERS et al. 2000; MMA/SBF, 2007), ecotonal entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado. A importância da conservação dessas paisagens remanescentes de alta riqueza específica no âmbito da variabilidade topográfica e pedológica tem sido estudada por Carmo (2006), Carmo, Santos e Assis (2012), Ritter, Almeida e Moro (2007), Cervi et al. (2007), Dalazoana, Silva e Moro (2007), Nanuncio e Moro (2008), Dalazoana e Moro (2011), Andrade B. et al. (2011), Mioduski e Moro (2011), Andrade A. et al. (2017), Moraes et al. (2016), Silva et al. (2016), Silva (2018) e Iarmul (2019), entre outros.

A dinâmica natural destes campos está associada a certos níveis de perturbação (OVERBECK et al., 2005), sendo o manejo com pastejo e fogo considerado um dos principais fatores determinantes da fisionomia e composição destes ecossistemas (FIDELIS et al., 2010). Nesse sentido, considera-se que distúrbios intermediários, não frequentes e/ou intensos, promovam a renovação e impeçam a colonização por poucas espécies com vantagens competitivas (PILLAR et al., 2016), como por exemplo o controle de espécies cespitosas, o que propicia condições para o desenvolvimento de outras formas de vida (BALDISSERA et al., 2010).

Na vegetação natural de campo verificam-se dois padrões distintos relacionados à posição no relevo e a outros fatores associados, tais como umidade do solo, um ocorrendo nas encostas e outro ocorrendo nas baixadas úmidas (FOCHT; PILLAR, 2003; ANDRADE B. et al., 2011). Os campos mesófilos ocorrem sobre Neossolos Litólico e Regolítico das porções superior e média das vertentes, e campos hidrófilos estão situados em condições de convergência hídrica sobre Organossolos Háplicos, enquanto campos higrófilos ocorrem sobre Cambissolos Flúvicos da porção inferior das vertentes (KOZERA et al., 2012).

O predomínio destas formações fitofisionômicas campestres têm sido relatados em diversos trabalhos em campos nativos do Paraná (Moro et al., 2012; Silva et al., 2016; Andrade et al., 2017). Porém, muitos destes estudos

consistem de inventários florísticos e estudos locais havendo, portanto, uma carência de dados científicos sobre sua estrutura e composição em termos de escalas espaciais.

Nesse contexto a análise dos padrões de comunidades vegetais através de parâmetros que atuam na dinâmica e estruturação das comunidades, como o manejo e uso do solo, relacionando fatores hídricos, edáficos e gradientes de relevo, podem subsidiar estratégias de conservação desses ambientes naturais. Através da identificação de padrões de organização de certas espécies chave, possibilita-se estabelecer estratégias de uso sustentável dessas áreas, em diferentes escalas espaciais. Planos de conservação para diminuir a perda de ecossistemas requerem esses conhecimentos que ainda são incipientes para nossas áreas de estudo. Neste sentido, nosso projeto de estudo propõe identificar os principais fatores físicos e biológicos relacionados à estruturação das comunidades vegetais e ao uso do solo, e seus padrões espaciais sob diferentes superfícies geomórficas, unidades pedológicas e regimes hídricos de comunidades campestres dos Campos Gerais do Paraná.

A dinâmica natural destes campos está associada a certos níveis de perturbação (OVERBECK et al., 2005), sendo o manejo com pastejo e fogo considerado um dos principais fatores determinantes da fisionomia e composição destes ecossistemas (FIDELIS et al., 2010). Nesse sentido, considera-se que distúrbios intermediários, não frequentes e/ou intensos, promovam a renovação e impeçam a colonização por poucas espécies com vantagens competitivas (PILLAR et al., 2016), como por exemplo o controle de espécies cespitosas, o que propicia condições para o desenvolvimento de outras formas de vida (BALDISSERA et al., 2010).

Na vegetação natural de campo verificam-se dois padrões distintos relacionados à posição no relevo e a outros fatores associados, tais como umidade do solo, um ocorrendo nas encostas e outro ocorrendo nas baixadas úmidas (FOCHT; PILLAR, 2003; ANDRADE B. et al., 2011). Os campos mesófilos ocorrem sobre Neossolos Litólico e Regolítico das porções superior e média das vertentes, e campos hidrófilos estão situados em condições de convergência hídrica sobre Organossolos Háplicos, enquanto campos higrófilos ocorrem sobre Cambissolos Flúvicos da porção inferior das vertentes (KOZERA et al., 2012).

O predomínio destas formações fitofisionômicas campestres têm sido relatados em diversos trabalhos em campos nativos do Paraná (Moro et al., 2012; Silva et al., 2016; Andrade et al., 2017). Porém, muitos destes estudos consistem de inventários florísticos e estudos locais havendo, portanto, uma carência de dados científicos sobre sua estrutura e composição em termos de escalas espaciais.

Nesse contexto a análise dos padrões de comunidades vegetais através de parâmetros que atuam na dinâmica e estruturação das comunidades, como manejo e uso do solo, relacionando fatores hídricos, edáficos e gradientes de relevo, podem subsidiar estratégias de conservação desses ambientes naturais. Através da identificação de padrões de organização de certas espécies chave, possibilita-se estabelecer estratégias de uso sustentável dessas áreas, em diferentes escalas espaciais. Planos de conservação para diminuir a perda de ecossistemas requerem esses conhecimentos que ainda são incipientes para nossas áreas de estudo. Neste sentido, nosso projeto de estudo propõe identificar os principais fatores físicos e biológicos relacionados à estruturação das comunidades vegetais e ao uso do solo, e seus padrões espaciais sob diferentes superfícies geomórficas, unidades pedológicas e regimes hídricos de comunidades campestres dos Campos Gerais do Paraná.

Materiais e Métodos

As áreas amostrais foram estabelecidas em duas importantes Unidades de Conservação (UCs) do Estado do Paraná, ambas localizadas no Segundo Planalto Paranaense, dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) da Escarpa Devoniana. Em ambas as UCs foram selecionadas áreas de campo mésico (seco), ou seja, bem drenado, mas com ocorrência ocasional de saturação hídrica. No município de Tibagi, parte das áreas amostrais foram estabelecidas dentro do PEG e em áreas de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPNs) no entorno do parque, utilizadas para pastejo de gado bovino, equino e ovino. No município de Ponta Grossa, parte das áreas amostrais foram estabelecidas dentro do PEVV e parte em uma propriedade particular que utiliza a pastagem natural, situada dentro Parque.

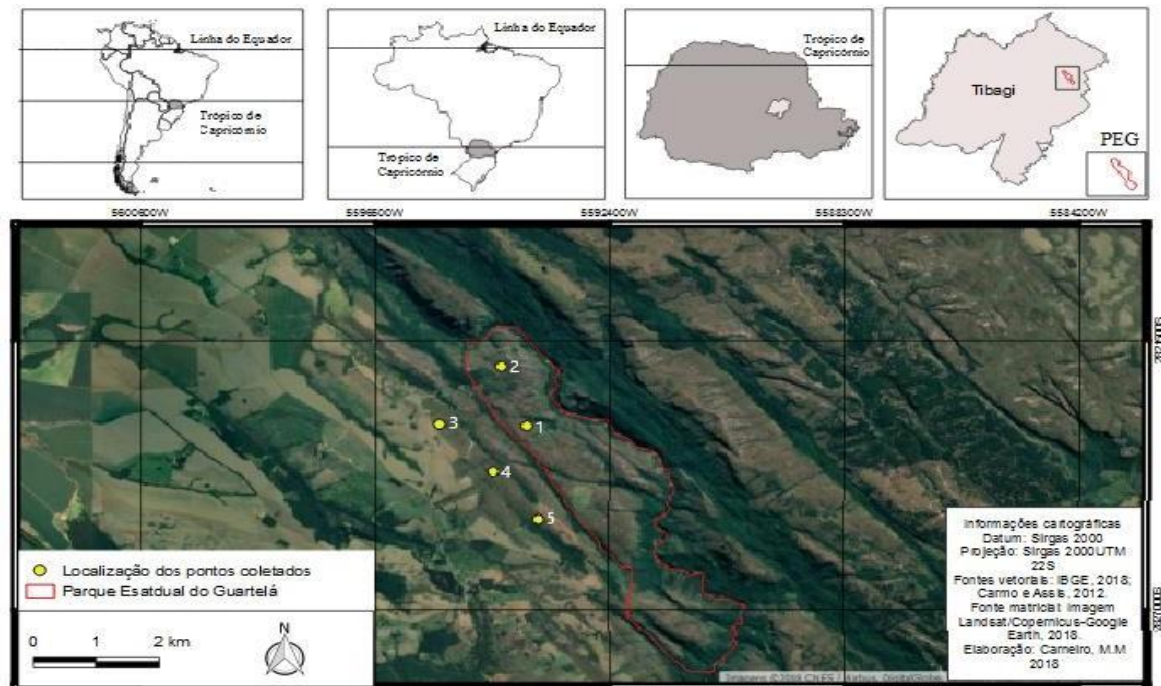
Parque Estadual do Guartelá, Tibagi – PR

Localizado no município de Tibagi, Estado do Paraná, situado à margem esquerda do cânion do rio Iapó (24°39'10" S e 50°15'25" W), o PEG foi criado em 24 de setembro de 1996 e apresenta uma área total de 789,97 ha, com altitude variando entre 800 e 1.150m. O clima da região é do tipo Cfa temperado, com influência do clima Cfb, apresentando médias anuais de temperatura entre 18 e 19°C (Maack, 2017), e precipitação entre 1.200 e 1.800 mm, sem estação seca definida. A média da umidade relativa do ar varia entre 75 e 85% (Cruz, 2007). As ordens de solos mais frequentemente encontradas na região são Latossolos, Cambissolos, Neossolos, Argissolos, Gleissolos e Organossolos, de acordo com a posição na vertente (Sá, 2007). A vegetação característica da região é de campo natural, com predomínio de espécies herbáceas e ocorrência de zanações de acordo com a variabilidade das características edáficas e posição topográfica (Klein; Hatschbach, 1962). Também ocorrem relictos de cerrado, mas estas áreas não constam deste projeto.

Sítio 1- dentro dos limites do PEG, próximo ao sítio arqueológico com pinturas rupestres; Sítio 2- dentro dos limites do PEG, próximo aos painéis; Sítio 3 – situado na RPPN Sonho Meu; Sítio 4 – situado na RPPN Parada do Guartelá; Sítio 5 - situado nos limites da RPPN Pousada Aguaraguazu.

Os sítios amostrais 1, 2 e 3, não tem influência de pastejo. Os sítios 4 e 5, foram estabelecidos em ambiente pastejado com influência parcial de saturação hídrica e em parte com exposição da matriz rochosa.

Figura 2: Localização das áreas de estudo e pontos de amostragem da vegetação campestre no município de Tibagi, PR. 1:PEG, pinturas; 2:PEG, painéis; 3: RPPN Sonho Meu; 4: RPPN Parada



do Guartelá e 5: RPPN Pousada Aguaraguazu

Fonte: adaptado de Iarmul (2019).

Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa – PR

O PEVV encontra-se localizado às margens da rodovia BR-376, no município de Ponta Grossa ($25^{\circ}12'34''$ S e $50^{\circ}03'37''$ W) a uma altitude de 800 a 1.068m e atualmente compreende uma área de 3.803 ha. É consagrado como um importante polo turístico e científico no âmbito nacional e internacional, conhecido principalmente pelas suas imponentes formações rochosas esculpidas nos arenitos (Melo, 2006). O clima é do tipo Cfb úmido e temperado, com precipitação média anual de 1.554 mm (Caramari, 2004). As temperaturas médias anuais variam em torno de $17,8^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar em torno de 80%. Os solos são ácidos, com pH 4 a 5, pobres em elementos nutritivos e matéria orgânica, muito arenosos e possuidores de baixa capacidade de retenção de água (Dalazoana; Moro, 2007). O PEVV é uma das maiores unidades de conservação do estado, com relictos de vegetação campestre,

abrangendo também capões de Floresta Ombrófila Mista ao longo dos cursos d'água (Maack, 2002). As áreas de vegetação rupestre do parque constituem os relictos mais preservados do estado, com 72 ha, em altitudes de 1.000 a 1.015m, sobre as formações do arenito Itararé (Melo, 2006). Esse complexo apresenta vegetação característica adaptada ao microclima seletivo e apresenta táxons endêmicos dos Campos Gerais (Cervi et al., 2007).

Sítios 1 e 2 – Ambos localizado em área da fazenda histórica Cambiju, confrontante com o PEVV, no sentido da cachoeira da Mariquinha; Sítio 3 – Localizado no PEVV, próximo ao monumento natural denominado Fortaleza; Sítio 4 – Localizado próximo ao rio Quebra Perna, em um aceiro que dá acesso a Fortaleza; Sítio 5 – Localizado próximo há um aceiro que dá acesso ao monumento natural Fortaleza.

Os sítios amostrais 3, 4 e 5, foram estabelecidos dentro dos limites da UC, em áreas de campo natural, sem influência por distúrbios recentes e com solos méxicos, com pouca saturação hídrica durante os períodos chuvosos. Os sítios amostrais 1 e 2 se encontram na fazenda Cambiju, ambos sob pastejo de gado bovino em ambientes tanto méxicos quanto semi-hidromórficos.

Figura 3: Localização das áreas de estudo e pontos de amostragem da vegetação campestre no município de Ponta Grossa, PR. 1: Cambijú 1; 2 :Cambijú 2; 3: PEVV, Fortaleza; 4: PEVV, rio Quebra Perna; 5: PEVV, araucárias.



Quebra Perna; 5: PEVV, araucárias.

Fonte: o autor, 2023.

Obtenção de dados de vegetação

Para a amostragem da vegetação campestre foram alocadas parcelas permanentes de 1x1m² ao lado do poço hídrico, ao longo da toposequência (Fig. 4). Foram coletados todos os espécimes de espécies herbáceas ou sublenhosas com altura inferior a 0,5m, em estado reprodutivo ou não, para obtenção da fenologia local das espécies e estimativa da riqueza de táxons. Foi anotada a altura do estrato herbáceo-arbustivo (cm) e realizada avaliação percentual da cobertura vegetal utilizando a escala decimal de Londo (1976).

Figura 4: Parcela para amostragem de vegetação campestre.



Fonte: acervo do autor.

Todo o material testemunho coletado no levantamento das parcelas e durante as medições mensais está sendo herborizado, seguindo a metodologia estabelecida no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) e posteriormente será tombado junto ao acervo dos herbários da Universidade Federal do Paraná (UPCB) e herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUPG).

Medição da Variação do nível do Lençol Freático

Seguindo a metodologia proposta, os procedimentos de coletas de dados para o desenvolvimento do nosso projeto foram realizados conforme o esperado, exceto pelo atraso no início das atividades em campo devido a indisponibilidade de transporte para as expedições a campo. Isto só foi possível a partir de dezembro de 2021 devido às restrições da pandemia naquele ano. Contudo, os dados já foram coletados e estão em processo de análises e outros que demandam mais tempo estão em processo final de coleta.

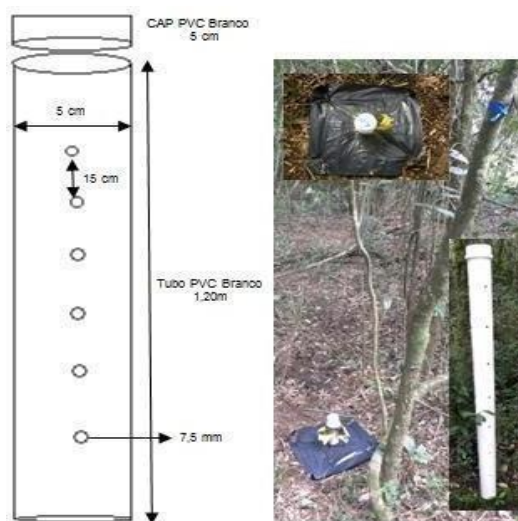
Os poços hídricos foram confeccionados em barras de PVC com cerca de 1,10cm x 7,5cm com perfurações a cada 10 cm (Galvão et al., 2009). Os poços foram fechados na abertura superior com tampa cap de PVC de 5 cm, ficando abertos na base, para permitir o escoamento livre da água. Para melhor prender e soltar a tampa 'cap' utilizou-se fita zebra de 20 cm internamente (modificado de Galvão et al., 2009). Foram providenciados mecanismos para evitar a entrada de sedimentos e de pequenos animais na abertura do poço hídrico: a) não foram perfurados os primeiros 15 cm do topo do tubo; b) foi instalada uma lona plástica preta de 40 x 40 cm para forrar a superfície em torno do poço, presa nas

extremidades ao solo com auxílio de ferro galvanizado de 15 cm. Conforme desenvolvimento do projeto, destacamos que a etapa de medições e coleta de dados do lençol freático foi concluída para o período de dois anos consecutivos.

Coleta de dados em campo

Foram feitas mensurações mensais do nível freático através de um total de 15 poços hídricos (Fig. 4) instalados aproximadamente 15 metros equidistantes em cada sítio amostral, distribuídos em blocos, com três repetições cada. As leituras mensais foram realizadas de acordo com cronograma estrito para que não ultrapassem 30 dias entre uma e outra. As medições das alturas do nível da água nos poços hídricos foram realizadas com o auxílio de uma lanterna, uma vara graduada e uma trena de 3 m/10', medindo-se o intervalo entre a superfície do solo e a lâmina de água.

Figura 5. Esquema de construção e implantação dos poços hídricos.



Fonte: adaptado de Galvão et al. (2009).

Os dados meteorológicos locais foram obtidos a partir de dados coletados na estação meteorológica mais próxima (Santa Cruz, aprox 15 km do PEVV e São Bento, 16 Km do PEG) próxima, e serão complementados por informações do SIMEPAR para a região. A Fundação ABC disponibilizará os dados gratuitamente para fins de pesquisa, mediante agendamento e de acordo com cronograma pré-estabelecido pela própria Fundação.

Análise pedológica e obtenção dos perfis transversais

Os dados pedológicos foram obtidos desde o início da amostragem através de tradagens com trado holandês, em seções de aproximadamente 1m de profundidade, ou até atingir a matriz (Kozera, 2008). Está sendo analisado o perfil do solo quanto aos seus aspectos morfológicos e granulométricos, como estrutura, textura e cor, seguindo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2008) e o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2007, Santos et al., 2013), seguindo as cores da carta de Munsell. A análise química inclui parâmetros básicos como teor de areia, silte e argila, de matéria orgânica, de íons trocáveis, pH e cálculos de fertilidade em termos de percentagem de SB, CTC e saturação de bases V. Para a confecção dos perfis transversais de cada sítio amostral, a coleta das medidas de declividade foi realizada através de um hipsômetro a laser Optic-Logic 400LH para medir a declividade do terreno.

Resultados preliminares

Foram determinados 236 táxons distribuídos em 44 famílias botânicas (Quadro 1). Para as áreas no município de Tibagi foram identificados 132 táxons distribuídos em 24 famílias botânicas, sendo as mais abundantes 32 Poaceae, 27 Astereaceae, e 14 Cyperaceae. Para as áreas no município de Ponta Grossa, os dados indicam uma riqueza ligeiramente maior em relação ao do levantado em Tibagi. Sendo assim, foram levantados 147 táxons distribuídos em 41 famílias botânicas, com 32 Astereaceae, 20 Poaceae e 12 Fabaceae, entre as mais abundantes. A menor preponderância de Xyridaceae e aumento da abundância de Fabaceae indicam solos mais profundos e com melhor drenagem. Também aumenta o número de espécies ameaçadas e em perigo.

Quadro 1: Presença e status de conservação dos táxons levantados nos sítios amostrais **Tibagi** - 1: PEG - Pinturas rupestres; 2: PEG – Panelões; 3: Recanto Ecológico da Dora; 4: Sítio Sete Quedas e 5: Reserva Natural Sítio Aguaraguazu. **Ponta Grossa (PG)** – 1 e 2: Faz Cambiju; 3: PEVV – Fortaleza; 4: PEVV - Rio Quebra Perna e 5: Aceiro – Acesso a Fortaleza. RR = rara, VU = vulnerável, EN = em perigo.

| Família/Táxon | Status | Tibagi | | | | | PG | | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Acanthaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ruellia geminiflora</i> Kunth | | | | | | | | | x | x | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|--|--|---|---|---|---|---|---|
| <i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees | | x | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Rhynchospora albiceps</i> Kunth | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton | RR | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Rhynchospora emaciata</i> (Nees) Boeckeler | | x | | x | x | | | | | | | | | |
| <i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. | | x | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Rhynchospora riparia</i> (Nees) Boeckeler | | | | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale | | | | | | x | | | | | | | | |
| <i>Rhynchospora tenuis</i> Link | | x | x | x | x | | | | | | | | | |
| <i>Scleria hirtella</i> Sw. | | x | x | x | x | x | | | | | | | | |
| Eriocaulaceae | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paepalanthus albo-vaginat</i> Silveira | | x | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Palhinhaea cernua</i> (L.) Franco & Vasc. | | x | | | | | | | | | | | | |
| Erythroxylaceae | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Erythroxylum microphyllum</i> A.St.-Hil. | EN | | | | | | | | | | | | x | |
| Euphorbiaceae | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Croton antisiphiliticus</i> Mart. | | | | | | | | | x | | | | | |
| <i>Croton glechomifolius</i> Müll.Arg. | RR | | | | | | | | x | | x | | | x |
| <i>Croton heterodoxus</i> Baill. | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Croton serpyllifolius</i> Baill. | | x | x | x | x | | | | | | | | | |
| Euphorbiaceae sp.1 | | | | | x | | | | | | | | | |
| Fabaceae | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chamaecrista punctata</i> (Vogel) H.S.Irwin | | | | | | | | | x | x | x | x | | |
| <i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S.Irwin | | x | x | | x | | | | | | x | x | | |
| <i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Clitoria densiflora</i> (Benth.) Benth. | | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Crotalaria hilariana</i> Benth. | | | | | | | | | | | | x | x | x |
| <i>Ctenodon falcatus</i> (Poir.) D.B.O.S. Cardoso | | | | | | | | | x | x | x | | | |
| <i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC. | | | | | | | | | x | | | | | |

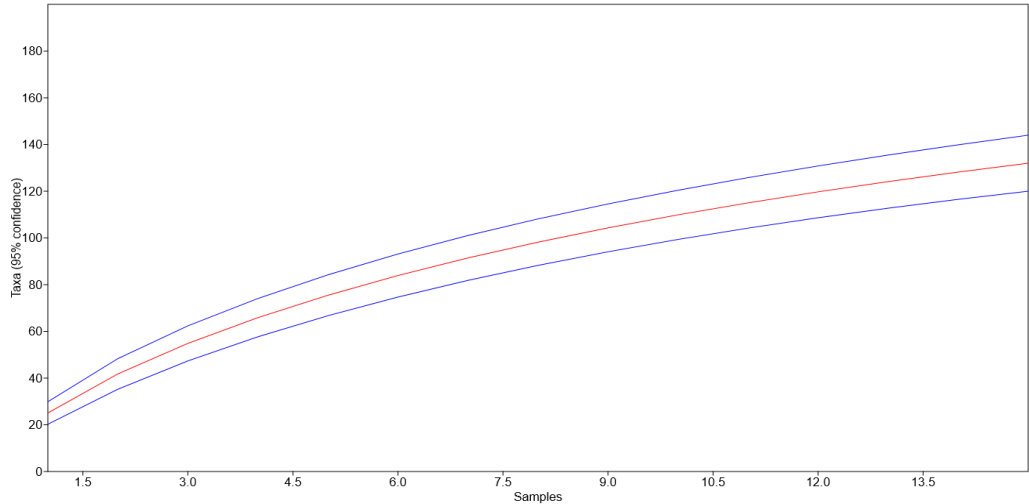
| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| <i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth. | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC. | | | | | | | | x | | x | x | x | |
| <i>Eriosema campestre</i> Benth. | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Eriosema heterophyllum</i> Benth | | | | x | x | x | | | | | | | |
| Fabaceae sp1. | | | | | | | | x | | | | | |
| <i>Mimosa dolens</i> Vell. | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Mimosa gymnas</i> Barneby | | x | x | | | | | | | | | | |
| Mimosa sp.1 | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | | x | x | x | | | | | | | | | |
| <i>Rhynchosia arenicola</i> Hassl. | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel | | | | | | x | | | | x | | | |
| Gleicheniaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching | | x | | | | | | | | | | | |
| Hypericaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hypericum brasiliense</i> Choisy | | | | | | | | x | | x | x | | |
| Hypoxidaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hypoxis decumbens</i> L. | | | | | | x | x | | | | | | |
| Indeterminada | | | | | | | | | | | | | |
| Indeterminada sp.10 | | | | | | x | | | | | | | |
| Indeterminada sp.5 | | | | | | x | | | | | | | |
| Indeterminada sp.7 | | | | | | x | | | | | | | |
| Iridaceae | | | | | | | | | | | | | |
| Iridaceae sp.1 | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Sisyrinchium distantiflorum</i> Kraenzl. | | | | | | | | | | x | x | x | |
| <i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav. | | | | | | | | x | | x | | | |
| <i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng. | | | | | | x | | | | | | | |
| <i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng. | | | | | | | | x | | | x | | |
| Lamiaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aegiphila verticillata</i> Vell. | | | | | | | | x | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|
| <i>Hyptis caespitosa</i> A.St.-Hil. ex Benth. | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Hyptis comaroides</i> (Briq.) Harley | | | | | | x | x | | | | | | |
| <i>Hyptis sinuata</i> Pohl ex Benth. | | | | | | x | | | | | | | |
| Lamiaceae sp.3 | | | | | | | | x | | | | | |
| Lamiaceae sp.7 | | | | | | x | | | | | | | |
| <i>Salvia aliciae</i> E.P.Santos | | | x | | | | | | x | x | | | |
| <i>Salvia lachnostachys</i> Benth. | | | | | | | | | x | x | | | |
| <i>Salvia nervosa</i> Benth. | | | | | | | | x | | | | x | |
| Lythraceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cuphea calophylla</i> Cham. & Schltld. | | | | | | | | x | | | | | |
| <i>Cuphea carthagenensis</i> (JACQ.) J.F. Macbr. | | | | x | | x | | | | | | | |
| <i>Cuphea glutinosa</i> Cham. & Schltld. | | | | | | | x | | x | | | x | |
| <i>Cuphea linarioides</i> Cham. & Schltld. | | | | | x | | | | | | | | |
| <i>Cuphea racemosa</i> (L.f.) Spreng. | | | | x | | | | | | | | | |
| Malpigiaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aspicarpa pulchella</i> (Griseb.) O'Donell & Lourteig | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Byrsonima brachybotrya</i> Nied. | VU | x | x | x | | | | | | x | | | |
| Malvaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Krapovickasia macrodon</i> (A.DC.) Fryxell | | | | | x | | | | | x | | | x |
| <i>Pavonia schrankii</i> Sprengel | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Pelteaea polymorpha</i> (A.St.-Hil.) Krapov. | | | | | | | x | | x | x | | | |
| <i>Pelteaea speciosa</i> (Kunth) Standl. | | | | | x | x | | | | | | | |
| Melastomataceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acisanthera alsinaefolia</i> (Mart. & Schrank) | | | | | x | x | | | x | | | x | |
| <i>Chaetogastra debilis</i> Cham. | | x | x | x | x | x | | | | x | | | |
| <i>Lavoisiera pulchella</i> Cham. | | x | | x | | x | | | | | | | |
| <i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn. | | | | | | | | | | x | | | |
| <i>Leandra debilis</i> (Naudin) Cogn. | | | | | | | | x | x | | | | |
| <i>Leandra pallida</i> Cogn. | | | | x | x | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Poaceae sp.15 | | x | x | | | | | | | | | | |
| Poaceae sp.18 | | | | | x | | | | | | | | |
| Poaceae sp.25 | | x | | | | | | | | | | | |
| Poaceae sp.26 | | x | | | | | | | | | | | |
| Poaceae sp.31 | | | | | x | | | | | | | | |
| Poaceae sp.6 | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Saccharum villosum</i> Steud. | | | | | x | x | | | | | | | |
| <i>Schizachyrium glaziovii</i> Peichoto | | | | | | | | x | | | | | |
| <i>Schizachyrium tenerum</i> Nees | | | | x | x | | x | | | | | | |
| <i>Stapfochloa elata</i> (Desv.) P.M.Peterson Desv. | | | | | | | | x | x | | | | |
| <i>Trachypogon spicatus</i> (Lf) Kunth Nees | | x | x | x | x | x | x | | | | | | |
| Polygalaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Asemeia hebeclada</i> (DC.) J.F.B.Pastore | | | | | | | | x | | x | x | | |
| <i>Senega lycopodioides</i> (Chodat) J.F.B.Pastore | | | | x | | x | | | | | | | |
| Polypodiaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) | | | | | | | | x | x | | | | |
| Pteridaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Adiantopsis chlorophylla</i> (Sw.) Fée | | | | | | | | | x | | | | |
| <i>Lytoneuron crenulans</i> (Fée) Yesilyurt | | x | | x | x | | | | | x | | | |
| <i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaufl) Maxon | | x | | | x | | | | | | | x | |
| Rhamnaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cruemanria erecta</i> Reissek | EN | | | | | | | | | | x | | |
| <i>Frangula sphaerosperma</i> (Sw.) Kartesz | | x | | x | | | | | | | | | |
| Rosaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acaena eupatoria</i> Cham. & Schltldl. | | | | | | | | x | x | | | | |
| Rubiaceae | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) | | | | | | | | x | | | | | |
| <i>Galianthe brasiliensis</i> (Spreng.) E.L.Cabral | | | | | | | | | | | | | x |
| <i>Galianthe elegans</i> E.L.Cabral | | | | | | | | x | | | | | |

assegurar resultados significativos em análises estatísticas para estimativa de parâmetros populacionais com nível de 95% de confiança.

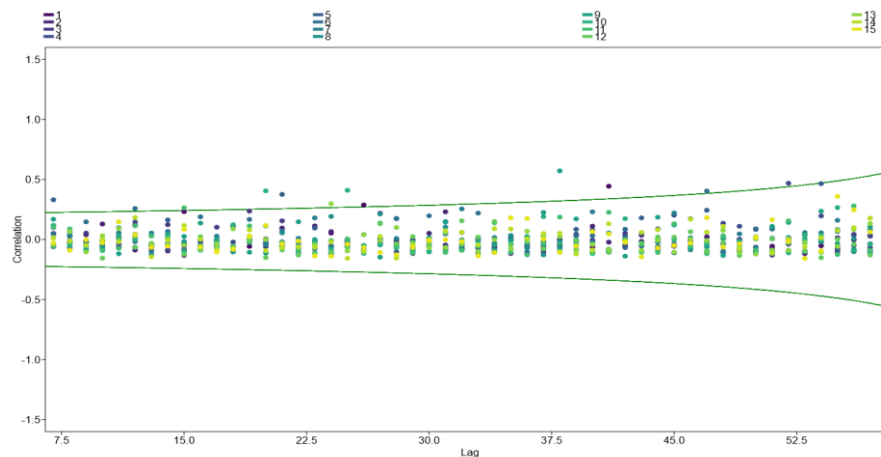
Figura 6: Curva de rarefação para amostragem de vegetação campestre no município de Tibagi, PR.



A diversidade beta de Harrison, que varia de 0 (ganho máximo) a 1 (ganho mínimo de espécies), apresentou para Tibagi $H = 0,03$, o que significa uma heterogeneidade máxima, isto é, há pouca superposição de espécies entre as parcelas ao longo de um gradiente geográfico.

As análises multivariadas encontram conjuntos de variáveis que possam ser redundantes, reduzindo a dimensionalidade dos dados e concentrando-se em uma ou poucas características consideradas de grande valor teórico ou prático, se existirem. Podem evidenciar relações causais entre ecossistemas (se existirem) ao realizar análises vetoriais sobre dados matriciais e projetar amostras tridimensionais num plano - a representação gráfica. Destinam-se muito mais à análises mais exploratórias do que conclusivas. O autocorrelograma de Moran (Fig. 7) evidenciou, dentro de um intervalo de confiança de 95%, a independência das parcelas amostradas.

Figura 7: Análise de correlação espacial através do índice Moran para distribuição de espécies em áreas de vegetação campestre, do Município de Tibagi, PR.



O propósito da análise multivariada é medir e explicar o grau de relação entre variáveis e o caráter multivariado surge nas variáveis múltiplas (múltiplas combinações de variáveis), e não somente no número de variáveis ou observações. Tamanho e heterogeneidade da amostra afetam todos os resultados e como a estimativa de beta diversidade apontou comunidades heterogêneas, deve-se avaliar cuidadosamente a significância dos resultados de análises multivariadas ao comparar várias unidades amostrais distribuídas ao longo do espaço geográfico e tempo para identificar gradientes e padrões. Foi elaborada uma matriz de coeficientes de semelhança entre os descritores no modo R abordando as 15 parcelas.

Através da análise de coordenadas principais (PCOA), observamos que em Tibagi, o poder explicativo dos eixos foi baixo (Quadro 2), apontando que há diversos componentes influenciando a distribuição das espécies.

Quadro 2: Autovalores para a análise de componentes principais para as 15 parcelas amostradas no Município de Tibagi, PR.

| Eigenvalues | Relative_eig | Broken_stick | Cumul_eig | Cumul_br_stick |
|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| 1,13 | 0,22 | 0,23 | 0,22 | 0,23 |
| 0,74 | 0,15 | 0,16 | 0,37 | 0,39 |
| 0,62 | 0,12 | 0,13 | 0,49 | 0,52 |
| 0,43 | 0,08 | 0,10 | 0,57 | 0,62 |
| 0,39 | 0,08 | 0,08 | 0,65 | 0,70 |
| 0,36 | 0,07 | 0,07 | 0,72 | 0,77 |
| 0,31 | 0,06 | 0,06 | 0,78 | 0,83 |

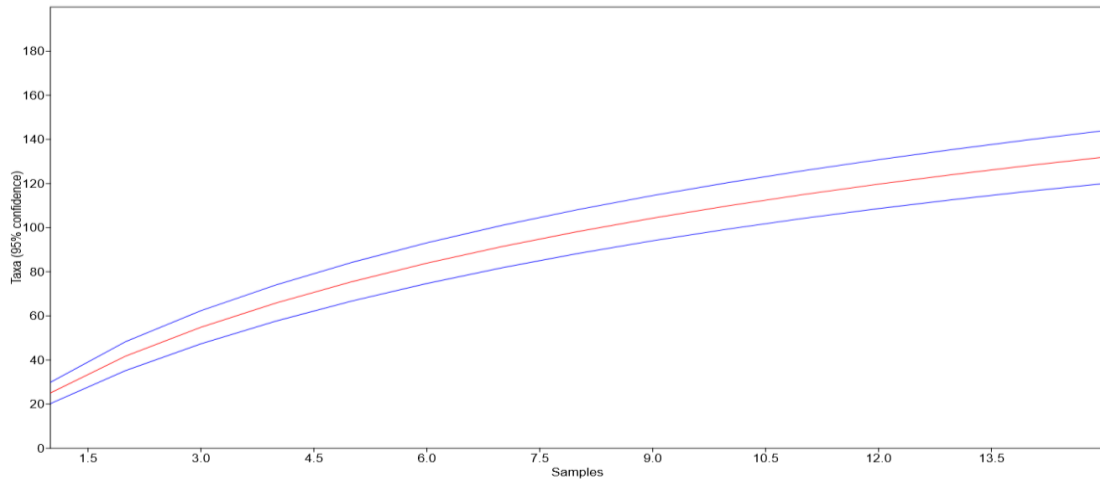
| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 0,28 | 0,05 | 0,05 | 0,83 | 0,88 |
| 0,22 | 0,04 | 0,04 | 0,88 | 0,91 |
| 0,19 | 0,04 | 0,03 | 0,91 | 0,94 |
| 0,18 | 0,03 | 0,02 | 0,95 | 0,97 |
| 0,12 | 0,02 | 0,02 | 0,97 | 0,98 |
| 0,11 | 0,02 | 0,01 | 0,99 | 0,99 |
| 0,04 | 0,01 | 0,01 | 1 | 1 |

Cinco fatores explicam a variação de 81% dos dados. Pode-se deduzir mais assertivamente quais são estes componentes a partir de outras análises que faremos em breve - tipos de solo, teor de matéria orgânica, declividade, pastejo, ... que podem influenciar em determinadas espécies se estabelecerem ou não.

2. Ponta Grossa

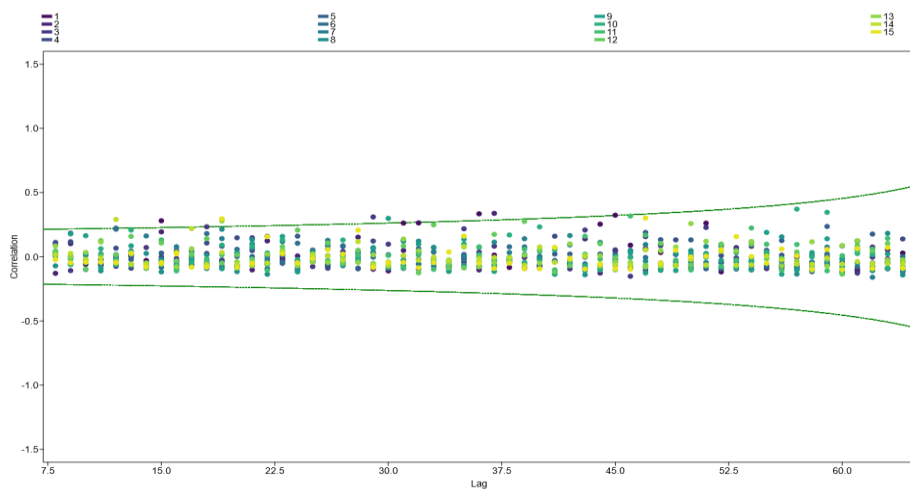
Para as áreas em Ponta Grossa, houve destaque para a maior riqueza de espécies nas áreas pastejadas, referentes aos sítios amostrais da fazenda Cambijú, que coincidentemente são os que apresentam a maior frequência de água acumulada nos piezômetros. A curva de rarefação ainda não atingiu a assíntota (Fig. 8), mas essa limitação de amostragem foi contornada pela estimação do parâmetro repetidas vezes a partir de um subconjunto de dados da mesma amostra, num processo de reamostragem chamado Bootstrap. O estimador Bootstrap indicou uma riqueza específica média de 144 espécies, muito próxima do valor amostrado ($S= 147$).

Figura 8: Curva de rarefação para amostragem de vegetação campestre no município de Ponta Grossa, PR



Portanto, para ambas as comunidades o número e tamanho de parcelas se mostrou adequado para as estimativas de parâmetros populacionais. Foram encontrados oito táxons que se enquadram em algum grau de ameaça, sendo este número duas vezes mais em relação ao encontrado em tibagi. A diversidade beta de Harrison apresentou valor de 0,41. Felfili & Felfili (2001), no Bioma Cerrado, calcularam diversidades beta variando entre 0,3 e 0,6, o que significa um padrão de variação interna considerável nas áreas como reflexo da elevada heterogeneidade florística. O autocorrelograma de Moran (Fig. 9 evidenciou, assim como em Tibagi, dentro de um intervalo de confiança de 95%, a independência das parcelas amostradas.

Figura 9: Análise de correlação espacial através do índice Moran para distribuição de espécies em áreas de vegetação campestre, do Município de Tibagi, PR.



Na análise de PCOA (Fig. 10), de maneira semelhante ao observado nas áreas do município de Tibagi, o poder explicativo dos eixos foi baixo (Quadro 3),

indicando a presença de 4 a 5 fatores que podem estar influenciando na distribuição das espécies, podendo estar relacionados principalmente ao solo, presença de matéria orgânica e/ao manejo destas áreas.

Quadro 3: Autovalores para a análise de coordenadas principais para as 15 parcelas amostradas no Município de Ponta Grossa, PR

| Eigenvalues | Relative_eig | Broken_stick | Cumul_eig | Cumul_br_stick |
|-------------|--------------|--------------|-----------|----------------|
| 0,93 | 0,21 | 0,23 | 0,21 | 0,23 |
| 0,57 | 0,13 | 0,16 | 0,34 | 0,39 |
| 0,45 | 0,10 | 0,13 | 0,44 | 0,52 |
| 0,39 | 0,09 | 0,10 | 0,53 | 0,62 |
| 0,37 | 0,08 | 0,08 | 0,62 | 0,70 |
| 0,31 | 0,07 | 0,07 | 0,69 | 0,77 |
| 0,30 | 0,07 | 0,06 | 0,76 | 0,83 |
| 0,26 | 0,06 | 0,05 | 0,81 | 0,88 |
| 0,24 | 0,05 | 0,04 | 0,87 | 0,91 |
| 0,19 | 0,04 | 0,03 | 0,91 | 0,94 |
| 0,13 | 0,03 | 0,02 | 0,94 | 0,97 |
| 0,12 | 0,03 | 0,02 | 0,97 | 0,98 |
| 0,07 | 0,02 | 0,01 | 0,99 | 0,99 |
| 0,06 | 0,01 | 0,01 | 1 | 1 |

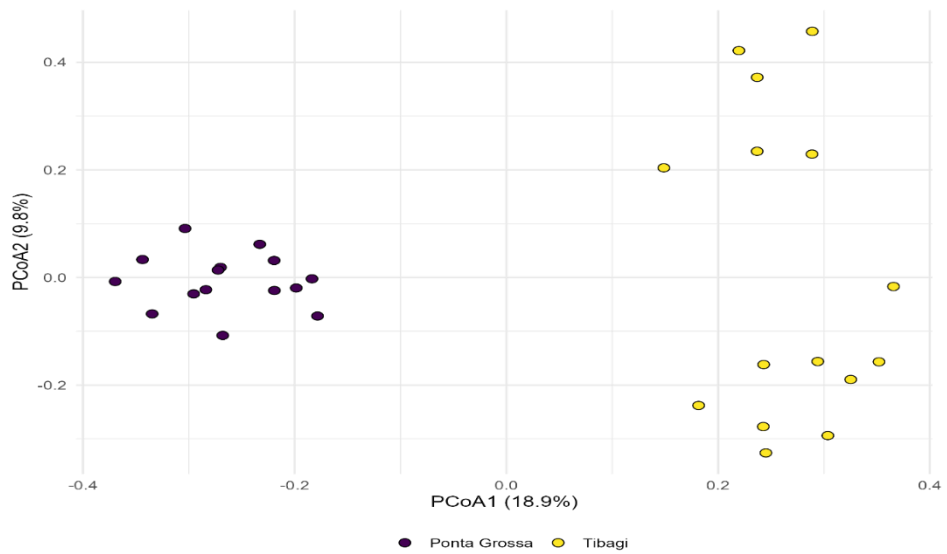
O componente 1 separou as parcelas 7 ao 15, o que pode estar relacionado ao déficit hídrico destas áreas, que apresentam formações de campo seco permanente. Já a parcela 1, é fortemente influenciada pelo pastejo, mas as análises que estão em andamento podem comprovar se também houve influência do solo sobre a distribuição das espécies nestas áreas.

O dendrograma de análise de agrupamentos Cluster, empregando como distância o índice de similaridade de Jaccard, apresentou uma boa correlação cofenética de 88%. Foram definidos 3 grupos principais de parcelas, sendo estes grupos: 1 a 6, parcelas relacionadas a alta concentração de matéria orgânica e influência de pastejo direto; do 7 ao 12: áreas secas de elevada altitude e solo altamente arenoso; 13, 14 e 15: parcelas dispostas em ambiente parcialmente seco, com solo argiloso.

3. Análise dos dados de ambos os municípios

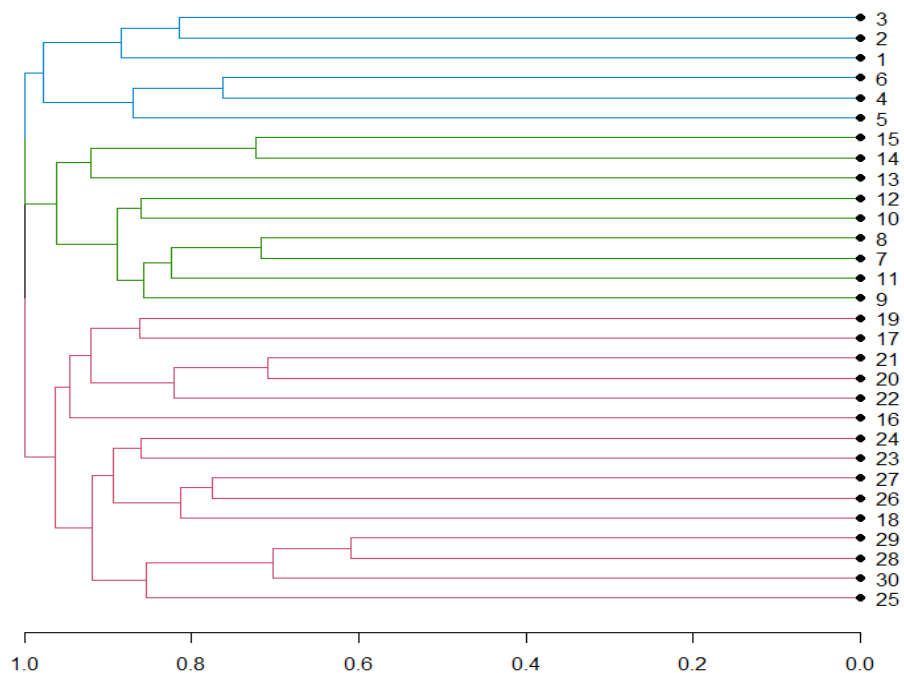
Quando analisados os dados de ambos os municípios em um único conjunto de dados, o gráfico da PCOA (Fig.11) estima a variação dos dois primeiros eixos, mas observada a parcela 10, localizada em Tibagi, bastante distanciada em relação às demais pode sugerir que o componente 1 seja o tipo de solo. Em campo, observamos que a parcela 10 se localiza num tipo de solo com maior concentração de matéria orgânica em relação às demais parcelas amostrais. Já o dendrograma de *cluster* (Fig. 12), empregando como distância o índice de similaridade de Jaccard, apresentou uma boa correlação cofenética de 82%, e também manteve a parcela amostral 10 separada, com aproximadamente 15% de similaridade com as demais. Estas foram divididas em três grupos distintos possivelmente relacionados também ao tipo de solo (ainda em análise) e presença/ausência de água no perfil de solo. O componente 1 arregimentou as parcelas 1 à 6, onde empiricamente observamos ambientes relativamente mais secos ao longo do primeiro ano de medições em campo, ao passo que as parcelas 8 a 15 apresentam táxons relacionados a ambientes higrófilos.

Figura 11: Análise de coordenadas principais (PCOA), com base na frequência e abundância de espécies em área de vegetação campestre em Ponta Grossa e Tibagi, PR.



A análise de PcoA para ambos os municípios separou as áreas de Tibagi em dois grupos principais, podendo estar relacionados a concentração de matéria orgânica mais evidente nas 2 e 4, equanto manteve as áreas de Ponta Grossa em um único grupo, que empiricamente deduzimos estar refletindo a baixa disponibilidade de água em todas as áreas do município. Estes resultados apresentam padrões semelhantes aos observados no dendrograma de cluster (Fig. 12).

Figura 12: Dendrograma da análise de agrupamentos das espécies amostradas em área de vegetação campestre em Tibagi e Ponta Grossa, PR.



O dendrograma separou os agrupamentos de maneira similar ao PCOA, formando 2 grandes grupos distintos, mas que possuem um determinado padrão de similaridade de acordo com as parcelas alocadas, com o grupo 7 ao 15 município de Tibagi, sendo os que empiricamente possuem mais matéria orgânica, enquanto as parcelas 1 e 6 apresentam a maior similaridade entre si se apresentam geograficamente isoladas no dentro do Parque Estadual do Guartelá. Já para o Município de Ponta Grossa não houve parcelas isoladas, porém há maior dissimilaridade entre os grupos basais.

Discussões

O estimador Bootstrap destaca que em ambas as comunidades o número e tamanho de parcelas se mostrou suficiente para as estimativas de parâmetros populacionais. Porém, é importante ressaltar que a sazonalidade pode estar influenciando variações na composição florística, visto que muitas espécies forrageiras apresentam ciclo de vida hibernar (Nabinger et al., 2009) e o presente levantamento foi realizado durante o verão.

A partir dos resultados preliminares encontrados podemos inferir que não houve táxons dominantes *sensu* Lobo & Leighton (1986), isto é, espécies abundantes são aquelas cuja ocorrência numérica supere o valor médio percentual do número total de espécies numa amostra, enquanto espécies dominantes possuem ocorrência percentual superior a 50% da comunidade. As espécies raras (*uniques*) contribuíram para a riqueza e composição de espécies na maioria das áreas do estudo. Contudo, do total de 97 espécies raras nas 30 parcelas, chama a atenção o sítio amostral 1 do município de Ponta Grossa, que obteve 13,4% do total de espécies raras.

Os táxons abundantes pertencem à família Asteraceae (64 sp.), seguida de Poaceae (47 sp.) e Fabaceae (22 sp.), respectivamente. A riqueza florística verificada corrobora outros trabalhos realizados em vegetação campestre no sul do Brasil (Klein, 1979; Boldrini & Miotto, 1987; Carmo, 2006; Dalazoana; Silva & Moro, 2007, Setubal & Boldrini, 2009; 2010; Boldrini et al., 2011; Oliveira et al., 2011; Moro et al., 2012; Silva et al., 2016; Silva Filho et al., 2017; Moro et al., 2018; Silva & Overbeck, 2020 e Menezes et al., 2022; Andrade et al., 2023). Como já

esperado, observamos que alguns dos nossos sítios amostrais apresentam determinados padrões de comunidades relacionados ao tipo de solo, como a presença de solos hidromórficos, cujas diferenças no regime de saturação hídrica ocasionam condições para ocupação seletiva de espécies (Curcio, 2007). Para as áreas no município de Tibagi houve uma grande diferença de táxons da família Cyperaceae em relação às áreas do município de Ponta Grossa, fato este correlacionado a altura do nível do lençol freático, que se mantém constantemente mais elevado nas medições realizadas em Tibagi. No sítio 2 de PG e sítio 3 TB se apresentam táxons relacionados a este tipo de solo como Xyridaceae e Eriocaulaceae (Klein & Hatscbach, 1962; Maack, 2002; Moro et al., 2012). Porém, em determinadas áreas teve notavelmente diferenças florísticas, pela heterogeneidade ambiental na saturação hídrica do substrato que reflete a composição de tais ambientes, como já relatados nos levantamentos de áreas campestres na região dos Campos Gerais do Paraná (Dalazoana et al., 2007; Silva et al., 2016).

Outro fator observado na florística é a riqueza de táxons visivelmente superior nas áreas pastejadas (fora das UCs). Com os dados florísticos obtidos observamos que em ambientes perturbados houve um acréscimo na riqueza das espécies, assim como a ocorrência de alguns táxons considerados ruderais como *Andropogon selloanus* (Hack.) Hack., *Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less. e *Baccharis spp.*, entre outras frequentes em áreas perturbadas, de acordo com Koch et al., (2016), para quem todas as formas de uso da terra trazem desvios das pastagens originais e, de acordo com estudos que indicam que determinados distúrbios como o manejo com gado (Durigan, 2022) e a queima controlada contribuem para a manutenção da fitofisionomia das formações não florestais e o aumento da riqueza destes ambientes (Pillar et al., 2016; Baggio et al., 2021).

Para justificar a influência do pastejo no local pode-se atribuir a teoria do distúrbio intermediário, que preconiza que a maior diversidade em comunidades vegetais ocorre após uma grande perturbação, ou ao longo de distúrbios menores pouco frequentes (Sheil, 2003).

CONCLUSÕES

A vegetação campestre apresenta padrões distintos entre as áreas estudadas, revelando características intrínsecas dos sítios amostrais como táxons relacionados a ambientes com maior disponibilidade de água. Através das análises estatísticas, observamos que a composição florística se mostrou dependente de vários fatores que podem estar atuando em conjunto na estruturação das comunidades campestres dos Campos Gerais. Entre os principais fatores que moldam a fisionomia e os padrões de comunidades, as ações antrópicas merecem atenção especial, por se tratar de ambientes altamente frágeis e susceptíveis a invasões por espécies exóticas.

Coletas e medições da altura do nível do lençol freático

Aqui são apresentados apenas os dados dos poços em que se obteve volume de água no momento das medições (Figura 6). Os poços hídricos foram visitados entre o 18º e o 24º dia de cada mês, entre os meses de outubro de 2022 e abril de 2024, totalizando até o momento 19 meses de medições. As condições de pluviosidade dos dias imediatamente anteriores à leitura estão sendo checadas, bem como a previsão meteorológica para o período, evitando-se a leitura em dias chuvosos e no máximo até 72h após a ocorrência de chuvas. As leituras de nível da água nos poços hídricos foram realizadas com o auxílio de uma lanterna, uma vara graduada e uma trena de 3 m/10', medindo-se o intervalo entre a superfície do solo e a lâmina de água. (Bardal, 2006, modif.).

Todos os poços instalados no município de Tibagi apresentaram volume de água em algum mês, já os poços em Ponta Grossa, até o momento, apresentaram água em apenas tres áreas (2, 3 e 5), indicando a presença de lençol freático superficial apenas durante os dias em que ocorreram maiores precipitações próximo a data de coleta dos dados em campo (Fig. 13).

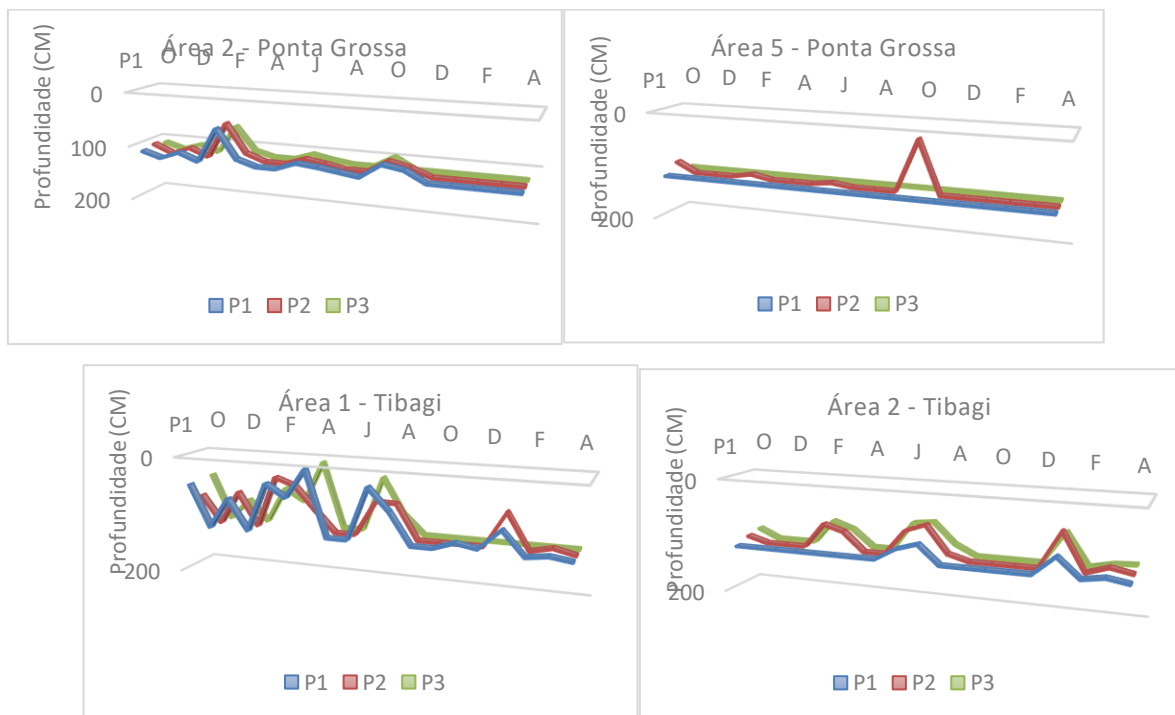
Figura 13: Poços hídricos instalados para medição da variação do nível de lençol freático, etapa inicial final.

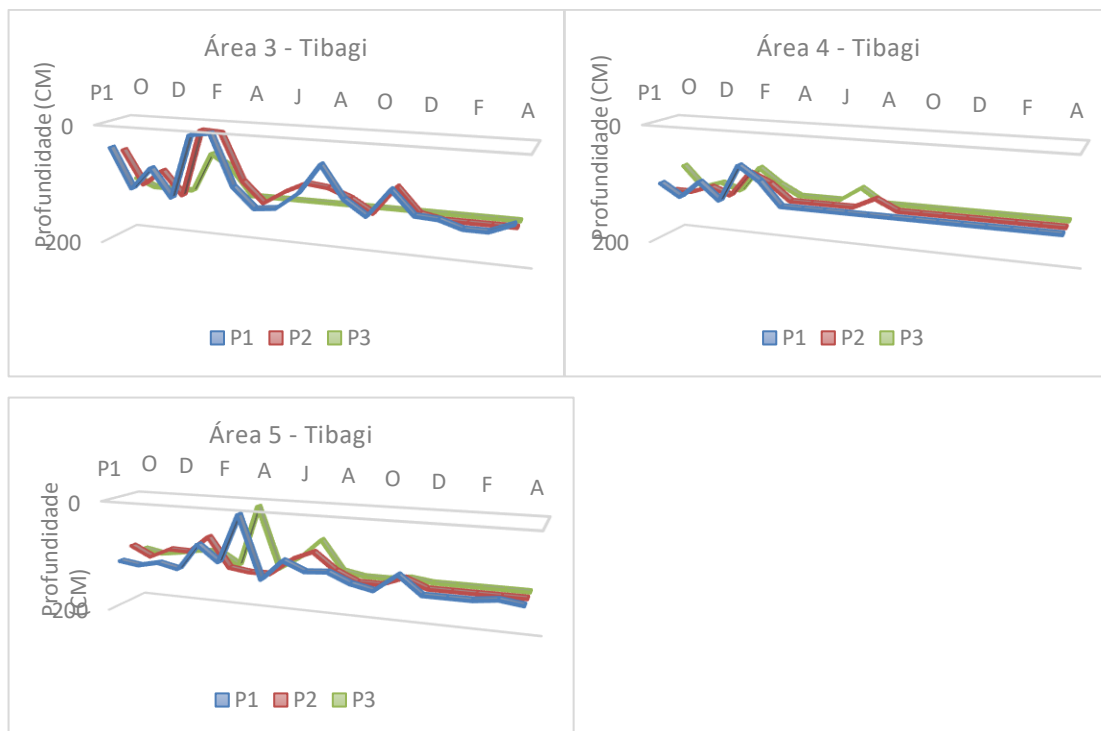


Fonte: acervo do autor, 2022

Os dados representados na Figura 14 reproduzem apenas os poços com presença de água em pelo menos algum mês que foi feita a medição, durante 19 meses (justificando a ausência de 2 sítios amostrais do Município de Ponta Grossa, sítios 3 e 4, não inclusos nestes dados preliminares). Para os poços que não apresentaram presença de água em determinados meses, consideramos a profundidade do lençol como sendo a máxima medida no nosso experimento (1,2 m de profundidade).

Figura 14: Variação do lençol freático mensurado em 19 meses de coletas mensais.





Coletas e análises do solo

Foram coletados em campo um total de 48 amostras de solos, conforme procedimentos estabelecidos, com o acompanhamento de um especialista nas expedições em campo. As coletas foram realizadas no mês de setembro de 2023, ao longo dos 30 poços hídricos e de acordo com a profundidade da matriz rochosa de cada um, sendo separadas em amostras a cada 20 cm, totalizando o máximo de 5 amostras por área. Em relação as etapas de laboratório, houve um atraso de 3 meses devido à um imprevisto no laboratório responsável pelas análises. A única técnica responsável pelos procedimentos laboratoriais necessitou sair por 3 meses de licença no início deste ano, culminando no adiamento da disposição dos dados analisados. Lembrando que os procedimentos já foram retomados e em poucas semanas teremos os dados completos em mãos para enfim trabalhar nas análises estatísticas com os demais dados já obtidos e que serão apresentados na qualificação, prevista para o mês de julho.

DISCUSSÃO PRELIMINAR

A partir das mensurações mensais da variação do lençol freático observamos que, de modo geral, no município de Ponta Grossa os sítios amostrais apresentam solos com fluxo de água mais elevados em relação ao município de Tibagi, apresentando alta capacidade de infiltração e níveis de lençol freático bem mais profundos, indicando que o rebaixamento do nível do lençol freático está relacionado com a composição do solo de cada sítio amostral.

Os dados indicam que a profundidade do lençol freático possui relação positiva de acordo com a intensidade de precipitação ocorrida em cada mês, apresentando um picos elevados nos meses de maior intensidade chuvosa, com a maior altura média para as áreas do nosso estudo. Estes dados refletem, particularmente também com o pico de floração e frutificação das espécies que compõem a estrutura vegetacional das áreas (Silva, 2018). Os meses de novembro de 2022, janeiro, maio e junho de 2023 apresentaram a maior profundidade de lençol, coincidindo com os meses de ocorrência de estiagem na região. Portanto, salientamos que a conservação das espécies não florestais necessita de preservação em um maior número de locais, já que a distribuição e composição das comunidades campestres ocorrem em função do manejo e fatores geomorfológicos que, segundo Pillar (1992) e Kozera (2008), relacionados com características climáticas refletem diretamente na filtragem, ocorrência e distribuição das espécies na paisagem.

Próximos Passos para o desenvolvimento da Pesquisa

Os resultados apresentados até o momento são considerados dados brutos como frutos do desenvolvimento da minha tese de doutorado, porém já concluímos um artigo científico como parte desta pesquisa, que está em processo de submissão para publicação. Em breve iremos concluir algumas etapas de laboratório e aprimoramento da escrita para mais dois capítulos da Tese e conseqüentemente a produção de 2 novos artigos como resultado. Apesar já possuímos dados suficientes para a conclusão do desenvolvimento do projeto, ainda necessitaremos de retornos nas áreas de estudo para realizar medições de profundidade de solo e conforme pretensões futuras, manteremos nossos experimentos em campo para darmos continuidade nas avaliações das

áreas e sequência em projetos relacionados à dinâmica da vegetação campestre dos Campos Gerais.

Referências

- Andrade, A.L.P.; Moro, R.S.; Kuniyosh, Y.S.; Carmo, M.R.B. Floristic survey of the Furnas Gêmeas region, Campos Gerais; National Park, Parana; state, southern Brazil. **Checklist**, v. 13, p. 879-899, 2017. <http://dx.doi.org/10.15560/13.6.879>.
- Andrade, B.O.; Kozera, C.; Curcio, G.R.; Galvão, F. Vascular grassland plants of Tibagi River Spring, Ponta Grossa, Brazil. **Checklist**, v. 7, p. 257, 2011. <https://dx.doi.org/10.15560/7.3.257>
- Andrade, B.O.; Menezes, L.S.; Boldrini, I.I.; Pillar, V.D.; Overbeck, G.E. Grassland Plant Community Composition and Dynamics: Disturbance as Determinants of Grassland Diversity. In: **South Brazilian Grasslands**. Cham: Springer International Publishing, 2024, cap. 8, p. 177-204.
- Baldissera, R.; Fritz, L; Rauber, R.; Müller, S. Comparison between grassland communities with and without disturbances. **Neotrop. Biol. & Cons.**, v. 5, n. 1, p.3-9, 2010. <http://dx.doi.org/10.4013/nbc.2010.51.01>.
- Bardal, M.L. **A influência da saturação hídrica na distribuição de oito espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Aluvial do rio Iguaçu, Paraná-Brasil**. Curitiba, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, UFPR.
- Boldrini, I.I.; Miotto, S.T.S. Levantamento fitossociológico de um campo limpo da Estação Experimental Agronômica, UFRGS, Guaíba, RS - 1a etapa. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1, n. 1, p. 49-56, 1987.
- Boldrini, I.I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V.D.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S.; Jacques, A.V.A. (eds). **Campos Sulinos: Conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 63-77.
- Boldrini, I. I.; Schneider, Â. A; Trevisan, R.; Setubal, R. B. Flora campestre do Rio Grande do Sul: riqueza, endemismos e espécies ameaçadas. In: ENCONTRO DE BOTÂNICOS DO RIO GRANDE DO SUL. Novo Hamburgo, 15, 2011. **Resumos...** Novo Hamburgo: Feevale, 2011.

- Carmo, M.R.B. **Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, Estado do Paraná.** Rio Claro, 2006. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) –Universidade Estadual Paulista, UNESP. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/100628>>. Acesso em: 27 de abr. 2023.
- Carmo, M.R.B.; Santos, G.A.S.D.; Assis, M.A. Análise estrutural em relictos de Cerrado no Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná. **Ciênc. Flor.**, v. 22, p. 505-517,2012. <https://dx.doi.org/10.5902/198050986618>.
- Cervi, A.C.; Linsingen, L.V.; Hatscbach, G.; Ribas, O.S. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Bol. Mus. Bot. Mun.**, n. 69, p. 1-52, 2007.
- Cruz, G.C.F.C. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: Melo, M.S.; Moro, R.S.; Guimaraes, G.B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. Cap. 5, p. 59-72. Disponível em: <http://ri.uepg.br:8080/riuepg/handle/123456789/449>
- Curcio, G.R.; Galvão, F.; Bonnet, A.; Barddal, M.L. Fitotipias em Ambiente Fluvial do Rio Iguaçu e suas Relações com Padrões Geomórficos e Tipos de Solos. **Revista Brasileira Biociências**, v. 5, p. 516–518,2007. <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/115790>
- Dalazoana, K.; Silva, M.A.; Moro, R.S. Comparação de Três Fisionomias de Campo Natural no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. **Rev. Bras. Bioc.**, v. 5, n. 1, p. 675-677, 2007.
- Dalazoana, K.; Moro, R.S. Riqueza Específica em áreas de campo nativo impactadas por visitação turística e pastejo no Parque Nacional dos Campos Gerais, PR. **Floresta**, v. 41, p. 387-396, 2011. <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v41i2.22762>. Durigan, G.; Pilon, N.A.L.; Souza, F.M.; Melo, A.C.G.; Ré, D.S.; Souza, S.C.P.M. Low-intensity cattle grazing is better than cattle exclusion to drive secondary savannas toward the features of native Cerrado vegetation. **Biotropica**, v. 54, p. 789-800, 2022.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro, 2008.
- Fidelis, A., & Pivello, V. R. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 2, p. 12-25, 2011.
- Focht, T.; Pillar, V.D. Spatial Patterns and Relations with Site Factors in a Campos Grassland under Grazing. **Braz. J. Biol.**, v. 63, n. 3, p. 423-436, 2003.

- Galvão, F.; Augustin, C.R.; Curcio, G.R.; Domanowski, B.P.; Kozera, C. et al. Autoecologia de *Guadua* aff. *Paraguayana* (Poaceae). **Pesq. Flor. Bras.**, n. 58, p. 5-16, 2009.
- Hatschbach, G.G.; Moreira Filho, H. Catálogo florístico do Parque Estadual de Vila Velha (Estado do Paraná – Brasil). **Bol. Mus. Bot. Mun.**, v. 28, p. 1-49, 1972.
- Iarmul, J. **Padrões taxonômicos e atributos estruturais em vegetação campestre, região dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa, 2019. Dissertação (Mestrado em Biologia Evolutiva) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, 2012. 275 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>.
- Klein, R.M.; Hatschbach, G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do Município de Curitiba e Arredores (Paraná). **Bol. Univ. Fed. Paraná, Geografia Física**, v. 4, p. 1-29, 1962.
- Klein, R.M. Contribuição ao conhecimento da vegetação de partes do 1º e 2º planalto paranaense. In: Congresso Nacional de Botânica. Campo Grande. **Anais ...** São Paulo: SBB, v30, p.200-201, 1979.
- Koch, C.; Conradi, T.; Gossner, M.M.; Hermann, J-M.; ... Kollmann, J. Management intensity and temporary conversion to other land-use types affect plant diversity and species composition of subtropical grasslands in southern Brazil. **Appl. Veget. Sci.**, p. 1-11, 2016. <https://dx.doi.org/10.1111/avsc.12262>
- Kozera, C. **Florística e fitossociologia de uma formação pioneira com influência fluvial e de uma estepe gramíneo-lenhosa em diferentes unidades geopedológicas, município de Balsa Nova, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2008. Tese (Doutorado em Conservação da Natureza) – Universidade Federal do Paraná, UFPR.
- Kozera, C.; Kuniyoshi, Y.S.; Galvão, F.; Curcio, G.R. Espécies vasculares de uma área de campos naturais do sul do Brasil em diferentes unidades pedológicas e regimes hídricos. **Rev. Bras. Bioc.**, v.10, n.3, p.267-274, 2012.
- Legendre, P.; Borcard, D.; Peres-Neto, P.R. Analyzing beta diversity partitioning the spatial variation of community composition data. **Ecol. Monog.**, v. 75, p. 435-450, 2005.
- Lobo, E.; Leighton, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central del Chile. **Revista de Biología Marina**, v. 22, n.1, p. 1–29, 1986. Disponível em: <<http://www.revbiolmar.cl/escaneados/221-1.pdf>>.
- Londo, G. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. **Vegetatio**, v.33, p. 61-64, 1976.

- Maack, R. **Geografia Física do Paraná**. 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.
- Maack, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 4a. ed. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2017.
- Melo, M.S. **Formas rochosas do Parque Estadual de Vila Velha**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2006.
- Melo, M.S.; Moro, R.S.; Guimarães, G.B. (eds). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. Disponível em: <http://ri.uepg.br:8080/riuepg//handle/123456789/445>. Acesso em: 27 de abr. 2023.
- Menezes, L.S.; Ely, C.V.; Lucas, D.B.; Minervini-Silva, G.H.; Vélez-Martin, ... Overbeck, G.E. Reference values and drivers of diversity for South Brazilian grassland plant communities. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, v. 94, e20201079, 2022.
- Millennium Ecosystem Assessment. **Guide to the Millennium Assessment Reports**, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>. MMA/BF - Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, 2007. (Biodiversidade,31). Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/biodiversidade31.pdf.
- Mioduski, J.; Moro, R.S. Grupos funcionais da vegetação campestre de Alagados, Ponta Grossa, Paraná. **Iheringia**, v. 66, n.2, p.241-256, 2011.
- Moraes, D.A.; Cavalin, P.O.; Moro, R.S.; Oliveira, R.A.C.; Carmo, M.R.B.; Marques, M.M. Edaphic filters and the functional structure of plant assemblages in grasslands in southern Brazil. **J. Veg.Sci.**, v.27, p.100-110, 2016.
- Moro, R.S.; Carmo, M.R.B. A vegetação campestre nos campos gerais. In: Melo, M.S.; Moro, R.S.; Guimarães, G.B. (eds) **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed.UEPG, 2007. Cap. 8, p. 93-98. Disponível em: <http://ri.uepg.br:8080/riuepg//handle/123456789/452>.
- Moro, R.S.; Souza-Nogueira, M.K.F. de; Milan, E.; Mioduski, J.; Pererira, T.K.; Moro, R.F. Grassland Vegetation of Pitangui River Valley, Southern Brazil. **Int. J. Ecosystem**, v.2, p.-61 - 170, 2012. <http://dx.doi.org/10.5923/jije.201202206.03>
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p.853-845, 2000.
- Nabinger, C.; Ferreira, E.T.; Freitas, A.K.; F. Santana, D.M. Produção animal em campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: Pillar, V.D.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S.; Jacques, A.V.A. (Org.). **Campos sulinos**: conservação e uso sustentável da

- biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p. 175-198, 2009.
- Nanuncio, V.M.; Moro, R.S. O mosaico da vegetação remanescente em Piraí da Serra, Campos Gerais do Paraná: uma abordagem preliminar da fragmentação natural da paisagem. **Terr@ Plural**, v. 2, p. 155-168, 2008.
- Negreiros, D.; Stradic, S.L.; Fernandes GW & Rennó HC (2014) CSR analysis of plant functional types in highly diverse tropical grasslands of harsh environments. **Plant Ecology**, v. 215, p.: 379- 388. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-014-0302-6>.
- Oliveira, M.B.; Maranhão, L.T. Efeitos do fogo controlado e do roçado sobre a sucessão ecológica da Estepe Gramíneo-Lenhosa no Parque Estadual de Vila Velha, PR, Brasil, em área com avanço de vassoura (*Bacharis* spp.). In: Carpanezi, O.T.B.; Campos, J.B, editores. *Coletânea de pesquisas: Parques Estaduais de Vila Velha, Cerrado e Guartelá*. IAP, Curitiba, 2011. p. 46–55.
- Overbeck, G.E.; Müller, S.C.; Pillar, V.D.; Pfadenhauer, J. Dinâmica pós-incêndio em pequena escala em pastagens subtropicais do sul do Brasil. **J. Veg. Sci.**, v. 16, n. 6, p. –55 - 664, 2005. Pillar, V.D.; Jacques, A.V.A.; Boldrini, I.I. **Fatores de ambiente relacionados à variação da vegetação de um campo natural**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 27, p. 1089-1101, 1992.
- Pillar, V.D.; Vélez-Martin, E.; Overbeck, G.E.; Boldrini, I.I. Campos Sulinos: A biodiversidade na imensidão dos campos do sul do Brasil. In: Peixoto, A.L.; Luz, J.R.P.; Brito, M.A. (Orgs.). **Conhecendo a Biodiversidade**. Brasília: PPBio/ CNPq, 2016. p. 34-49,
- Piraquive-Bermúdez; Behling, H.; Zolitschka, B.; Giesecke, T. Late Quaternary Araucaria forest and Campos (grasslands) vegetation dynamics inferred from a high-resolution pollen record from Lagoa Dourada in southern Brazil. **Quaternary Science Reviews**, v. 333, e108685, 2024. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(03\)00044-2](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(03)00044-2)
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/> Acesso em: 27 de jun. 2023.
- Rambo, B. O elemento andino no pinhal Riograndense. **Sellowia**, v.3, p.7-39, 1951.
- Ritter, L.M.O.; Almeida, C.G.; Moro, R.S. Caracterização fitofisionômica dos fragmentos campestres com fâcies de cerrado em Ponta Grossa, PR. **Rev. Bras. Bioc.**, v. 5, p. 192-194, 2007.
- Sá, M.F.M. Os solos dos Campos Gerais. In: Melo, MS.; Moro, R.S.; Guimarães, G.B. (Org.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG,

2007. p. 73-83.

Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C.; Anjos, L.H.C. **Manual de descrição e coleta desolo no campo**. 6.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

100p.

Setubal, R.B.; Boldrini, I.I. Floristic and characterization of grassland vegetation at a granitic hill in Southern Brazil. **Rev Bras. Bioc.**, v. 8, p. 85-111, 2010.

Sheil, D.; Burslem, F.R.P. Disturbing hypotheses in tropical forests. Trends in Ecology and Evolution. **Elsevier Science**, v. 18, n. 1, p. 18-26, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)00005-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(02)00005-8)

Silva, A.R.; Andrade, A.P.; Velazco, S.E.; Galvão, F.; Carmo, M.R.B. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 325-347, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-96/2015>

Silva Filho, P.J.S; Macedo, R.B.; Viera M.S.; Neves P.C.P. Florística e estrutura da vegetação campestre nos Campos arbustivos de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 72, p. 351-372, 2017.