

PRISCYLA MARIA SILVA RODRIGUES

**GEOAMBIENTES E RELAÇÃO SOLO-VEGETAÇÃO NO PARQUE
ESTADUAL CAMINHO DOS GERAIS, SERRA GERAL, NORTE DE MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

VIÇOSA,
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R696g
2015

Rodrigues, Priscyla Maria Silva, 1986-

Geoambientes e relação solo-vegetação no Parque Estadual
Caminho dos gerais, Serra Geral, Norte de MG / Priscyla Maria
Silva Rodrigues. – Viçosa, MG, 2015.

xi, 93f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Carlos Ernesto Gonçalves R. Schaefer.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Plantas e solos - Parque Estadual Caminho dos Gerais
(MG). 2. Solos - análise. 3. Botânica - Análise. 4. Ecótono.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Solos.
Programa de Pós-graduação em Botânica. II. Título.

CDD 22. ed. 631.43098151

PRISCYLA MARIA SILVA RODRIGUES

**GEOAMBIENTES E RELAÇÃO SOLO-VEGETAÇÃO NO PARQUE
ESTADUAL CAMINHO DOS GERAIS, DA SERRA GERAL, NORTE DE MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

Aprovada: 23 de fevereiro de 2015.

Amílcar Walter Saporetti Júnior

Guilherme Resende Corrêa

Luiz Fernando Silva Magnago

Walnir Gomes Ferreira Júnior

Carlos Ernesto Gonçalves Reynald Schaefer
(Orientador)

Aos meus pais, Adriana e Jabez, e meu querido esposo Jhonathan, com todo meu amor,
carinho, respeito e admiração,
Dedico

AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa chega ao final! Nesta caminhada, muitas instituições e pessoas contribuíram para o sucesso desta pesquisa. Assim, gostaria de deixar os meus sinceros agradecimentos a todos que me apoiaram, incentivaram e colaboraram de maneira direta ou indireta na produção desta tese.

Agradeço, primeiramente, a Deus, por te me dado sabedoria, força e saúde para chegar até aqui, e a Nossa Senhora por sua intercessão em minha vida.

A Universidade Federal de Viçosa, em especial aos Departamentos de Biologia Vegetal e Solos, pela oportunidade da realização do doutorado, viabilização e concretização desta pesquisa, e por todos os ensinamentos que me foram transmitidos.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da minha bolsa doutorado. À Fapemig (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e ao SECTES-MG (Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – Minas Gerais) pelo financiamento do projeto.

Ao professor Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer, que me aceitou “de braços abertos” como sua orientada, e pela oportunidade de trabalhar, novamente, no norte de Minas Gerais, na maravilhosa e surpreendente Serra Geral. Sou imensamente grata por todos os ensinamentos transmitidos, oportunidades, incentivos, confiança e acima de tudo, por despertar em mim o desejo de buscar sempre o melhor. Enfim, obrigada por ensinar como um bom profissional deve ser!

A amiga e coorientadora Andreza Viana Neri, pelas leituras e sugestões durante todo o processo desta tese, e principalmente pelo carinho e conselhos durante estes seis anos de convivência.

Ao professor Walnir Gomes Ferreira Júnior, meu coorientador, pelas valiosas opiniões e sugestões, além de toda alegria e espontaneidade mesmo quando as condições eram adversas ao bom humor.

Ao professor João Augusto Meira Neto pela acolhida no Laboratório de Ecologia e Evolução de Plantas (LEEP), conselhos e ensinamentos durante todo este processo.

Ao IEF (Instituto Estadual de Florestas) pelas licenças de coletas e apoio logístico. Em especial, devo agradecer ao Alexandre Custódio, gerente do Parque Estadual Caminho dos Gerais, pela disponibilidade em sempre ajudar, e a todos os guarda-parques (Seu Chico, Seu Zé, Roney e todos outros demais) que trabalharam imensamente, ou de baixo de um sol escaldante ou no meio dos espinhos.

Aos funcionários do Departamento de Biologia Vegetal, em especial aos queridíssimos Ângelo e Celso. O que seria de nós sem vocês? Muito obrigada por todo auxílio, presteza, agilidade, eficiência e boa vontade em todos os momentos.

A Cláudia Maria Gonçalves (Claudinha), Departamento de Solos, por sempre está disposta a ajudar, auxiliando sempre em como fazer as “coisas certas”. Muito obrigada!

Aos membros da banca examinadora por aceitarem a participar dessa importante etapa da minha vida: Guilherme Resende Corrêa, Luiz Fernando Silva Magnago e Amílcar Walter Saporetto Júnior, Walnir Gomes Ferreira Júnior.

A Maola Monique Faria pelo auxílio na confecção dos mapas. Obrigada por toda boa vontade que teve em ajudar, pois não foram poucas modificações que foram surgindo no decorrer do caminho.

Aos colegas que me ajudaram na identificação das espécies: José Martins Fernandes, Márcio Luiz Batista, Rubens Manoel dos Santos, Vanessa Terra Santos e Walnir Gomes Ferreira Júnior.

Aos meus queridos amigos e companheiros de campo: Israel Rocha Lopes, Izabela Ferreira e Prímula Viana. Primeiramente, obrigada pela amizade e carinho. Com vocês as viagens e histórias de campo foram inesquecíveis! Sou extremamente grata a todos os esforços que vocês fizeram para que este trabalho desse certo.

Ao Guilherme Corrêa pela abertura de todos os perfis e posterior classificação. Não só por isso, mas também pelas boas risadas, fotos e, não poderia faltar, reclamações no sertão mineiro. Gui, você é uma pessoa muito “bacana”!

Aos colegas da Pós-Graduação em Botânica Carla Nogueira, Isla Azevedo, Fábio Matos, Jaquelina Nunes, Luiz Magnago, Markus Gautauer, Rodney Viana, Vanessa Terra e Wesley Alves. Agradeço pelas conversas, desabafos, incentivos, conselhos, e por todos os momentos de descontração. A amizade de vocês vale muito! Saibam que tenho um carinho imenso por cada um de vocês!

As minhas queridas amigas e “orientadoras” da graduação Maria das Dores Magalhães Veloso e Yule Roberta Ferreira Nunes, que sempre me incentivaram e apoiaram desde o início da minha formação em biologia. Obrigada pelos ensinamentos e experiências que levarei por toda minha vida.

As meninas da república, Mônica, Débora, Juliana e Priscila, foi muito bom conviver com vocês! Obrigada pelos momentos de descontração e alegria durante este período. Não podia deixar de agradecer, também, o Ricardo pelas ótimas noites ao som do violão!

A minha grande amiga Lílian Braga. Agradeço você, “fiotinha”, por todos momentos que passamos juntas, sejam eles presenciais ou por telefone. Nem a maior distância consegue destruir a nossa amizade. Não tenho palavras para dizer o bem que você me faz. Você mora no meu coração!

Ao Jhonathan, por todo amor, compreensão, apoio, ajuda estatística, leitura dos capítulos e tantas outras coisas que se eu fosse escrever detalhadamente iriam faltar folhas. Ser sua esposa é a melhor coisa do mundo! Obrigada por participar da minha vida e fazer dos meus dias uma felicidade constante. Te amo imensamente!

Aos meus pais Adriana e Jabez, grandes inspiradores e apoiadores das minhas propostas. Obrigada por acreditarem em mim quando até eu achei difícil acreditar em mim mesmo. Obrigada pela sabedoria e cuidado a todo o momento. Amo muito vocês!

Aos meus irmãos Camilla e Matheus pelo amor, incentivo e amizade. Vocês são com certeza os irmão que queria ter!

A toda a minha família, em especial vó Cida, Tio Careca e Valéria, por entenderem a minha ausência em várias ocasiões familiares importantes. Pelas inúmeras visitas no meu período “Viçosiano” e pela ternura e carinho que possuem por mim.

Desde já peço desculpas pela eventual injustiça de não ter mencionado alguém que de alguma forma contribuiu, profissional ou pessoalmente, para realização deste trabalho. Ficam aqui os meus sinceros agradecimentos!

BIOGRAFIA

PRISCYLA MARIA SILVA RODRIGUES, filha de Jabez Santos Rodrigues e Adriana Fátima Silva Barcellos, nasceu em Montes Claros, Minas Gerais, em 05 de outubro de 1986.

Cursou o ensino fundamental no Centro Educacional Montes Claros e Collegium Prisma, localizadas em Montes Claros. Concluiu o ensino médio no Collegium Prisma em dezembro de 2004.

Graduou-se em Ciências Biológicas – Licenciatura Plena, em 2008, pela Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES.

Em 2009 ingressou na Pós-Graduação em Botânica, em nível mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, junto ao departamento de Biologia Vegetal, na área de concentração de Sistemática e Ecologia, com ênfase em “Estrutura, Funcionamento e Manejo das Comunidades Vegetais”, finalizando em fevereiro de 2011.

Em março de 2011 ingressou no doutorado em Botânica, também na UFV.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
I. Introdução Geral	1
II. Referências Bibliográficas	4
III. Capítulo I	7
SOLOS, RELEVO E VEGETAÇÃO DETERMINAM OS GEOAMBIENTES DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL	7
RESUMO	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Área de estudo.....	9
Estratificação das unidades geoambientais.....	10
Coleta, análise e classificação dos solos.....	11
Florística.....	12
Resultados	12
Tabuleiros Elevados com Cerrado sensu stricto sobre Neossolos Quartzarênicos.....	12
Tabuleiros e Encostas Dissecadas em Campo Cerrado sobre Solos Cascalhentos.....	15
Topos e Encostas com Campo Rupestre de <u>Vellozia</u> sobre Afloramentos Rochosos e Neossolos Litólicos.....	20
Encostas com Cerrado Rupestre em Neossolos Regolíticos.....	20
Depressões e Áreas Aluviais com Campos Brejosos ou Formações Ciliares em Solos Hidromórficos.....	21
Encostas e Vertentes Íngremes com Arbustais sobre Solos Cascalhentos.....	22
Encostas e Sopés da Serra com Mata Seca em Solos.....	23
Discussão	24
Referências Bibliográficas	27
IV. Capítulo II	31
INFLUÊNCIA DO SOLO NA ESTRUTURA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES LENHOSAS EM DIFERENTES HÁBITATS TROPICAIS EM UMA REGIÃO ECOTONAL NO SUDESTE DO BRASIL	31
RESUMO	31
Introdução	32
Material e Métodos	33

Área de estudo.....	33
Amostragem da vegetação.....	35
Solos.....	37
Análises dos dados.....	37
Resultados.....	38
Características dos solos.....	38
Estrutura e diversidade.....	39
Efeito do solo na estrutura e diversidade da vegetação.....	40
Discussão.....	46
Solo, estrutura e diversidade entre diferentes habitats.....	46
Relação solo-vegetação.....	48
Conclusão.....	49
Referências Bibliográficas.....	50
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	55
V. Capítulo III.....	64
EFEITOS DAS CONDIÇÕES EDÁFICAS SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES LENHOSAS EM DIFERENTES HÁBITATS TROPICAIS.....	64
RESUMO.....	64
Introdução.....	65
Material e Métodos.....	66
Área de estudo.....	66
Registro das espécies.....	67
Variáveis edáficas.....	68
Análises dos dados.....	68
Resultados.....	70
Discussão.....	73
Referências Bibliográficas.....	77
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	81
VI. CONCLUSÕES GERAIS.....	93

RESUMO

RODRIGUES, Priscyla Maria Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2015. **Geoambientes e relação solo-vegetação do Parque Estadual Caminho dos Gerais, Serra Geral, norte de MG.** Orientador: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer. Coorientadores: Andreza Viana Neri e Walnir Gomes Ferreira Júnior.

Esta tese constitui uma pesquisa sobre os geoambientes e relação solo-vegetação de uma paisagem ecotonal da Serra Geral, Parque Estadual Caminhos dos Gerais (PECG), no extremo norte de Minas Gerais, onde o conhecimento sobre os ecossistemas existentes ainda é incipiente. Três objetivos gerais foram destacados: (i) identificar, caracterizar e mapear as unidades geoambientais que compõem a paisagem da Serra Geral, no PECG; (ii) verificar como características do solo (físicas e químicas) afetam a estrutura e diversidade de diferentes comunidades vegetais; e (iii) avaliar a importância dos fatores edáficos (físicos e químicos) na distribuição de espécies lenhosas em diferentes habitats tropicais. Sete geoambientes foram identificados no PECG: 1) Tabuleiros Elevados com Cerrado sensu stricto sobre Neossolos Quartzarênicos, 2) Tabuleiros e Encostas Dissecadas em Campo Cerrado sobre Solos Cascalhentos, 3) Topos e Encostas com Campo Rupestre de Vellozia sobre Afloramentos Rochosos e Neossolos Litólicos, 4) Encostas com Cerrado Rupestre em Neossolos Litólicos, 5) Depressões e Áreas Aluviais com Campos Brejosos ou Formações Ciliares em Solos Hidromórficos, 6) Encostas e Vertentes Íngremes com Arbustais sobre Solos Cascalhentos e 7) Encostas e Sopés da Serra com Mata Seca em Solos Profundos. A descrição de cada geoambiente resultou em uma compilação de informações a respeito da vegetação e fatores abióticos (solo e relevo) da área, evidenciando a singularidade e diversidade geoambiental. Os habitats florestais foram, em geral, mais ricos em nutrientes do que os habitats de formação aberta. Além disso, as variáveis do solo apresentaram efeitos sobre a estrutura e diversidade de espécies, sendo este efeito mais marcado nas formações abertas do que nas florestais. Os habitats foram estruturalmente distintos, enquanto a diversidade comportou-se de maneira diferenciada entre as comunidades abertas e florestais, com maior diferenciação entre os habitats de formação aberta. Com relação à distribuição de espécies, grande parte das espécies indicadoras (73%) responderam, claramente, aos gradientes edáficos (textura e fertilidade), contudo, os gradientes edáficos não explicaram a distribuição de algumas espécies (27%). Concluindo, podemos afirmar que: (i) as características pedo-geomorfológicas e fitofisionômicas foram os principais

diferenciadores dos geoambientes na Serra Geral - PEGG. O parque possui um amplo mosaico ambiental em condições ecotonais, com extensas áreas de Cerrado no topo da Serra e formações florestais nas encostas e sopés. As singularidades de relevo, solo e vegetação foram evidenciadas para cada unidade geoambiental. Desse modo, os resultados obtidos podem ser utilizados para gerar subsídios para o planejamento ambiental da Unidade de Conservação; (ii) a textura e os nutrientes do solo possuem efeitos independentes na estrutura e diversidade dos habitats tropicais. Variações nos parâmetros vegetacionais, estrutura e diversidade, entre os habitats abertos são significativas, com controle marcante do solo. Enquanto que os habitats florestais foram estruturalmente distintos, sem diferenças significativas nos parâmetros de diversidade, apresentando estreita relação com fatores edáficos; (iii) gradientes edáficos, em grande parte, regulam a distribuição das espécies vegetais em habitats tropicais. Os padrões de probabilidade de ocorrência nem sempre foram semelhantes entre as espécies em um mesmo habitat. Entretanto, a resposta unimodal foi, no geral, a mais encontrada. Outros fatores não investigados podem possuir efeito em algumas espécies estudadas, no qual não apresentaram respostas em relação aos gradientes edáficos.

ABSTRACT

RODRIGUES, Priscyla Maria Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2015. **Geoenvironments and soil-vegetation at the Caminho dos Gerais State Park, Serra Geral, northern MG.** Adviser: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer. Co-Advisers: Andreza Viana Neri and Walnir Gomes Ferreira Júnior.

This thesis is configured as a research about the geoenvironments and soil-vegetation relationship of one ecotone landscape of the Serra Geral, Caminho dos Gerais State Park (PECG), in the extreme north of Minas Gerais, where knowledge on ecosystems is still incipient. Three general objectives were detached: (i) identify, characterize and map the geoenvironmental units that compose the landscape of the Serra Geral, the PECG; (ii) determine whether the soil characteristics (physical and chemical) affect the structure and diversity of different plant communities; and (iii) evaluate the importance of soil factors (physical and chemical) in the distribution of woody species in different habitats tropical. Seven different geoenvironments were identified within the State Park limits: 1) High Tablelands with Cerrado sensu stricto on Quartzarenic Neosols, 2) High Tablelands and Dissected Slopes with Campo Cerrado on Gravelly Soils, 3) Summits and Slopes with Campo Rupestre of Vellozia on Shallow Soils, 4) Slopes with Cerrado Rupestre on Lithosols, 5) Lowlands and Alluvial soils with Hydromorphic Campos Brejosos, 6) Steepy Slopes with Shrubs on Shallow Soils and 7) Slopes and Foothills with Dry Forest on Deep Soils. The description of each geoenvironment resulted in a compilation of information about vegetation and abiotic factors (soil and landform) of the area showing the singularity and geoenvironmental diversity. The relationship between open and forest habitats with soil obtained interesting results. The forest habitats were, generally, richer in nutrients than open habitats. In addition, soil variables showed effects on the structure and diversity of species, which is more marked effect in the open than in the forest formations. The habitats were structurally distinct, while the diversity behaved differently between open and forest communities, with greater differentiation between the open habitats. Regarding the distribution of species, most species (73%) responded clearly to edaphic gradients (texture and fertility), however, the edaphic gradients did not explain the distribution of some species (27%). In conclusion, we can state that: (i) the pedo-geomorphological features and phytophysionomic were the key differentiators of Geoenvironments in the Serra Geral – PECG. The park has a large environmental mosaic, with large areas of Cerrado in the

top of the mountain and forest formations on the slopes and footslopes. The singularities of landform, soil and vegetation were observed for each geoenvironmental unit. Thus, the results obtained can be used to help set up conservation policies and sound management plan; (ii) the texture and soil nutrients have independent effects on the structure and diversity of tropical habitats. Changes in vegetation parameters, structure and diversity, between open habitats are significant, with remarkable control soil. While forest habitats were structurally distinct, with no significant differences in diversity parameters, showing close relationship with soil factors; (iii) edaphic gradients, largely, regulate the distribution of plant species in tropical habitats. The probabilities of occurrence were not always similar between species in the same habitat. However, the unimodal response was, overall, the most commonly found. Other factors not investigated may have effect on some species studied, which did not respond in relation to edaphic gradients.

I. INTRODUÇÃO GERAL

Entre os ecossistemas de plantas terrestres, os sistemas tropicais são os mais diversos, produtivos e, ao mesmo tempo, vulneráveis a mudanças no uso da terra (Sala et al. 2000). O Brasil possui grande evidência por abrigar cerca de 20% da flora mundial, tornando-se a região de maior biodiversidade do mundo (Giulietti et al. 2005). Contudo, uma grande porcentagem de espécies vegetais está ameaçada pela perda de hábitat e/ou degradação, superexploração, invasões biológicas, poluição, industrialização e aceleradas mudanças climáticas (Pitman & Jorgensen 2002). Perante esse fato, a conservação da biodiversidade representa um quadro complexo e dinâmico, e as Unidades de Conservação (UCs) são consideradas de extrema importância no que tange este aspecto (Lovejoy 2006). Para um planejamento ambiental adequado, as UCs devem ser bem conhecidas em relação ao meio físico e biológico, a fim de permitir que atividades desenvolvidas dentro destas unidades possam ser bem executadas e com menores riscos ao meio ambiente (Dias 2000).

Várias unidades geoambientais podem ser encontradas em uma UC, variando com a heterogeneidade apresentada na área (Dias 2000). A estratificação ambiental é o recurso utilizado para tal caracterização, na qual representa um conjunto de técnicas que visam compartimentar ambientes homogêneos, resultando na identificação dos geoambientes (Moreira et al. 2005). O geoambiente, portanto, pode ser definido como uma extensão territorial que apresenta homogeneidade com relação a determinados fatores ambientais de interesse ou a maioria deles (Dias et al. 2002). Sendo assim, estudos geoambientais são bases fortalecedoras para o planejamento ambiental, no qual possuem grande contribuição para o conhecimento e caracterização das áreas avaliadas (Calderano Filho et al. 2013). É importante ressaltar que o solo é um notável estratificador da paisagem, pois influencia veementemente na organização dos ecossistemas devido às suas interações com o substrato rochoso, água, clima e vegetação (Resende et al. 2005).

A paisagem é caracterizada pelas principais causas e conseqüências da heterogeneidade espacial (Wiens et al. 1993; Forman 1995). Esforços para entender a distribuição da vegetação em escala local têm levado a formulação de princípios gerais, entre os mais difundidos pode-se citar a influência dos gradientes ambientais (Blois et al. 2002). Normalmente, mudanças na composição de espécies ao longo de gradientes ambientais estão relacionadas com os processos de nicho: competição interespecífica e filtros ambientais (Cornwell et al. 2006; Coyle et al. 2014; Freitas et al. 2014). Em

ambos os casos, sugere-se uma seleção direta de ambientes pelas espécies mais tolerantes ou mais dominantes competitivamente (Moeller et al. 2014), propiciando o turnover de espécies. Em escala local e regional, os gradientes edáficos são considerados os principais determinantes das espécies vegetais (Schaefer et al. 2012; Neri et al. 2013). Contudo, vários resultados têm sido encontrados com relação aos gradientes edáficos, e diferentes respostas precisam ser consideradas (Tuomisto et al. 2014).

Uma grande variedade de relações edáficas e vegetacionais, portanto, atua em uma determinada paisagem, formando ampla cadeia de interações pedoecológicas (Schaefer et al. 2012). As características químicas e físicas do solo têm sido citadas como importantes fatores abióticos para a distribuição da vegetação em ambientes tropicais (Baruch 2005; Saporetti-Junior et al. 2012; Schaefer et al. 2012; Dantas & Batalha 2011; Messias et al. 2013; Neri et al. 2013; Rodrigues et al. 2013; Veloso et al. 2014). É também sabido que variações edáficas determinam a estrutura e composição das comunidades vegetais nos trópicos (Peña-Claros et al. 2012; Freitas et al. 2014). Sendo assim, a distribuição, estrutura e composição das espécies podem variar ao longo de gradientes pedológico-vegetacionais. A relação solo-vegetação possui inúmeras questões bastante complexas e ainda sem respostas (Neri et al. 2013), principalmente em áreas ecotonais. De tal modo, pesquisas com abordagem sobre este tema (solo x vegetação) requerem investigações mais aprofundadas (El-Ghani & Amer 2003; Hou & Fu 2014), em razão da grande riqueza de inter-relações possíveis entre estes dois aspectos (Schaefer et al. 2012).

Ecótonos são áreas de transição entre comunidades ecológicas, no qual existem sempre, ou pelo menos na maioria das vezes, comunidades indiferenciadas, onde as floras se interpenetram, constituindo as transições florísticas ou contatos edáficos (Cestaro & Soares 2004; Kark & Van Rensburg 2006; IBGE 2012; Anádon et al. 2014). Estas áreas possuem, normalmente, nítidos gradientes ambientais, alta diversidade biológica, grande quantidade de espécies raras, e amplo interesse sócio-ecológico (Kark & Van Rensburg 2006). Atualmente, é sugerido que áreas ecotonais devem ser priorizadas para conservação, visto que uma estratégia para conservar a quantidade máxima de variação adaptativa é preservar populações que ocorrem ao longo de gradientes ambientais, preservando, assim, uma gama completa de populações através dos habitats, bem como as características únicas dessas populações (Smith et al. 2001). O norte de Minas Gerais é considerado uma região ecotonal, pois é caracterizado pela transição entre os domínios fitogeográficos da Caatinga em sua parte norte, Cerrado

pela parte oeste, e Mata Atlântica pela parte leste (Brandão 2000; Drummond et al. 2005; Arruda et al. 2013).

Entre os Parques Estaduais situados no norte de Minas Gerais, o Parque Estadual Caminho dos Gerais (PECG) possui destaque devido a sua grande área territorial, importância hidrológica, e diversidade cultural, ambiental e ecológica. Esta UC encontra-se inserida na Serra Geral, constituindo um bloco isolado de rochas sedimentares em meio à depressão da Serra do Espinhaço. A vegetação predominante é composta por formações abertas, ou cerrados, e por formações florestais, formando um verdadeiro mosaico ambiental. Apesar de toda sua importância, pouco conhecimento científico existe em relação aos fatores abióticos e bióticos desta área (Drummond et al. 2005). Sendo assim, o PECG foi a área selecionada para realização deste estudo, onde a busca por uma maior compreensão da paisagem da Serra Geral foi o grande intuito, gerando conhecimentos para um maior planejamento conservacionista da unidade e elaboração do plano de manejo.

O âmago desta tese é uma abordagem relacionada aos aspectos geoambientais do PECG e seus principais estratificadores (solo, relevo e vegetação), os efeitos do solo na estrutura e diversidade de espécies lenhosas, e os padrões de distribuição das espécies lenhosas em resposta a gradiente edáficos. Os objetivos gerais foram: (i) identificar, caracterizar e mapear as unidades geoambientais que compõem a paisagem da Serra Geral, no PECG; (ii) verificar se características do solo (físicas e químicas) afetam a estrutura e diversidade das diferentes comunidades vegetais; e (iii) avaliar a importância dos fatores edáficos (físicos e químicos) na distribuição de espécies lenhosas nos diferentes habitats tropicais.

Para melhor clareza e entendimento dos objetivos propostos, a presente tese foi organizada em três capítulos subsequentes:

- Capítulo 1. Solos, relevo e vegetação determinam os geoambientes do Parque Estadual Caminho dos Gerais, norte de Minas Gerais, Brasil;
- Capítulo 2. Influência do solo na estrutura e diversidade de espécies lenhosas em diferentes habitats tropicais em uma região ecotonal no sudeste do Brasil;
- Capítulo 3. Efeitos das condições edáficas sobre a distribuição de espécies lenhosas em diferentes habitats tropicais;

II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anadón, J. D.; Sala, O. E.; Maestre, F. T. 2014. Climate change will increase savannas at the expense of forests and treeless vegetation in tropical and subtropical Americas. **Journal of Ecology** **102**(6): 1363-1373.
- Arruda, D. M.; Ferreira-Júnior, W. G.; Duque-Brasil, R.; Schaefer, C. E. R. 2013. Phytogeographical patterns of dry forests sensu stricto in northern Minas Gerais State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **85**(2): 623-634.
- Baruch, Z. 2005. Vegetation–environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. **Flora** **200**(1): 49-64.
- Blois, S.; Domon, G.; Bouchard, A. 2002. Landscape issues in plant ecology. **Ecography** **25**(2): 244–256.
- Brandão, M. 2000. Caatinga. In: Mendonça, M. P.; Lins, L. V. (orgs.). **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas/ Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, Belo Horizonte. pp. 75-85.
- Calderano Filho, B.; Guerra, A. J. T.; Calderano, S. B. 2013. Diagnóstico geoambiental da microbacia do Córrego Fonseca, para fins de planejamento em paisagens rurais montanhosas. **Geografia** **22**(2): 117-138.
- Cestaro, L. A.; Soares, J. J. 2004. Variações florísticas estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **18**(2): 203-218.
- Cornwell, W. K.; Schwillk, D. W.; Ackerly, D. D. 2006. A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume **Ecology** **87**(6): 1465-1471.
- Coyle, J. R.; Halliday, F. W.; Lopez, B. E.; Palmquist, K. A.; Wilfahrt, P. A.; Hurlbert, A. H. 2014. Using trait and phylogenetic diversity to evaluate the generality of the stress-dominance hypothesis in eastern North American tree communities. **Ecography** **37**(9): 814-826.
- Dantas, V. L.; Batalha, M. A. 2011. Vegetation structure: fine scale relationships with soil in a cerrado site. **Flora** **206**(4): 341-346.
- Dias, H. C. T. 2000. **Geoambientes e pedogênese do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte (MG)**. Tese de doutorado, Viçosa, UFV. 76p.
- Dias, H. C. T.; Fernandes Filho, E. I.; Schaefer, C. E. G. R.; Fontes, L. E. F.; Ventorin, L. B. 2002. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. **Revista Árvore** **26**(6): 777-786.

- Drummond, G. M.; Martins, C. S.; Machado, A. B. M.; Sebaio, F. A.; Antonini, Y. 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2 ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 222p.
- El-Ghani, M. M. A.; Amer, W. M. 2003. Soil-vegetation relationships in coastal desert plain of southern Sinai, Egypt. **Journal of Arid Environments** 55(4): 607–628.
- Forman, R. T. T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. **Landscape Ecology** 10(3): 133-142. **Plant Ecology** 215(10): 1173-1185.
- Freitas, C. G.; Dambros, C. S.; Eiserhardt, W. L.; Costa, F. R. C.; Svenning, J-C.; Balslev, H. 2014. Phylogenetic structure of a palm community in the central Amazon: changes along a hydro-edaphic gradient.
- Giulietti, A. M.; Harley, R. M.; Queiroz, L. P.; Wanderley, M. G. L.; Van den Berg, C. 2005. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade** 1(1): 52-61.
- Hou, J.; Fu, B. 2014. Research on the relationship between vegetation and soil resource patterns on lands abandoned at different times. **Catena** 115: 1-10.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2. ed. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 276 p.
- Kark, S. & Van Rensburg, B.J. 2006. Ecotones: marginal or central areas of transition? **Israel Journal of Ecology & Evolution** 52(1): 29-53.
- Lovejoy, T. E. 2006. Protected areas: a prism for a changing world. **TRENDS in Ecology and Evolution** 21(6): 329-333.
- Messias, M. C. T. B.; Leite, M. G. P.; Meira Neto, J. A. A.; Kozovits, A. R.; Tavares, R. 2013. Soil-vegetation relationship in quartzitic and ferruginous Brazilian rocky outcrops. **Folia Geobotanica** 48(4): 509-521.
- Moeller, H.V.; Peay, K. G.; Fukami, T. 2014. Ectomycorrhizal fungal traits reflect environmental conditions along a coastal California edaphic gradient. **FEMS Microbiology Ecology** 87(3): 797-806.
- Moreira, G. F.; Oliveira, F. S.; França, M. M.; Souza, E.; Faria, A. L. L. 2005. Estratificação ambiental numa topossequência no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro – MG. **Caderno de Geografia** 15(24): 78-95.
- Neri, A. V.; Schaefer, C. E. G. R.; Souza, A. L.; Ferreira-Junior, W. G.; Meira Neto, J. A. A. 2013. Pedology and plant physiognomies in the cerrado, Brazil. **Anais da**

Academia Brasileira de Ciências 85(1): 87-102.

- Peña-Claros, M.; Poorter, L.; Alarcón, A.; Blate, G.; Choque, U.; Fredericksen, T. S. et al. 2012. Soil effects on forest structure and diversity in a moist and a dry tropical forest. **Biotropica** 44(3): 276-283.
- Pitman, N. C. A.; Jørgensen, P. M. 2002. Estimating the size of the world's threatened flora. **Science** 298(5595): 989.
- Resende, M., Curi, N., Ker, J. C., Rezende, S. B. 2005. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretações e aplicações**. Editora UFLA, Lavras. 192p.
- Rodrigues, P. M. S.; Martins, S. V.; Neri, A. V.; Nunes, Y. R. F.; Magnago, L. F. S. 2013. Riqueza e estrutura do componente arbóreo e características edáficas de um gradiente de floresta ciliar em Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore** 37(6): 1011-1023.
- Sala, O. E.; Chapin, F. S.; Armesto, J. J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Dirzo, R. et al. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science** 287(5459): 1770-1774.
- Saporetti-Junior, A. W.; Schaefer, C. E. G. R.; Souza, A. L.; Soares, M. P.; Araújo, D. S. D.; Meira Neto, J. A. A. 2012. Influence of soil physical properties on plants of the Mussununga ecosystem, Brazil. **Folia Geobotanica** 47(1): 29-39.
- Schaefer, C. E. G. R.; Mendonça, B. A. F.; Ferreira Júnior, W. G.; Valente, E. L.; Corrêa, G. R. 2012. Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: fatores edáficos e florística. In: Martins, S. V. (ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2 ed. Editora UFV, Viçosa. pp. 252-293.
- Smith, T. B.; Kark, S.; Schneider, C. J.; Wayne, R. K.; Moritz, C. 2001. Biodiversity hotspots and beyond: the need for preserving environmental transitions. **Trends in Ecology & Evolution** 16: 431.
- Tuomisto, H.; Zuquim, G.; Cárdenas, G. 2014. Species richness and diversity along edaphic and climatic gradients in Amazonia. **Ecography** 37(11): 1034-1046.
- Veloso, M. D. M.; Nunes, Y. R. F.; Azevedo, I. F. P.; Rodrigues, P. M. S.; Fernandes, L. A.; Santos, R. M.; Fernandes, G. W.; Pereira, J. A. A. 2014. Floristic and structural variations of the arboreal community in relation to soil properties in the Pandeiros river riparian forest, Minas Gerais, Brazil. **Interciencia** 39(9): 628-636.
- Wiens, J. A.; Stenseth, N. C.; Horne, B. V.; Ims, R. A. 1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. **Oikos** 66(3): 369-380.

III. CAPÍTULO I

SOLOS, RELEVO E VEGETAÇÃO DETERMINAM OS GEOAMBIENTES DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL

RESUMO - Para nortear o planejamento e a gestão das unidades de conservação de forma coerente e eficiente, um sólido conhecimento sobre os vários estratos ou geoambientes é imprescindível. No presente estudo foram identificadas, caracterizadas e mapeadas as unidades geoambientais do Parque Estadual Caminho dos Gerais (PECG), situado no sudeste do Brasil, como subsídio para o planejamento ambiental da Unidade de Conservação. Para estratificação dos geoambientes foram avaliados os aspectos pedológicos, geomorfológicos e as formações vegetacionais. Foram descritos e coletados dez perfis de solos nas diferentes fitofisionomias do parque. Seis parcelas (20 x 20 m), em cada fitofisionomia, foram plotadas para amostragem florística das espécies arbustiva-arbóreas. Sete geoambientes foram identificados, sendo que o parque possui um amplo mosaico ambiental em condições ecotonais, com extensas áreas de Cerrado no topo da Serra e formações florestais nas encostas e sopés. Dois geoambientes constituem os setores mais elevados da Serra Geral. As Florestas Estacionais Deciduais das bordas da Serra Geral possuem forte associação com solos mais ricos em nutrientes. Entretanto, os solos do sopé, adjacentes à escarpa da Serra, são distróficos e transicionais. Este estudo evidencia a singularidade de cada geoambiente, subsidiando o planejamento para conservação e elaboração do plano de manejo.

Palavras-chave: ecótono, relação solo-vegetação, paisagem

Introdução

Com a ausência de estratégias de conservação eficazes, em poucos anos, grande parte da biodiversidade tropical poderá entrar em extinção, já que muitas espécies são consideradas ameaçadas (Pimm et al. 1995; Chapin III et al. 1998; Meyers et al. 2000; Bruner et al. 2001). Além disso, para cada 10.000 espécies que se extinguem, somente uma nova espécie evolui (Chapin III et al. 1998). Assim, a perda de biodiversidade é muito superior ao aparecimento de novas espécies. Na tentativa de assegurar a proteção dos habitats ameaçados e diversidade de seres vivos em áreas tropicais, as Unidades de Conservação (UCs) são consideradas cada vez mais importantes, pois funcionam como refúgios para espécies da flora e fauna e mantêm os processos dos ecossistemas naturais (Bruner et al. 2001; Laurance et al. 2012).

Uma UC, seja ela de uso sustentável ou de proteção integral, pode abrigar diversas unidades geoambientais (Brandão et al. 2010; Dias et al. 2002). Os geoambientes compreendem o ambiente geográfico cuja extensão territorial apresenta homogeneidade com relação a determinados fatores ambientais (bióticos e abióticos) de interesse (Dias et al. 2002). Para nortear o planejamento e a gestão das UCs de forma coerente e eficiente, o bom conhecimento sobre os vários estratos ou geoambientes torna-se, portanto, imprescindível (Dias et al. 2002). Deste modo, as inúmeras interações entre os fatores ambientais e as respectivas respostas das espécies resultam em notável heterogeneidade ambiental, que determina a formação de um mosaico de habitats (Machado et al. 2008).

A região Norte de Minas Gerais é marcada pela transição entre os domínios fitogeográficos do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, sendo, portanto, considerada como área de tensão ecológica (Ab'Sáber 2012). Esta região integra a área de abrangência oficial do semi-árido brasileiro (Brasil 2005), com algumas características climáticas extremas, como: altas taxas de evapotranspiração potencial, radiação solar e temperatura média anual, e baixas taxas de nebulosidade, precipitação e umidade relativa do ar (Reis 1976). A área total da Mesorregião do Norte de Minas Gerais corresponde aproximadamente a 120.000 km² (20,7% da área do Estado), dos quais apenas 2.990 km² (aproximadamente 2,5 %) estão protegidos por UCs (Espírito-Santo et al. 2009). Entre os parques estaduais da região destaca-se o Caminho dos Gerais, inserido na Serra Geral, como o detentor de maior área territorial, com 56.237,37 ha, de acordo com Decreto Estadual de 28 de março de 2007.

Do ponto de vista ecológico, a Serra Geral é uma entidade única no norte de

Minas Gerais, pois representa uma verdadeira meseta isolada e aplainada de rochas sedimentares pré-cambrianas, principalmente arenitos. Essas rochas não possuem relação com as rochas Proterozóicas da Serra do Espinhaço, situadas poucos quilômetros a leste e separadas pela depressão N/S Espinosa-Mato Verde. Refletindo sobre os grupos humanos, esta região possui variadas comunidades tradicionais, como os descendentes africanos (quilombolas), os habitantes das vazantes dos rios (vazanteiros) e grupos especializados na utilização dos recursos naturais do cerrado (geraizeiros) e das matas secas (caatingueiros) (Costa 2006), o que reforça a grande diversidade sócio-cultural regional.

Este estudo teve como objetivo identificar, caracterizar e mapear as unidades geoambientais que compõem a paisagem da Serra Geral, no Parque Estadual Caminho dos Gerais, visando contribuir para a ampliação do conhecimento sobre os ecossistemas do Norte de Minas Gerais e gerar subsídios para o planejamento ambiental da UC, revelando sua importância estratégica para a proteção dos recursos naturais

Material e Métodos

Área de estudo

O trabalho foi realizado no Parque Estadual Caminho dos Gerais (PECG), uma unidade de conservação de proteção integral, criada no ano de 2007, sob a responsabilidade do Instituto Estadual de Florestas (IEF 2007). O PECG está situado na Serra Geral, bloco isolado de rochas sedimentares em meio à depressão da Serra do Espinhaço. Possui uma área de 56,3 mil hectares e está inserido nos municípios de Gameleiras, Espinosa, Mamonas e Monte Azul (Figura 1), entre as coordenadas 14°48' S - 43°06'W e 15°18' S -42°50'W (IEF 2007). Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima predominante na região é o BSw, semi-árido, tipo estepe, com chuva no verão (Antunes 1994). A precipitação anual, normalmente, é inferior a 750 mm (Antunes, 1994), com um período chuvoso que se estende de outubro a março, e um período seco, de abril a setembro (INMET 2013). A temperatura média mensal varia de cerca de 27,5°C, no verão, a 23°C, no inverno (INMET 2013).

A Serra Geral, onde se insere o referido Parque, obteve destaque no Atlas de Biodiversidade de Minas Gerais (Drummond et al. 2005) por possuir diversas áreas que foram consideradas de “especial” a “extrema” importância biológica para diversos grupos biológicos. Em relação ao meio físico, a região da Serra Geral possui alta importância hidrológica, por constituir uma área elevada de recarga hídrica nos topos,

servindo para abastecer muitas comunidades localizadas na depressão em torno da Serra (municípios de Gameleiras, Espinosa, Mamonas, Monte Azul e diversas comunidades locais). Possui relevo de superfície tabular elevada, modelada em rochas do Proterozóico (Pré-Cambriano Médio e Superior), sendo considerada área prioritária para conservação (Drummond et al. 2005) por possuir fatores abióticos singulares.

Devido à sua natureza ecotonal, a paisagem da Serra Geral é constituída por um mosaico de formações vegetais. Este mosaico vegetacional é composto por diferentes fitofisionomias de Cerrado, Florestas Decíduas e Florestas Semidecíduas, formando uma paisagem complexa, que se distribui em diferentes tipos de solo e relevo. Segundo os dados da SUDENE, os municípios de Monte Azul e Espinosa são caracterizados por possuírem grande área de Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos Eutróficos e Neossolos Litólicos Eutróficos (Antunes 1994). A expansão da pecuária, agricultura e plantação de eucalipto, sem o devido cuidado com a conservação dos recursos naturais, gerou forte pressão sobre o ambiente natural, sobretudo nas áreas de chapadas (IEF 2007), anteriormente à implementação da UC. A maior parte da área de entorno do PECO é ocupada por pastagens em fazendas voltadas para a produção de gado de corte ou pequena produção agrícola.

Estratificação das unidades geoambientais

A estratificação da paisagem em unidades geoambientais foi realizada a partir da avaliação integrada, principalmente, dos aspectos pedológicos e geomorfológicos e suas respectivas fisionomias da vegetação (adaptado de Tricart e Kiewietdejonge 1992; Schaefer 1997). Outro aspecto importante da abordagem geoambiental adotada é que ela permite identificar e mapear geoambientes que possuem padrões característicos de assinatura espectral na imagem RapidEye, facilitando seu reconhecimento e checagem de campo. Assim, foram agrupadas, numa mesma denominação, áreas com características similares em relação aos atributos avaliados, sendo identificadas e descritas as características ecogeográficas observadas. Para este fim, foram utilizadas seis imagens Rapideye do PECO, adquiridas em 27/04/2010 e fornecidas pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), com as devidas correções radiométricas e geométricas. As imagens Rapideye possuem resolução espacial de 5 m, sendo compostas pelas bandas azul (440 – 510 μm), verde (520 – 590 μm), vermelho (630 – 685 μm), red-edge 690 – 730 μm e infravermelho próximo (760 – 850 μm) (Felix et al. 2009).

Coleta, análise e classificação dos solos

Com base nos padrões identificados nas imagens e nas características gerais da paisagem, foram amostrados 10 perfis de solos em áreas representativas das unidades geoambientais do PEGG (Tabela 1). Assim, em cada fitofisionomia foram coletados pelo menos um perfil de solos. Os perfis de solos foram coletados e descritos até o quarto nível categórico segundo Embrapa (2013) e IBGE (2007). Em seguida, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). A cor dos solos foi determinada em amostras secas e úmidas, utilizando-se a caderneta de Munsell (Munsell 1994).

Amostras de TFSA foram submetidas às seguintes análises físicas e químicas de acordo com Embrapa (2011): pH em água e KCl; Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis (extraídos com KCl 1 mol/L); P, Na, K, Fe, Zn, Mn e Cu disponíveis (extraídos com Mehlich-1); acidez extraível ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) (extraída com acetato de cálcio 1 N, pH 7,0); Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu determinados por espectrometria de absorção atômica; e o teor de matéria orgânica (MO), estimado pela equação: $\text{MO} = \text{Carbono Orgânico} \times 1,724$ (Walkley-Black). A granulometria dos solos foi obtida por dispersão com NaOH 0,1 mol/l, segundo o método da pipeta (Embrapa, 2011).

Tabela 1. Perfis de solos e coordenadas geográficas (UTM zona 23) amostrados no Parque Estadual Caminho dos Gerais, norte de Minas Gerais, Brasil.

Perfil	Solo	Coordenadas (UTM)	
		E	N
1	Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico	713244	8343204
2	Organossolo Háplico Sáprico térreo	712762	8344269
3	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico	711347	8331388
4	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário	709362	8339117
5	Neossolo Quartzarênico Órtico léptico	707606	8354146
6	Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico	706926	8354422
7	Argissolo Amarelo Distrófico típico	705208	8354194
8	Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico	711009	8357935
9	Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico	715675	8314685
10	Neossolo Regolítico Distrófico típico	713148	8340484

Florística

O levantamento da vegetação foi conduzido em seis parcelas (20 x 20 m = 400 m²) em cada geoambiente, sendo amostrados os geoambientes que apresentaram mais de um tipo de solo. Nas fitosionomias florestais, todos os indivíduos arbóreo-arbustivos com diâmetro à altura do peito (DAP; 1,30 m acima do solo) $\geq$ 5 cm foram inventariados, e para as fitofisionomias abertas (referentes ao Cerrado), o critério de inclusão foi diâmetro à altura do solo (DAS) $\geq$ 3 cm. A identificação das espécies foi realizada in loco e com o auxílio de especialistas. A nomenclatura das espécies e autores foi padronizada de acordo a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2014).

Resultados

As características pedo-geomorfológicas e fitofisionômicas, distinguidas por imagens de satélites e visitas de campo, foram os principais diferenciadores dos geoambientes na Serra Geral. No PEGG foram identificados sete geoambientes com singularidades de relevo, solo e vegetação (Figura 1), conforme segue: 1) Tabuleiros Elevados com Cerrado sensu stricto sobre Neossolos Quartzarênicos, 2) Tabuleiros e Encostas Dissecadas em Campo Cerrado sobre solos Cascalhentos, 3) Topos e Encostas com Campo Rupestre de Vellozia sobre Afloramentos Rochosos e Neossolos Litólicos, 4) Encosta com Cerrado Rupestre em Neossolos Litólicos, 5) Depressões e Áreas Aluviais com Campos Brejosos ou Formações Ciliares em Solos Hidromórficos, 6) Encostas e Vertentes Íngremes com Arbustais sobre Solos Rasos e Cascalhentos, e por último, 7) Encostas e Sopés da Serra com Mata Seca em Solos Profundos. As descrições pormenorizadas das unidades geoambientais são apresentadas a seguir e encontram-se resumidas na Tabela 2.

Tabuleiros Elevados com Cerrado sensu stricto sobre Neossolos Quartzarênicos

Este geoambiente representa os topos aplainados da Serra Geral, associados a solos profundos e excessivamente drenados, constituindo residuais tabulares em forma de chapada, atualmente em processo de dissecação e erosão a partir das bordas da serra. O solo representativo deste geoambiente é o Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico, considerando-se seu teor de argila de 15% (Perfil 1, Tabela 3). Além de profundo, este solo apresenta distribuição uniforme nos horizontes do perfil e baixo conteúdo de silte em relação à argila (Tabela 3). A textura sofre variação de areia-franca nos horizontes A, BA e Bw1 a franco-arenosa no horizonte mais profundo. Do ponto de vista químico,

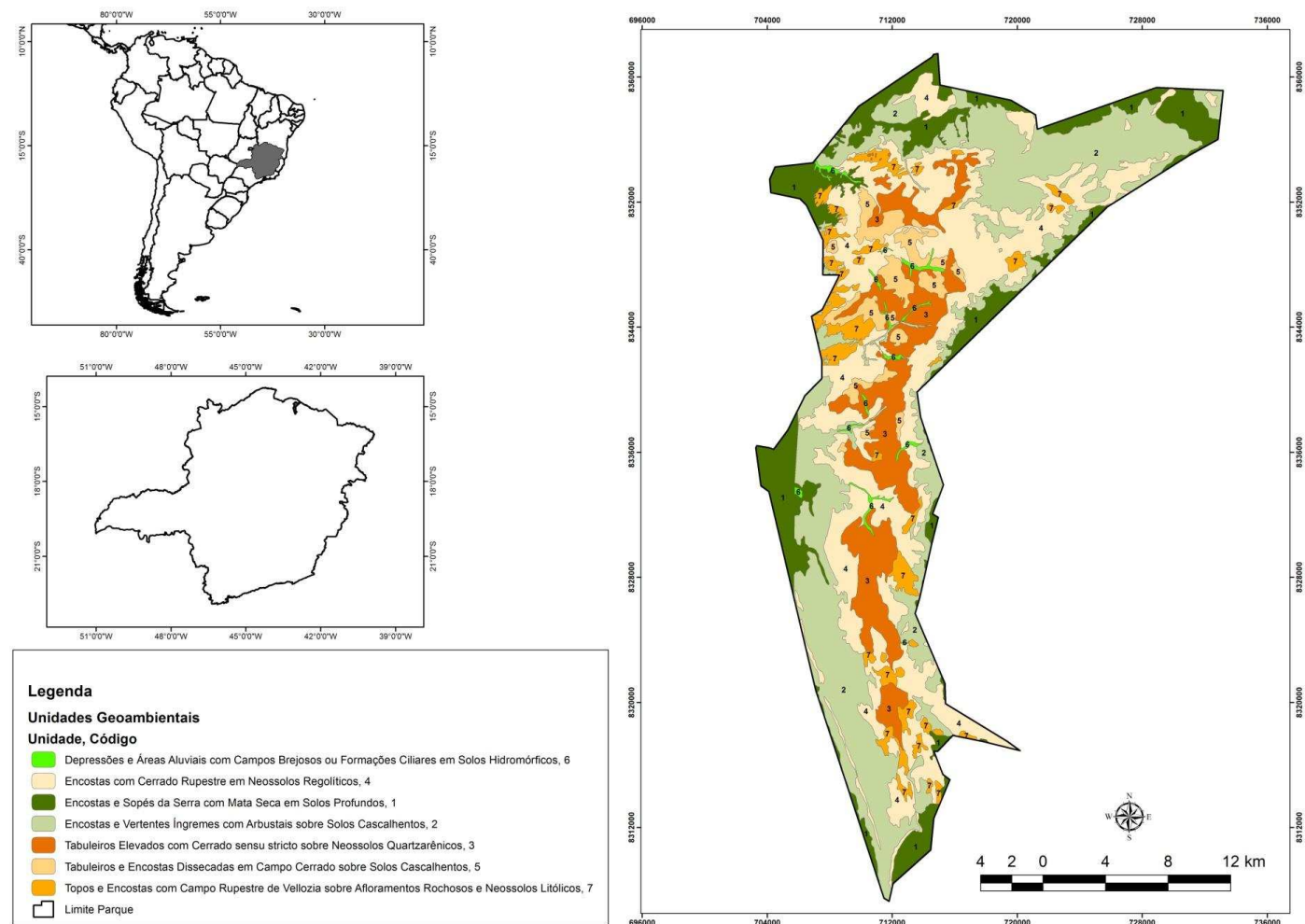


Figura 1. Geoambientes do Parque Estadual Caminho dos Gerais, norte de Minas Gerais, Brasil.

Tabela 2. Principais características dos geoambientes do Parque Estadual Caminho dos Gerais, norte de Minas Gerais, Brasil.

Unidade Geoambiental	Solo	Relevo	Vegetação	Área (%)
Tabuleiros Elevados com Cerrado sensu stricto sobre Neossolos Quartzarênicos	Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico	Plano (Altitude 1080 m)	Cerrado stricto sensu	11,68
Tabuleiros e Encostas Dissecadas em Campo Cerrado sobre Solos Cascalhentos	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico	Forte ondulado (Altitude 1062)	Campo cerrado	4,29
Topos e Encostas com Campo Rupestre de Vellozia sobre Afloramentos Rochosos e Neossolos Litólicos	Neossolo Litólico Distrófico fragmentário	Forte ondulado (Altitude 1007 m)	Campo rupestre	28,74
Encostas com Cerrado Rupestre em Neossolos Regolíticos	Neossolo Regolítico Distrófico típico	Forte ondulado (Altitude 1012 m)	Cerrado rupestre	5,52
Depressões e Áreas Aluviais com Campos Brejosos ou Formações Ciliares em Solos Hidromórficos	Organossolo Háplico Sáprico terrico e Neossolo Quartzarênico Órtico léptico	Plano (Altitude 966 m)	Floresta Estacional Semidecidual e campo brejoso	0,72
Encostas e Vertentes Íngremes com Arbustais sobre Solos Cascalhentos	Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico	Montanhoso (Altitude 898 m)	Arbustal	33,05
Encostas e Sopés da Serra com Mata Seca em Solos Profundos	Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico, Argissolo Amarelo Distrófico típico e Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico	Plano a montanhoso (Altitude 727 m)	Floresta Estacional Decidual	16

o solo é distrófico, ácido, com menores teores de P disponível, quando comparado aos demais perfis, e teor nulo de Na^+ (Tabela 4). Este solo profundo representa uma relíquia paleoclimática, pois o clima atual, de tendência semi-árida, não favorece sua formação.

A vegetação deste ambiente é também relíquia, caracterizada pelo Cerrado sensu stricto, diferenciado em dois estratos bem definidos: 1) estrato inferior, composto por uma camada descontínua de gramíneas e espécies subarbustivas; 2) estrato superior, composto por espécies arbóreo-arbustivas, que variam entre 0,3 a 7 m de altura, sendo representado, principalmente, por indivíduos entre 1,7 a 3 m. Destaca-se uma vegetação lenhosa densa, com troncos tortuosos e ramos retorcidos e irregulares. Dentre as árvores e arbustos que caracterizam esta fisionomia estão: *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne, *Copaifera arenicola* (Ducke) J.Costa & L.P.Queiroz, *Dalbergia miscolobium* Benth., *Brosimum gaudichaudii* Trécul, *Diospyros hispida* A.DC., *Aspidosperma macrocarpon* Mart. e *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.

Tabuleiros e Encostas Dissecadas em Campo Cerrado sobre Solos Cascalhentos

Em contraste ao geoambiente anterior, esta área representa uma porção dos topos aplainados ou residuais tabulares, mais ou menos externos, para as encostas serranas, sendo comuns relevos mais dissecados e ondulados, com feições erosivas mais marcantes. Os solos são cascalhentos e rasos (Cambissolos), mas são igualmente desenvolvidos como os Neossolos Quartzarênicos, mencionados anteriormente. O perfil (Perfil 3, Tabela 2) foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, sendo considerado profundo, com textura argilosa e muito cascalhento no horizonte 2Bi (Tabela 3). Adicionalmente, este solo é caracterizado pela baixa fertilidade natural, com pequenos valores de soma e saturação por bases (Tabela 4).

O Campo Cerrado, formação característica deste ambiente, possui menor porte e é mais aberto que o cerrado sensu stricto. É representada por indivíduos arbóreo-arbustivos com alturas variando semelhantemente ao cerrado sensu stricto. Entretanto, a altura da maioria desses indivíduos está entre 0,5 a 2 m no campo cerrado. Nesta formação destaca-se a alta abundância de *Vochysia rufa* Mart., sendo espécie chave na determinação desta formação. Além desta espécie, *Tachigali aurea* Tul., *Vellozia* sp., *Byrsonima pachyphylla* A.Juss., *Vochysia elliptica* Mart., *Chamaecrista orbiculata* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby, *Davilla rugosa* Poir. e *Miconia albicans* (Sw.) Triana também apresentam destaque na determinação desta formação. O estrato herbáceo é mais destacado comparado à formação anterior.

Tabela 3. Características físicas dos solos do Parque Estadual Caminho dos Gerais, norte de Minas Gerais, Brasil. Perfis de solo conforme indicados na tabela 1.

Perfil	Horizonte	Profundidade (cm)	< 2 mm				Classe Textural	Cor seca	Cor úmida
			Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila			
			dag/kg						
1	A	0-8	40	46	2	12	Areia-Franca	7.5 YR 4/3	7.5YR 3/3
	BA	8-30	35	51	3	11	Areia-Franca	7.5 YR 4/6	7.5YR 4/4
	Bw ₁	30-80	32	52	4	12	Areia-Franca	7.5 YR 4/6	5 YR 4/4
	Bw ₂	80-120 ⁺	27	54	6	13	Franco-Arenosa	5 YR 4/6	5 YR 4/4
2	C1	0-20	57	27	4	12	Areia-Franca	7.5 YR 6/1	7.5 YR 4/1
	2AH	20-45	61	15	6	18	Franco-Arenosa	10 YR 4/1	10 YR 2/1
	3H	45-70	49	12	12	27	Franco-Argilo-Arenosa	10 YR 2/1	10 YR 2/1
	3C	70-90 ⁺	59	29	4	8	Areia-Franca	10 YR 5/1	10 YR 3/1
3	A	0-20	33	40	10	17	Franco-Arenosa	10 YR 5/1	10 YR 4/1
	2Bi	20-50	34	33	11	22	Franco-Argilo-Arenosa	10 YR 7/1	10 YR 5/1
	2Cr	50-120 ⁺	4	5	45	46	Argila-Siltosa	10 YR 8/1	10 YR 7/2
4	A	0-10	24	51	14	11	Franco-Arenosa	10 YR 5/4	10 YR 4/4
	AC	10-15	27	47	14	12	Franco-Arenosa	10 YR 5/6	10 YR 4/6
	Cr	15-40 ⁺	38	41	12	9	Franco-Arenosa	10 YR 6/8	10 YR 5/6
5	O	4-0							
	A	0-8	51	30	11	8	Areia-Franca	10 YR 6/2	10 YR 4/2
	C1	8-19	52	32	8	8	Areia-Franca	10 YR 6/4	10 YR 5/4
	C2	19-38	42	36	13	9	Franco-Arenosa	10 YR 7/4	10 YR 5/4
	Cr	38-62	40	40	14	6	Areia-Franca	10 YR 6/4	10 YR 5/4
	CR	62-70 ⁺							

Tabela 3. Continuação

Perfil	Horizonte	Profundidade (cm)	< 2 mm				Classe Textural	Cor seca	Cor úmida
			Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila			
6	A	0-17	41	40	11	8	Areia-Franca	10 YR 5/3	10 YR 4/2
	Bi	17-28	38	35	15	12	Franco-Arenosa	10 YR 6/3	10 YR 5/3
	Bi/R	28-49	36	38	13	13	Franco-Arenosa	10 YR 7/4	10 YR 5/3
	CR	49-70 ⁺							
7	A	0-9	40	42	7	11	Areia-Franca	10 YR 6/4	10 YR 5/4
	BA	9-21	39	37	6	18	Franco-Arenosa	10 YR 7/6	10 YR 6/6
	Bt	21-52	31	38	9	22	Franco-Argilo-Arenosa	10 YR 7/8	10 YR 6/8
	C	52-68 ⁺	29	32	12	27	Franco-Argilo-Arenosa	10 YR 7/6	10 YR 6/8
8	A/R	0-11	17	37	17	29	Franco-Argilo-Arenosa	10 YR 6/3	10 YR 4/2
	Bi/R	11-24	16	36	17	31	Franco-Argilo-Arenosa	10 YR 6/3	10 YR 5/3
	CR	24-40 ⁺							
9	Ap	0-21	22	25	28	25	Franco	10 YR 5/3	10 YR 4/2
	Bi	21-48	24	23	27	26	Franco-Argilo-Arenosa	10 YR6/3	10 YR 4/2
	BC	48-83 ⁺	23	23	26	28	Franco-Argilo-Arenosa	10 YR 6/3	10 YR 4/3
10	A	0-32	23	43	22	12	Franco-Arenosa	10 YR 6/3	10 YR 5/3
	Cr	32-80 ⁺	29	39	17	15	Franco-Arenosa	10 YR 8/1	10 YR 7/1

Tabela 4. Características químicas dos solos do Parque Estadual Caminho dos Gerais, norte de Minas Gerais, Brasil. Perfis de solo conforme indicados na tabela 1.

Perfil	Horizonte	pH	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H-AL	SB	t	T	V	M	ISNa	MO	Prem	Zn	Fe	Mn	Cu
		H ₂ O	KCl		mg/dm ³					cmol _c /dm ³					%		dag/kg	mg/L		mg/dm ³		
1	A	5	3.94	1.4	28	0	0.18	0.14	1.07	6.1	0.39	1.46	6.49	6	73.3	0	2.15	38.7	0.54	79.4	2	0.09
	BA	4.89	4.15	0.9	10	0	0	0.03	0.68	4	0.06	0.74	4.06	1.5	91.9	0	0.94	36.2	0.5	120.9	0.7	0.17
	Bw ₁	5.04	4.31	0.7	2	0	0	0	0.49	3.1	0.01	0.5	3.11	0.3	98	0	0.67	35.5	0.41	114.1	0.6	0
	Bw ₂	5.1	4.34	0.5	0	0	0	0	0.49	2.9	0	0.49	2.9	0	100	0	0.27	36.1	0.4	113	0.6	0
2	C1	5.29	4.2	2.3	22	0	0.03	0.04	0.59	5.5	0.13	0.72	5.63	2.3	81.9	0	2.82	26	0.71	578.7	1	0.32
	2AH	5.28	4.04	2.3	2	0	0	0.01	1.27	9.5	0.02	1.29	9.52	0.2	98.4	0	3.69	25	0.44	25.8	0.9	0.03
	3H	5.22	3.96	1.7	0	0	0.02	0.01	2.24	17.1	0.03	2.27	17.13	0.2	98.7	0	10.08	11.7	0.44	89.4	0.9	0.14
	3C	5.01	4.11	1	0	0	0	0	1.17	3.9	0	1.17	3.9	0	100	0	0.81	37.9	0.52	48.3	0.6	0.17
3	A	4.32	3.92	1.6	26	0	0	0.01	1.37	5.3	0.08	1.45	5.38	1.5	94.5	0	1.61	32.2	0.53	119.9	0.8	0.19
	2BI	4.67	4	2	22	0	0	0.01	1.27	4.5	0.07	1.34	4.57	1.5	94.8	0	1.61	32.3	0.54	20	0.6	0.03
	2Cr	4.61	3.87	0.6	6	0	0	0	3.8	6	0.02	3.82	6.02	0.3	99.5	0	0.27	33.4	1.44	8.1	0.4	0.29
4	A	4.62	3.63	1.5	24	3.3	0.07	0.04	1.56	7.4	0.18	1.74	7.58	2.4	89.7	0.82	4.16	41	0.72	75.1	1.2	0.14
	AC	4.56	3.76	1.6	14	5.3	0	0.01	1.66	6.6	0.07	1.73	6.67	1	96	1.33	3.22	43.3	0.99	167.6	0.6	0.35
	Cr	4.75	3.86	1.2	10	1.3	0.03	0.02	0.88	3.9	0.09	0.97	3.99	2.3	90.7	0.58	1.48	41.6	0.94	155.8	1.4	0.45
5	O																					
	A	4.76	3.99	5	90	1.3	0.93	1.52	0.2	5	2.69	2.89	7.69	35	6.9	0.2	3.63	45.9	1.8	48.3	33.7	0
	C1	4.94	3.9	2.8	80	0	0.08	0.9	0.2	2.9	1.18	1.38	4.08	28.9	14.5	0	1.48	54.4	1.23	97.5	4.1	0.16
	C2	5.46	4.25	0.2	90	0	0.02	0.84	0.29	2.3	1.09	1.38	3.39	32.2	21	0	1.07	54.9	1.29	221.9	4.9	0.59
	Cr	5.98	4.47	0.1	86	0	0.06	0.78	0.1	1.4	1.06	1.16	2.46	43.1	8.6	0	0.27	57.9	1.45	110.7	7.5	0.29
	CR																					
6	A	5.19	4.18	3.8	98	0	0.79	0.33	0.1	3.4	1.37	1.47	4.77	28.7	6.8	0	2.15	43.3	1.05	31.5	37.1	0.21
	Bi	4.92	4.09	2.1	70	4.7	0.1	0.06	0.78	4.3	0.36	1.14	4.66	7.7	68.4	1.79	0.94	36.3	1.17	42.4	33.3	0.87
	Bi/R	4.87	4.11	1.5	60	4.7	0.04	0.03	0.88	3.5	0.24	1.12	3.74	6.4	78.6	1.82	0.94	36.7	1.12	67.3	40.8	1.04
	CR																					

Tabela 4. Continuação

Perfil	Horizonte	pH H ₂ O	pH KCl	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Na mg/dm ³	Ca mg/dm ³	Mg mg/dm ³	Al cmol _c /dm ³	H-AL cmol _c /dm ³	SB cmol _c /dm ³	t cmol _c /dm ³	T cmol _c /dm ³	V cmol _c /dm ³	M %	ISNa dag/kg	MO dag/kg	Prem mg/L	Zn mg/dm ³	Fe mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Cu mg/dm ³
7	A	4.79	3.94	1.8	60	2.8	0.11	0.07	0.78	4	0.34	1.12	4.34	7.8	69.6	1.09	1.34	51.7	0.94	26.6	5.8	0.91
	BA	4.57	3.99	0.8	36	2.8	0	0	1.37	3.7	0.1	1.47	3.8	2.6	93.2	0.83	0.67	41.4	0.79	24.3	0.8	1.06
	Bt	4.74	4.05	0.5	30	2.8	0	0	1.27	3.4	0.09	1.36	3.49	2.6	93.4	0.9	0.67	34	0.78	17.6	1	1.31
	C	4.79	4.03	0.5	26	2.8	0	0	1.46	3.5	0.08	1.54	3.58	2.2	94.8	0.79	0.54	34	0.83	16.6	0.7	1.44
8	A/R	4.89	4.12	6.6	102	26.6	1.61	0.69	0.49	6.4	2.68	3.17	9.08	29.5	15.5	3.65	4.43	48.4	1.36	51.1	15.4	0.52
	Bi/R	4.4	3.88	3	54	6.7	0.16	0.03	1.66	7.2	0.36	2.02	7.56	4.8	82.2	1.44	2.82	29.2	0.94	76.5	1.5	0.55
	CR																					
9	Ap	5.93	5.02	2.3	100	6.7	4.52	1.57	0	4.7	6.38	6.38	11.08	57.6	0	0.46	5.37	51.3	2.15	13.6	57.2	0.64
	Bi	5.71	4.81	1.3	60	6.7	3.97	1.42	0	4.7	5.57	5.57	10.27	54.2	0	0.52	3.09	49.8	1.26	15.3	33.3	0.6
	BC	5.66	4.51	1.4	54	8.7	2.36	0.91	0.1	4.3	3.45	3.55	7.75	44.5	2.8	1.07	2.15	41.5	0.9	17	15.3	0.75
10	A	4.8	3.85	2.3	36	4.7	0.06	0	1.07	4	0.17	1.24	4.17	4.1	86.3	1.65	1.88	45.9	0.88	42	0.8	0.63
	Cr	4.83	4.02	0.9	10	2.8	0	0	0.68	1.9	0.04	0.72	1.94	2.1	94.4	1.69	0.4	60	0.8	12.2	0.2	0.6

Topos e Encostas com Campo Rupestre de Vellozia sobre Afloramentos Rochosos e Neossolos Litólicos

Constituem os topos mais elevados da Serra Geral, ou encostas mais íngremes, atingidos pela erosão geológica que resulta no afloramento dos substratos rochosos resistentes (metarenitos, principalmente). Este geoambiente ocorre tanto nas bordas quanto no interior da Serra. Apesar de sua extensão relativamente limitada (5,5 % da área total do Parque), representa um dos geoambientes mais típicos da UC por apresentar singular heterogeneidade da paisagem e presença de várias espécies raras. O solo representativo deste geoambiente é o Neossolo Litólico Distrófico fragmentário (Perfil 4, Tabela 2). É um solo raso que apresenta textura média em todo seu perfil (Tabela 3). A sequência de horizontes é do tipo A-AC-Cr, com presença de rocha contínua pouco alterada a menos de 50 cm de profundidade. Em relação aos atributos químicos, apresentou valores de pH (4,64) semelhantes ao verificado no Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico da Mata Seca de encosta (Perfil 9), sendo ambos mais ácidos que os demais solos encontrados no PECO, com exceção do Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (Tabela 4). Além disso, apresentaram teores muito baixos de soma de bases e fósforo disponível.

A vegetação que se desenvolve neste ambiente é o Campo Rupestre. Esta fitofisionomia é preponderantemente herbáceo-arbustiva, com a presença eventual de árvores e arvoretas. As espécies lenhosas variam entre 0,2 a 7 m de altura. Entretanto, a altura média dos indivíduos é de aproximadamente 0,5 a 1,2 m. Esta formação é caracterizada pelo agrupamento de indivíduos de *Vellozia* sp., regionalmente conhecidos como “candombás”, sendo, portanto, espécie indicadora deste geoambiente. As espécies lenhosas mais frequentes são: *Vochysia rufa*, espécies dos gêneros *Lychnophora* e *Chamaecrista*, *Vochysia elliptica*, *Tachigali aurea* e *Byrsonima pachyphylla*.

Encostas com Cerrado Rupestre em Neossolos Regolíticos

Este geoambiente com Cerrado Rupestre apresenta-se em mosaicos dispersos no PECO. O relevo é fortemente ondulado a montanhoso, com declividades entre 20 e 45 %. Os solos dessa área são classificados como Neossolos Regolíticos Distróficos típicos (Perfil 10, Tabela 2). Apresentam sequência de horizontes do tipo A-Cr, com a rocha contínua alterada identificada como saprólito, alcançado mais de 50 cm (Tabela 3). Este solo possui textura franco-arenosa em todos seus horizontes, com predomínio de areia fina (0,2-0,05 mm). Salienta-se a presença de inúmeros canais biológicos formados pela

decomposição das raízes e pela ação da fauna do solo no horizonte A, especialmente por térmitas. Analisando as médias entre os horizontes de cada perfil, o Neossolo Regolítico Distrófico típico apresentou valor muito inferior quanto à capacidade de troca catiônica (T), além de valores muito baixos de P, matéria orgânica e saturação por bases, sendo considerado quimicamente pobre em nutrientes (Tabela 4). O pH em água é ácido, tendo um valor máximo de 4,83 no horizonte Cr.

A vegetação deste geoambiente é o cerrado rupestre. Esta fitofisionomia é caracterizada por espécies arbustivo-arbóreas, porém com camada subarbustivo-herbácea bem destacada na paisagem. A vegetação lenhosa é, normalmente, encontrada entre os blocos de rochas, representada por espécies entre 0,17 a 9 m de altura. Entretanto, a altura média dessa vegetação é baixa (entre 1 a 2 m). Entre as espécies arbustivo-arbóreas destacam-se *Vochysia rufa*, *Byrsonima pachyphylla*, *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze, *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, *Tibouchina* sp. e *Tachigali aurea*.

Depressões e Áreas Aluviais com Campos Brejosos ou Formações Ciliares em Solos Hidromórficos

Os ambientes hidromórficos da Serra Geral são geralmente constituídos por vales amplos, colmatados por materiais sedimentares, arenosos até argilosos, e formando pequenas turfeiras superficiais onde a drenagem do solo é lenta, com lençol freático quase aflorante. Não existem Veredas de Buritis na Serra Geral, mas ocorrem formações ciliares florestais.

Nas áreas mais deprimidas dos ambientes hidromórficos predominam Organossolos Háplicos Sápricos térricos (Perfil 2, Tabela 2). Este solo possui textura areia-franca no horizonte C1, passando a franco-arenosa no horizonte 2AH, sendo franco-argilo-arenosa no 3H e retornando a areia-franca no horizonte 3C (Tabela 3). Em algumas partes, o horizonte hístico foi recoberto por uma camada de sedimentos arenosos na época em que foram implantados plantios de eucaliptos no entorno deste geoambiente. Este solo foi o que apresentou maior teor de matéria orgânica (10,08 dag/kg) quando comparado aos outros solos amostrados no PECO, apresentando maior valor de acidez potencial (H+Al) (Tabela 4). Possui valores baixos de soma de bases (SB) e saturação por bases (V) e não apresentou teor detectável de Na.

Nas partes mais próximas ao dique aluvial, encontram-se os Neossolos Quartzarênicos Órticos lépticos (Perfil 5, Tabela 2). Possuem um horizonte O, correspondente a uma camada de serrapilheira de 4 cm, sobre um horizonte A com

cerca de 8 cm de profundidade (Tabela 3). Na sequência, verificou-se um horizonte C1, entre 8 a 19 cm de profundidade, sobre o horizonte C2, entre 19 e 38 cm de profundidade, que se encontra sobre o Cr, entre 38 a 62 cm de profundidade, onde começa o CR. Dentre os solos amostrados, o Neossolo Quartzarênico da grota apresentou, em média, baixas proporções de argila (7,75 dag/dag).

Neste geoambiente podem-se encontrar dois tipos de vegetação: campo brejoso e formação ciliar. Os campos brejosos são áreas que experimentam hidromorfismo durante grande parte do ano. Neste ambiente observa-se uma vegetação herbácea, com pouquíssimos arbustos e completa ausência de árvores. Entre as famílias comumente encontradas observar-se *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Melastomataceae* e *Iridaceae*.

As formações ciliares, Florestas Estacionais Semidecíduais, são compostas por indivíduos arbóreos, com a formação do dossel contínuo, e apresenta alguns elementos arbustivos em seu sub-bosque. Diferentes graus de caducifolia são perceptíveis. Diferenciam-se das florestas estacionais decíduais pela sua associação com os cursos d'água e pela sua estrutura. As espécies arbóreo-arbustivas variam entre 2 a 17 m de altura. Entretanto, a maioria dos indivíduos possui entre 5 a 15 m de altura, que em geral é mais alta que nas matas secas. A espécie arbórea mais característica desta formação é *Duguetia lanceolata* A.St.-Hil., seguida por *Licania rigida* Benth., *Hirtella glandulosa* Spreng., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Hymenaea courbaril* L., *Andira vermifuga* (Mart.) Benth., *Aspidosperma cuspa* (Kunth) S.F.Blake ex Pittier e *Averrhoidium gardnerianum* Baill.

Encostas e Vertentes Íngremes com Arbustais sobre Solos Cascalhentos

Esta unidade representa cerca de 30 % (19.935 ha) do PEGG, sendo o geoambiente dominante da Serra Geral. O relevo é forte ondulado, com declividade de 20-45%, sendo caracterizado como montanhoso. O Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico (Perfil 8, Tabela 2) é o solo representativo deste geoambiente. A textura foi franco-argilo-arenosa em todo o perfil (Tabela 3), tendo acidez elevada e valor médio de matéria orgânica (3,62 dag/kg) (Tabela 4). Os teores de P são muito baixos (4,8 mg/dm³) no perfil 8 quando comparado a outros solos. Também foi verificado o maior teor de Na em relação aos demais solos (16,65 mg/dm³), indicando uma condição pedoclimática de seca mais acentuada neste geoambiente em relação aos demais.

A vegetação característica deste geoambiente é composta por indivíduos arbustivo-arbóreos de pequeno porte, densamente agrupados e ramificados, denominada de Arbustal, formação regionalmente chamada de carrasco. A altura das plantas

lenhosas varia entre 2,5 a 7 m de altura, com altura média de 4 m. Entre as espécies características desta vegetação destacam-se: *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke, *Pseudopiptadenia brenanii* G.P.Lewis & M.P.Lima, *Diptychandra aurantiaca* Tul., *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Handroanthus serratifolius* (A.H.Gentry) S.Grose, *Machaerium acutifolium* Vogel e *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth.

Encostas e Sopés da Serra com Mata Seca em Solos Profundos

Áreas coluviais e formações de tálus rochosos ocorrem em todo o perímetro circundante da Serra Geral, às vezes penetrando a Serra através de ravinas e boqueirões. Formações florestais estacionais decíduais ali se desenvolvem, tanto sobre solos desenvolvidos dos sedimentos coluviais transportados de montante (Perfil 6 e Perfil 7, Tabela 2), quanto do embasamento subjacente (Perfil 9). Ao contrário das Matas Secas desenvolvidas nos substratos mais ricos do Grupo Bambuí, os solos deste geoambiente são comparativamente bem menos ricos, quando influenciados pelo material transportado de montante. Apenas os solos das partes mais distantes do sopé da Serra são eutróficos, típicos das formações estacionais decíduais do norte de Minas Gerais.

Nos boqueirões predominam Cambissolos Háplicos Tb Distróficos lépticos, representados pelo Perfil 6, com horizonte A de textura areia-franca com 17 cm de profundidade (Tabela 3). Nos horizontes Bi (17 e 28 cm) e Bi/R (entre 28 e 49 cm) verificam-se textura franco-arenosa. Em sequência, encontra-se o horizonte C/R, entre 49 e 70 cm de profundidade. Do ponto de vista químico (Tabela 4), este perfil é caracterizado pela baixa fertilidade natural, com valores baixos para soma e saturação por bases. São solos de reação ácida.

As espécies arbóreas da floresta estacional decidual do boqueirão apresentam altura variando de 3 a 16 m, sendo constituída, sobretudo, por indivíduos entre 6 a 10 m de altura. Entre as espécies que caracterizam o dossel desta formação estão: *Goniorrhachis marginata* Taub., *Guibourtia hymenaeifolia* (Moric.) J.Léonard e *Terminalia fagifolia* Mart. Nesta formação destaca-se a alta abundância, tanto no estrato superior quanto no sub-bosque, de *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S.Grose. Além desta espécie, *Croton pulegioides* Baill., *Piptadenia viridiflora*, *Senegalia martii* (Benth.) Seigler & Ebinger, *Annona vepretorum* Mart. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan também são relevantes nesta formação.

Nos sopés da Serra, em altitude em torno de 525 m, encontram-se áreas com relevo plano ou suave ondulado, com solo formado por colúvios classificado como Argissolo Amarelo Distrófico típico (Perfil 7). Este apresenta camada de serrapilheira

com cerca de 2 cm de espessura sobre o horizonte A, com 9 cm de profundidade de textura areia-franca (Tabela 3). Em sequência, observou-se o horizonte B, estratificado em BA, entre 9 e 21 cm, e Bt, entre 21 e 52 cm, seguido pelo horizonte C, com profundidade entre 52 e 68 cm. Nota-se, também, expressivo gradiente textural. Neste perfil, os valores de soma de bases e P disponível foram considerados muito baixos (Tabela 4).

As Florestas Estacionais Deciduais dos sopés são representadas por indivíduos de 1,9 a 9 m de altura. Entre as espécies arbustivo-arbóreas mais características desta formação estão *Diptychandra aurantiaca*, *Plathymenia reticulata* Benth., *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC., *Maprounea guianensis* Aubl., *Terminalia fagifolia* e *Galipea ciliata* Taub. Nesta formação, assim como na Mata Seca próxima ao boqueirão, destaca-se *Handroanthus spongiosus*, com alta densidade.

Já na parte diretamente influenciada pelo Grupo Bambuí, predominam os Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos típicos (Perfil 9). Estes solos apresentam textura média em todo o perfil (Tabela 3), além de estrutura forte. Entre as áreas de florestas decíduas, este é o ambiente que possui o solo mais fértil, profundo e desenvolvido, destacando-se por apresentar as maiores proporções de argila (26 dag/dag). Com relação às características químicas (Tabela 4), apresenta-se ácido com valor de pH, no horizonte Ap, de 5,93 e baixos valores de P. No entanto, apresentou teores bem menores de Ca ($3,62 \text{ cmol/dm}^3$) e Mg ($3,9 \text{ cmol/dm}^3$) quando comparado aos outros solos do PECG. Além disso, este solo apresentou altos valores de soma e saturação por bases no horizonte Ap.

A vegetação deste ambiente é constituída por indivíduos de menor porte em relação às outras florestas decíduas amostradas, em torno de 6,5 a 2,5, apresentando altura média em torno de 4 m. A abundância de lianas foi expressivamente superior em relação às vegetações citadas anteriormente. Entre as espécies arbóreas mais características desta formação estão *Pseudopiptadenia brenanii*, *Senegalia langsdorffii* (Benth.) Seigler & Ebinger, *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Goniorrhachis marginata*, *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. e *Albizia polycephala* (Benth.) Killip ex Record.

DISCUSSÃO

Através da metodologia adotada foi possível identificar as diferentes unidades geoambientais da UC, com descrição detalhada do solo, relevo e vegetação. O estudo

indica que a questão geoambiental do PEGC é complexa, abrangendo uma grande diversidade de fatores bióticos e físicos. A partir desta moldura geoambiental produzida, outros estudos mais detalhados devem ser conduzidos durante a elaboração do plano de manejo. O estudo geoambiental é extremamente útil por prover dados consistentes num prazo curto e com baixo custo financeiro, para toda UC. Tal metodologia pode ser aplicada em outras UCs estaduais de forma sistemática, com adaptações caso a caso (e.g. Brandão et al. 2010; Dias et al. 2002; Martins et al. 2006; Mendonça et al. 2013).

O PEGC abriga um mosaico de ecossistemas, possuindo grande heterogeneidade ambiental e ecológica. Nas partes mais altas da unidade observam-se extensas áreas de cerrado e nas encostas e sopés da serra, áreas de formações florestais. Em geral, o substrato predominante entre as formações abertas de cerrado são solos com baixa fertilidade (distróficos) e bem drenados, sendo substituídos por formações florestais em locais com maior disponibilidade de água e/ou nutrientes (Oliveira-Filho & Ratter 2002; Reatto et al. 2008). Além disso, em áreas de vegetação tropical, a posição topográfica, normalmente, está diretamente relacionada com as variações nas propriedades do solo, e consequentemente, com a estrutura das comunidades vegetais (Ferreira-Júnior et al. 2007; Bohlman et al. 2008; Guerra et al. 2013). Os resultados obtidos neste estudo, portanto, reforçam a importância do solo e topografia para a diferenciação fisionômica da vegetação.

Analisando a vegetação das unidades geoambientais, pode-se observar que existe predominância de determinada espécie em cada geoambiente. Assim, se por um lado *Hymenaea stigonocarpa* e *Copaifera arenicola* possuem maior número de indivíduos nos tabuleiros com Cerrado sensu stricto, por outro, as populações de *Vochysia rufa* são mais abundantes nos Campos Cerrados. Essas oscilações entre as espécies dominantes nos geoambientes indicam que há favorecimento à ocupação espacial de algumas espécies, enquanto outras são restringidas (Uhlmann et al. 1998; Ferreira-Júnior et al. 2007) ou menos favorecidas. Além de características edáficas, outros fatores, tais como clima, interações bióticas e distúrbios (antrópicos e naturais) podem estar influenciando a distribuição das espécies vegetais (Toledo et al. 2012).

Nas Florestas Estacionais Deciduais estudadas foram amostrados diferentes tipos solos. Assim, nas áreas de encostas da Serra Geral são encontrados solos eutróficos, corroborando com outros estudos que mencionam a forte associação desse tipo vegetacional com solos relativamente mais ricos em nutrientes (Madeira et al. 2009; Arruda et al. 2013, Coelho et al. 2013), inclusive os fragmentos florestais presentes na face leste da bacia do Rio São Francisco (Arruda et al. 2013). A situação é diferente nas

áreas de matas nos sopés da Serra, que merecem destaque por apresentar solos distróficos, conferindo-lhe uma característica singular para este geoambiente. Os processos de lixiviação e erosão dos materiais areníticos pobres das áreas elevadas (topos e encostas) são fatores que estão estritamente relacionados ao baixo potencial químico destes solos.

A Serra Geral encontra-se inserida no Polígono das Secas, região caracterizada pelo déficit hídrico. Sendo assim, o PEGG possui além da sua extrema importância ecológica, uma relevância hidrológica. A UC representa um importante reservatório hídrico, no qual os mananciais são os únicos fornecedores d'água para o uso das comunidades locais (IEF, 2007), além de abastecer os vários municípios adjacentes. Os Organossolos e os vales hidromórficos garantem, conseqüentemente, a perenização dos mananciais localizados nas bordas da Serra.

A região da Serra Geral, além de ser indicada como prioritária para conservação, também é considerada prioritária para investigação científica (Drummond et al. 2005), indicando a falta de conhecimento referente à biodiversidade e aos fatores abióticos. Este estudo apresenta informações a respeito da vegetação e fatores abióticos desta área tão pouco estudada e explorada. A peculiaridade do PEGG é evidenciada em cada geoambiente de ocorrência. Deste modo, a conservação e monitoramento da UC são de extrema importância, pois a mesma possui uma variedade de ambientes singulares quando comparados entre si e em relação a outros ambientes do norte Minas Gerais e Polígono das Secas.

A lei nº 9.985/2000, que estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), propõe que o plano de manejo de uma UC deve ser elaborado em um prazo de cinco anos a partir da data de sua criação. Contudo, o PEGG, criado em março de 2007, ainda não possui plano de manejo, documento de extrema importância para a gestão, proteção e manejo da UC. A falta de informações detalhadas sobre características físicas, biológicas e infra-estrutura são comuns nas UCs do Estado de Minas Gerais (Drummond et al. 2005), inclusive no PEGG. Neste sentido, prover o conhecimento básico sobre os ecossistemas, processos naturais e interferências antrópicas em cada ambiente do parque é o primeiro passo para o processo de elaboração do plano de manejo, conforme o ICMBIO (2014). Portanto, os resultados obtidos no presente estudo sobre as unidades geoambientais do PEGG, incluindo detalhes sobre os solos, relevo e fisionomias, são importantes para subsidiar a elaboração do seu plano de manejo.

Os resultados do estudo apontam algumas conclusões básicas: (i) o PEGG possui

geoambientes diversos, sendo o arbustal o de maior representatividade em área territorial; (ii) a diversidade geoambiental implica em diferenças acentuadas de solo, relevo e vegetação associados; (iii) as formações abertas (cerrado) possuem invariavelmente solos distróficos, enquanto os geoambientes com formações florestais possuem solos tanto eutróficos quanto distróficos; (iv) o mapa de geoambientes e a descrição acompanhante são importantes para subsidiar a elaboração do plano de manejo do PEGG, de forma efetiva e direta, provendo uma base segura para estudos do meio biótico (fauna e flora) que devem ser incentivados, para o conhecimento mais detalhado da UC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Sáber, A. 2012. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 7 ed., Ateliê Editorial, São Paulo. 160p.
- Antunes, F. Z. 1994. Área mineira do Polígono das Secas: caracterização climática. **Informe Agropecuário** 17(181): 15-19.
- Arruda, D. M.; Ferreira-Júnior, W. G.; Duque-Brasil, R.; Schaefer, C. E. R. 2013. Phytogeographical patterns of dry forests sensu stricto in northern Minas Gerais State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 85(2): 623-634.
- Bohlman, S. A.; Laurance, W. F.; Laurance, S. G.; Nascimento, H. E. M.; Fearnside, P. M.; Andrade, A. 2008. Importance of soils, topography and geographic distance in structuring central Amazonian tree communities. **Journal of Vegetation Science** 19(6):863-874.
- Brandão, P. C.; Soares, V. P.; Simas, F. N.; Schaefer, C. R. G. R.; Souza, A. L.; Mendonça, B. A. F. 2010. Caracterização de geoambientes da Floresta Nacional do Purus, Amazônia Ocidental: uma contribuição ao plano de manejo. **Revista Árvore** 34(1): 115-126.
- Brasil. Secretaria de Políticas e Desenvolvimento Regional e Ministério da Integração Nacional. 2005. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Disponível em: <http://www.museusemiarido.org.br/expedicao/cartilha-delimitacao-semi-arido.pdf>. Acesso em: 22/04/2014.
- Bruner, A. G.; Gullison, R. E.; Rice, R. E.; Fonseca, G. A. B. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. **Science** 291(125): 125-128.
- Chapin Iii, F.S.; Sala, O.E.; Burke, I.C.; Grime, J.P.; Hooper, D.U.; Lauenroth, W.K.; Lombard, A.; Mooney, H.A.; Mosier, A.R.; Naeem, S.; Pacala, S.W.; Roy, J.;

- Steffen, W.L.; Tilman, D. 1998. Ecosystem consequences of changing biodiversity: experimental evidence and a research agenda for the future. **Bioscience** 48(1): 45-52
- Coelho, M. S.; Fernandes, G. W.; Sanchez-Azofeifa, G. A. 2013. Brazilian tropical dry forest on basalt and limestone outcrops: status of knowledge and perspectives. In: Sanchez-Azofeifa, G. A.; Powers, J. S.; Fernandes, G. W.; Quesada, M. (eds.). **Tropical Dry Forests in the Americas: ecology, conservation, and management**. CRC Press, London. pp. 55-68.
- Costa, J. B. A. 2006. Cultura, natureza e populações tradicionais: o Norte de Minas como síntese da nação brasileira. **Revista Verde Grande** 1(3): 8-51.
- Dias, H. C. T.; Fernandes Filho, E. I.; Schaefer, C. E. G. R.; Fontes, L. E. F.; Venterim, L. B. 2002. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. **Revista Árvore** 26(6): 777-786.
- Drummond, G. M.; Martins, C. S.; Machado, A. B. M.; Sebaio, F. A.; Antonini, Y. 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2ª ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 222p.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2011. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. 230p.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 353p.
- Espírito-Santo, M. M. Sevilha, A. C.; Anaya, F. C.; Barbosa, R.; Fernandes, G. W.; Sanchez-Azofeifa, G. A.; Scariot, A.; Noronha, S. E.; Sampaio, C. A. 2009. Sustainability of tropical dry forests: two case studies in southeastern and central Brazil. **Forest Ecology Management** 258(6): 922-930.
- Felix, I. M.; Kazmierczak, M. L.; Espindola, G. M. 2009. Rapideye: a nova geração de satélites de observação da Terra. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIV, Natal, 2009. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal. pp. 7619-7622.
- Ferreira-Júnior, W. G.; Silva, A. F.; Schaefer, C. E. G. R.; Meira Neto, J. A. A., Dias, A. S.; Ignácio, M.; Medeiros, M. C. M. P. 2007. Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. **Edinburgh Journal of Botany** 64(2): 137-157.
- GUERRA, T. N. F.; RODAL, M. J. N.; LINS E SILVA, A. C. B.; ALVES, M.; SILVA, M. A. M.; MENDES, P. G. A. 2013. Influence of edge and topography on the

- vegetation in an Atlantic Forest remnant in northeastern Brazil. **Journal of Forest Research** **18**(2): 200-208.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro. 316p.
- ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2014. **Planos de manejo**. 2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 08/11/2014.
- IEF - Instituto Estadual de Florestas. 2007. **Parque Estadual Caminho dos Gerais**. 2007. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/index2.php?option=com-content&do-pdf=1&id=248>. Acesso em: 22/04/2014.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2013. **BDMEP – dados históricos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 22/04/2014.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica, México. 478p.
- Laurance, W. F.; Uuseche, D. C.; Rendeiro, J.; Kalka, M.; Bradshaw, C. J. A. et al. 2012. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. **Nature** **489**(7415): 290-294.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. 2014. **Consulta pública**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 22/04/2014.
- Machado, E. L. M.; Oliveira-Filho, A. T.; Van Den Berg, E.; Carvalho, W. A. C.; Souza, J. S.; Marques, J. J. G. S. M.; Calegário, N. 2008. Efeitos do substrato, bordas e proximidade espacial na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **31**(2): 287-302.
- Madeira, B. G.; Espírito-Santo, M. M.; D'Ângelo Neto, S.; Nunes, Y. R. F.; Azofeifa, G. A. S.; Fernandes, G. W.; Quesada, M. 2009. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. **Plant Ecology** **201**(1): 291-304.
- Martins, A. K.; Schaefer, C. E. G. R.; Silva, E.; Soares, V. P.; Corrêa, G. R.; Mendonça, B. A. F. 2006. Relações solo-geoambiente em áreas de ocorrência de ipucas na planície do médio Araguaia – Estado de Tocantins. **Revista Árvore** **30**(2): 297-310.
- Mendonça, B. A. F.; Fernandes Filho, E. I.; Schaefer, C. E. G. R.; Simas, F. N. B.; Vale

- Júnior, J. F.; Lisboa, B. A. R.; Mendonça, J. G. F. 2013. Solos e geoambientes do Parque Nacional do Viruá e entorno, Roraima: visão integrada da paisagem e serviço ambiental. **Ciência Florestal** 23(2): 427-442.
- Munsell. 1994. **Soil color charts**. Munsell Color Company, Baltimore. 28p.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403(6772): 853-858.
- Oliveira-Filho, A. T.; Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: Oliveira, P. S.; Marquis, R. J. (eds.). **The Cerrados of Brazil**. Columbia University Press, New York. pp. 91-120.
- Pimm, S. L.; Russell, G. J.; Gittleman, J. L.; Brooks, T. M. 1995. The future of biodiversity. **Science** 269(5222): 347-350.
- Reatto, A.; Correia, J. R.; Spera, S. T. 2008. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados / Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. pp. 107-149.
- Reis, A. C. D. E. S. 1976. Clima da caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 48(2): 325-335.
- Schaefer, C. E. G. R. 1997. Ecogeography and human scenario in northeast Roraima, Brazil. **Ciência e Cultura** 49(4): 241-252.
- Schaefer, C. E. G. R.; Mendonça, B. A. F.; Ferreira Júnior, W. G.; Correa, G. R. 2012. Relação solo-vegetação no Brasil: distribuição de espécies arbóreas e fatores edáficos. In: Martins, S. V. (org.). **Ecologia Florestal**. 2 ed. Editora UFV, Viçosa. pp. 253-293.
- Toledo, M.; Poorter, L.; Peña-Claros, M.; Alarcón, A.; Balcázar, J.; Chuvina, J.; Leño, C.; Licona, J. C.; Steege, H.; Bongers, F. 2011. Patterns and determinants of floristic variation across Lowland Forests of Bolivia. **Biotropica** 43(4): 405-413.
- Tricart, J.; Kiewitdejonge, C. 1992. **Ecogeography and rural management: a contribution to the international geosphere-biosphere program**. Harlow, Longman Scientific & Technical. 267p.
- Uhlmann, A.; Galvão, F.; Silva, S. M. 1998. Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (cerrado) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 12(3): 231-247.

IV. CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DO SOLO NA ESTRUTURA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES LENHOSAS EM DIFERENTES HÁBITATS TROPICAIS EM UMA REGIÃO ECOTONAL NO SUDESTE DO BRASIL

RESUMO - O solo desempenha importante função na formação e heterogeneidade dos habitats, causando mudanças na diversidade de espécies e estrutura da vegetação. A diferenciação entre cerrado/savana e floresta é bem conhecida, mas a relação entre os habitats de formação aberta ou florestal com o solo ainda precisa ser melhor compreendida, especialmente em áreas ecotonais tropicais. Neste trabalho foi estudada a associação entre atributos das comunidades vegetais, estrutura e diversidade, com características do solo, domínio das Florestas Estacionais Deciduais na transição para Cerrado, no Norte de Minas Gerais, Brasil. As análises químicas e físicas do solo foram realizadas em 38 parcelas de formações abertas e em 30 parcelas de formações florestais, nas quais a vegetação foi caracterizada florística e estruturalmente, sendo cinco habitats para cada formação vegetacional. As características do solo e os parâmetros vegetacionais (estrutura e diversidade) foram bem distintos entre os diferentes habitats. Os habitats florestais foram, em geral, mais ricos em nutrientes do que os habitats de formação aberta. Além disso, as variáveis do solo apresentaram efeitos sobre a estrutura e diversidade de espécies, sendo este efeito mais marcado nas formações abertas do que nas florestais. Os habitats foram estruturalmente distintos, enquanto a diversidade comportou-se de maneira diferenciada entre as comunidades abertas e florestais, com maior diferenciação entre os habitats de formação aberta. Variações da estrutura e diversidade entre os habitats abertos são significativas, com controle marcante do solo. Os habitats florestais foram estruturalmente distintos, sem diferenças significativas nos parâmetros de diversidade, apresentando estreita relação com fatores edáficos.

Palavras-chave Relação solo-vegetação, região de transição, paisagem tropical.

Introdução

A estrutura e diversidade da vegetação tropical são determinadas pela distribuição descontínua de uma variedade de fatores bióticos e/ou abióticos, que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais (Dale 1999; Peña-Claros et al. 2012). Em escalas local ou regional, a diversidade vegetal pode ser influenciada por condições abióticas, entretanto, também pode depender de outros processos ecossistêmicos, como a limitação da dispersão e interações bióticas (Dalling et al. 2002; Peña-Claros et al. 2012). Dentre os fatores abióticos, a topografia e tipo de solo desempenham importante função na heterogeneidade dos habitats, contribuindo na diferenciação fisionômica da vegetação (Oliveira-Filho & Ratter 2002; Baldeck et al. 2013; Guerra et al. 2013), o que resulta em mudanças estruturais e na diversidade de espécies.

A grande variação que as paisagens tropicais apresentam, em termos da idade do solo, taxas de erosão, topografia, hidrologia, entre outros fatores, reflete efeitos na estrutura e função dos ecossistemas (Townsend et al. 2008). Os principais fatores edáficos são a textura e química dos solos, os quais possuem influência direta e/ou indireta nos atributos das comunidades vegetais, como composição, diversidade, cobertura e estrutura da vegetação tropical (Ruggiero et al. 2002; Ferreira Júnior et al. 2007; Neri et al. 2012; Peña-Claros et al. 2012; Rodrigues et al. 2013; Veloso et al. 2014). A altura e área basal das árvores são exemplos de medidas afetadas pelos teores de nutrientes do solo, influenciando na estrutura das comunidades vegetais tropicais (Goodland & Pollard 1973; Peña-Claros et al. 2012). Em adição aos efeitos edáficos, a heterogeneidade ambiental resultante da topografia/hidrologia pode induzir a diferenciação da flora lenhosa e também contribuir para alterações estruturais (Oliveira-Filho et al. 1998).

Alguns estudos em vegetação tropical afirmam que a fertilidade do solo está negativamente relacionada com a riqueza de espécies (Huston 1980; Enright et al. 1994). Em contraste, outros resultados relatam que a riqueza de espécies aumenta com a fertilidade (Poulsen et al. 2006; Dybzinski et al. 2008; Neri et al. 2012). Encontram-se, também, estudos que defendem a hipótese da diversidade máxima em níveis intermediários de fertilidade do solo (Tilman 1984) e outros que relatam que a diversidade de espécies não varia com as propriedades do solo (Clinebell et al. 1995). Sendo assim, apesar de haver vários trabalhos retratando a relação solo-vegetação, os resultados encontrados são ainda controversos, tornando necessário o aprofundamento do tema, principalmente no que diz respeito às paisagens tropicais.

O conhecimento a respeito da heterogeneidade abiótica entre habitats sobre a estrutura das comunidades arbóreas é fundamental para a conservação da vegetação tropical (Guerra et al. 2013), principalmente nas áreas de transição do sudeste do Brasil. A região do norte de Minas Gerais se destaca dentro deste contexto, pois possui influência de três grandes domínios fitogeográficos brasileiros : Cerrado, Caatinga e Floresta Atlântica (Ab'Sáber 2003). Essa zona ecotonal possui uma variedade de formações vegetacionais que se diferenciam de acordo com a topografia e características do solo (Brandão 2000), revelando combinações complexas dos componentes fitogeográficos dos biomas adjacentes (Ab'Sáber 2003), sendo distribuídas em dois tipos de formação vegetal: aberta e florestal. Assim, deve-se ressaltar que as florestas tropicais, sejam elas decíduas ou semidecíduas, tendem a ocorrer sobre solos com maior disponibilidade de nutrientes, enquanto as fitofisionomias do cerrado, pertencentes à formação aberta, tendem a ocorrer em solos pobres em nutrientes (Oliveira-Filho & Ratter 2002; Ribeiro & Walter 2008; Arruda et al. 2013).

A literatura tem focado na diferenciação entre cerrado/savana e floresta (Ratnam et al. 2011; Silva et al. 2013; dentre outros). Entretanto, quando se pensa em relacionar todos os tipos vegetacionais com o solo, têm-se pouca informação (e.g. Assis et al. 2011). Neste contexto, existe uma grande lacuna de conhecimento no que se refere às diferentes fitofisionomias, inseridas em uma mesma paisagem, visando relacionar os atributos das comunidades vegetais com as características do solo. Considerando o exposto, o objetivo deste estudo foi verificar se as características do solo (físicas e químicas) determinam a estrutura da vegetação e diversidade de espécies dentro de dois tipos de formação tropical (aberta e florestal). Especificamente, as seguintes questões foram levantadas: i) as variáveis vegetacionais diferem entre os diferentes habitats em cada formação vegetal?; ii) a estrutura e diversidade das formações vegetacionais estão relacionadas com as propriedades do solo?; e iii) qual formação está mais relacionada com as características do solo estudadas?

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual Caminho dos Gerais (PECG - 14°48' S; 43°06' W e 15°18' S; 42°50' W), localizado no extremo norte do estado de Minas Gerais, no Brasil (Figura 1). Esta unidade de conservação foi criada em 2007, e possui

grande destaque por ser detentora da maior área territorial (56.237,37 ha) entre os parques estaduais da região (Espírito-Santo et al. 2009). O PECO está localizado na Serra Geral, feição de topografia elevada com bordas escarpadas, a uma altitude média de 1.090 m acima do nível do mar, modelada em rochas do Proterozóico (Pré-Cambriano Médio e Superior) (Drummond et al. 2005), com ampla variação geoambiental (ver capítulo 1). De acordo com a classificação de Köppen (1948), o clima da região de estudo é o BSw, semi-árido, tipo estepe e com chuva no verão (Antunes 1994). A precipitação média anual na região, normalmente, é inferior a 750 mm, com uma estação seca pronunciada de abril a setembro (Antunes 1994; Figura 2). As temperaturas médias mensais variam de 23 a 27,5 ° C (INMET 2104; Figura 2).

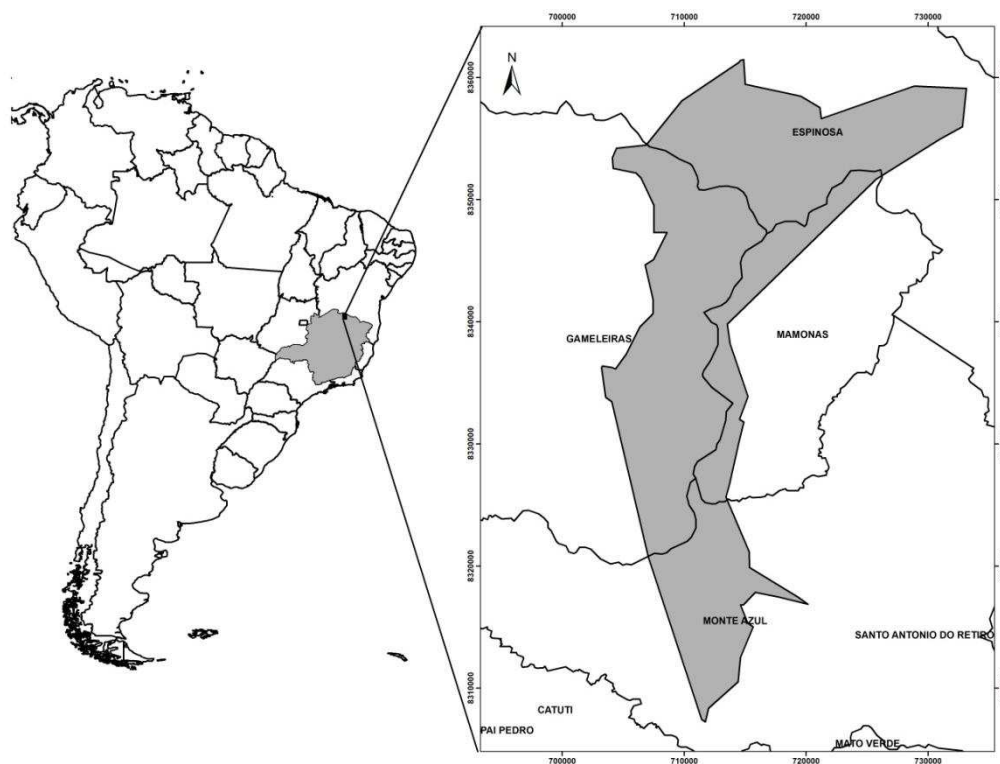


Figura 1. Localização do Parque Estadual Caminho dos Geraís, Norte de Minas Gerais, Brasil.

O mosaico fisionômico da vegetação no PECO varia entre formações campestre e savânicas, denominadas neste estudo como abertas, e formações florestais, sendo cada uma destas estratificada em cinco tipos de habitats, definidos pela vegetação e classe de solo (Tabela 1; Figura S1). Assim, foram selecionadas como formações abertas: dois habitats de cerrado sensu stricto, sendo um denominado Cerrado sensu stricto não plantado e o outro Cerrado sensu stricto plantado. Este último é caracterizado pelo

plantio de eucalipto por toda sua extensão até o ano de 2007. É importante ressaltar que anteriormente aconteceu o corte raso para ambos os habitats, sendo em 1982 para o Cerrado sensu stricto não plantado e em 1980 para Cerrado sensu stricto plantado. Além desses dois habitats, foram selecionadas um campo cerrado; um Cerrado Rupestre; e um Campo Rupestre (Tabela 1). Dentre as formações florestais foram escolhidas: três habitat de Floresta Estacional Decidual, denominados como Mata Seca em Argissolo, Mata Seca em Cambissolo Distrófico e Mata Seca em Cambissolo Eutrófico; um habitat em Floresta Estacional Semidecidual, designado como Mata Ciliar; e um Arbustal (Tabela 1).

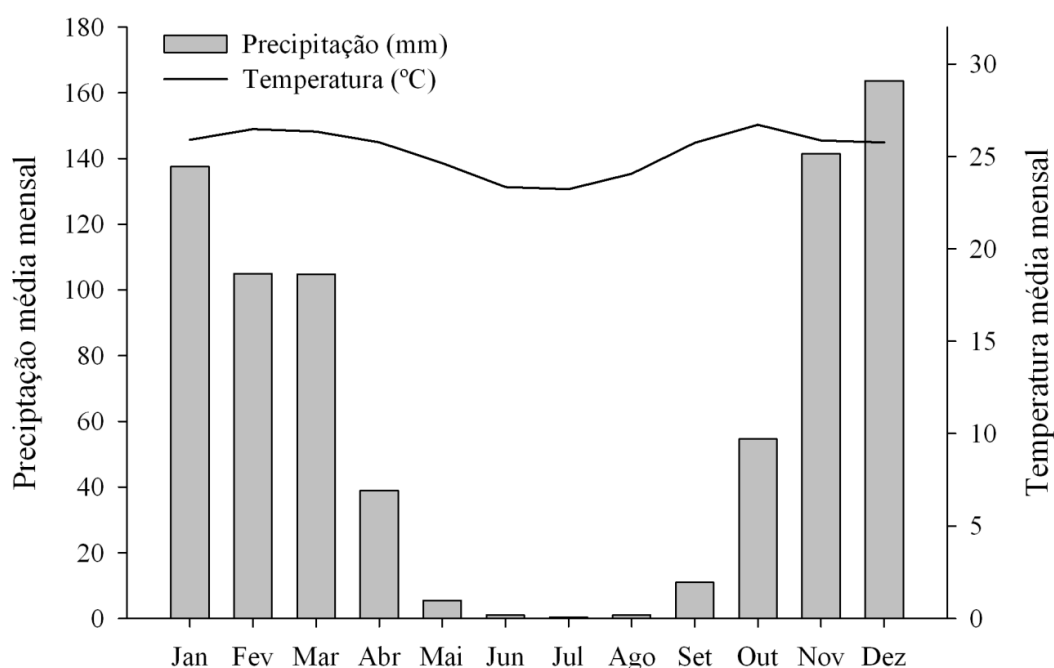


Figura 2. Diagrama climático de Monte Azul, norte de Minas Gerais. Registros da estação climatológica de Monte Azul, com dados históricos do período de 1974 a 2013. Fonte: INMET (2014).

Amostragem da vegetação

Para estudar os efeitos do solo na estrutura e diversidade dos diferentes habitats, parcelas permanentes foram plotadas de forma aleatória. Assim, em cada habitat, seis parcelas de 20 x 20 m foram definidas, exceto para os habitats de Cerrado sensu stricto, no qual foram plotadas 10 parcelas em cada. Dentro de cada parcela com formação aberta, foram amostrados todos os indivíduos lenhosos (incluindo monocotiledôneas das famílias Velloziaceae e Arecaceae) com diâmetro à altura do solo (DAS) ≥ 3 cm, e para

Tabela 1. Diferentes habitats, formação e tipo da vegetação, classe de solo e coordenadas UTM (zona 23) no Parque Estadual Caminho dos Gerais, Minas Gerais, Brasil.

Habitats	Formação vegetacional	Formação	Classe de solo			Altitude (m)	UTM N (m)	UTM E (m)
Cerrado sensu stricto não plantado (CNP)	Aberta	Cerrado sensu stricto.	Neossolo latossólico	Quartzarênico	Órtico	1074	8.343.179	713.310
Cerrado sensu stricto plantado (CP)	Aberta	Cerrado sensu stricto	Neossolo latossólico	Quartzarênico	Órtico	1072	8.343.126	712.969
Campo cerrado (CaC)	Aberta	Campo Cerrado	Cambissolo Distrófico típico	Háplico	Tb	1083	8.331.388	711.347
Cerrado Rupestre (CR)	Aberta	Cerrado Rupestre	Neossolo típico	Regolítico	Distrófico	1029	8.340.484	713.148
Campo Rupestre (CaR)	Aberta	Campo Rupestre	Neossolo fragmentário	Litólico	Distrófico	1104	8.339.117	709.362
Mata Seca em Argissolo (MSA)	Florestal	Floresta Estacional Decidual	Argissolo típico	Amarelo	Distrófico	526	8.354.194	705.208
Mata Seca em Cambissolo Distrófico (MSCD)	Florestal	Floresta Estacional Decidual	Cambissolo Distrófico léptico	Háplico	Tb	592	8.354.422	706.926
Mata Ciliar (MC)	Florestal	Floresta Estacional Semidecidual	Neossolo léptico	Quartzarênico	Órtico	593	8.354.146	707.606
Arbustal (AR)	Florestal	Arbustal	Cambissolo Distrófico léptico	Háplico	Tb	673	8.357.935	711.009
Mata Seca em Cambissolo Eutrófico (MSCE)	Florestal	Floresta Estacional Decidual	Cambissolo Eutrófico típico	Háplico	Tb	597	8.314.685	715.675

as parcelas inseridas em formações florestais, o critério de inclusão dos indivíduos lenhosos foi diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 5 cm a 1,3 de altura. Amostras de todos os indivíduos foram coletadas, sendo o material vegetal identificado ao nível de espécie (ou atribuído uma morfoespécie) a partir da coleção do herbário da Universidade Federal de Viçosa (VIC) e com a ajuda de especialistas.

Solos

Três réplicas de amostras de solo (0-20 cm) foram coletadas em cada uma das 38 parcelas nas formações abertas e nas 30 parcelas das formações florestais. As amostras foram secas ao ar e peneiradas em malha 2 mm. As características físicas e químicas foram determinadas no Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal de Viçosa. As análises incluíram granulometria (teores de areia, argila e silte); acidez ativa (pH) em água; acidez trocável (Al); teores de Ca, Mg, K, Na e P disponível; soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica (CTC) total com a inclusão dos micronutrientes (Zn, Fe, Mn e Cu); saturação por bases (V); matéria orgânica (MO). Posteriormente, o valor médio referente a cada variável foi calculado por parcela.

Análise dos dados

As diferenças entre as características edáficas nos diferentes habitats foram testadas utilizando os modelos lineares generalizados (GLMs). Nestes modelos, cada variável do solo foi considerada como variável resposta e o habitat foi usado como variável explanatória. Todos os modelos foram desenvolvidos utilizando o software R 2.15.2 (R Development Core Team 2012), seguido por análises residuais e avaliação da adequação de distribuição de erros (Crawley 2007).

Os 12 parâmetros edáficos foram resumidos através da análise de componentes principais (PCA) em duas variáveis, sendo realizada uma PCA individualmente para cada tipo de formação (aberta e florestal) (ver figuras S2 e S3). As variáveis foram padronizadas por transformação logarítmica ($\log(x+1)$) para equalizar suas contribuições nos eixos, exceto para o pH, que já é dado em escala logarítmica. Estas análises foram realizadas com auxílio do programa PC-ORD 6.0 (McCune & Mefford 2011).

A estrutura dos habitats foi descrita usando as seguintes variáveis: número de indivíduos (abundância total); área basal (m^2) e altura média (m). As seguintes variáveis relacionadas à diversidade de espécies também foram obtidas para cada amostra: riqueza de espécies; dominância das espécies mais comuns (número de indivíduos da

espécie mais comum dividido pelo número total de indivíduos, multiplicado por 100), como proposto por Peña-Claros et al. (2012) (ver Tabela S1); índice de diversidade de Shannon; índice de dominância de Simpson e o índice de Equabilidade. Todos os parâmetros estruturais e de diversidade foram obtidos através do software Mata Nativa 3.0 (Cientec 2010), com exceção da dominância de uma única espécie.

A fim de verificar os efeitos do solo na estrutura e diversidade de espécies, GLMs usando as variáveis de estrutura e diversidade acima descritas como variáveis respostas foram realizadas. As variáveis edáficas, representada pelo eixo 1 das PCAs, o hábitat e a interação entre o eixo 1 e o hábitat foram usados como variáveis explicativas em cada modelo. Este procedimento foi realizado apenas com eixo 1, por ser o eixo que possui a maior explicação em ambas PCAs. Para todos os modelos, análises dos resíduos foram realizadas para avaliar a adequação na distribuição de erro assumida (Crawley 2007). Todas as análises foram realizadas no R, versão 2.15.2 (R Development Core Team 2012).

Além disso, utilizou-se a correlação linear de Pearson “r” para avaliar a associação entre os parâmetros estruturais e diversidade com as variáveis pedológicas de uma forma mais específica, considerando cada parâmetro do solo individualmente. As análises foram geradas através do software Statistica 7.0 (Statsoft 2004).

Resultados

Características dos solos

Os habitats estudados diferiram significativamente em todas as características do solo (ver Tabela S2). Os habitats florestais foram, em geral, mais ricos em nutrientes do que os habitats de formação aberta (Tabela S2). Para os habitats de formação aberta, o primeiro eixo da PCA referente às características do solo representou 58,78 % da variação e foi fortemente correlacionado positivamente com areia e negativamente com silte, potássio, magnésio e saturação por bases (Tabela 2; Figura S2). O segundo eixo significou 15,5 % da variação, sendo correlacionado positivamente com sódio e negativamente com pH (Tabela 2; Figura S2). A PCA das formações florestais mostrou que o primeiro eixo explicou 86,9 % e foi fortemente correlacionado positivamente com teor de alumínio e areia e negativamente com pH e saturação por bases (Tabela 2; Figura S3). O segundo eixo explicou 5,56 % da variação e foi fortemente correlacionado positivamente com teor de fósforo e negativamente com argila (Tabela 2; Figura S3).

Tabela 2. Parâmetros do solo nos dois primeiros eixos da PCA para as formações abertas e da PCA para as formações florestais. Os níveis de significância são baseados em uma correlação de Spearman entre propriedades do solo e eixos PCA: *** $P \leq 0,001$, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$, ns = não significativo.

	Formações abertas		Formações florestais	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
pH (H ₂ O)	-0,787***	-0,387*	-0,99 ^{ns}	-0,022 ^{ns}
P(mg/dm ³)	-0,359*	-0,194 ^{ns}	-0,362 ^{ns}	0,646***
K (mg/dm ³)	-0,876***	0,005 ^{ns}	-0,895***	0,151 ^{ns}
Na (mg/dm ³)	-0,466**	0,854***	-0,513**	-0,007 ^{ns}
Ca (cmol _c /dm ³)	-0,705***	-0,308 ^{ns}	-0,947***	0,151 ^{ns}
Mg (cmol _c /dm ³)	-0,838***	-0,299 ^{ns}	-0,933***	0,182 ^{ns}
Al (cmol _c /dm ³)	-0,687***	0,299 ^{ns}	0,834***	-0,508**
SB(cmol _c /dm ³)	-0,837***	-0,196 ^{ns}	-0,956***	0,189 ^{ns}
CTC (cmol _c /dm ³)	-0,478**	0,393*	-0,837***	-0,279 ^{ns}
MO	-0,719***	0,081 ^{ns}	-0,827***	-0,265 ^{ns}
Areia (%)	0,796***	-0,045 ^{ns}	0,81***	0,468**
Silte (%)	-0,922***	-0,111 ^{ns}	-0,912***	-0,01 ^{ns}
Argila (%)	-0,392*	0,003 ^{ns}	-0,48**	-0,821***
Variação explicada pela PCA (%)	58,78	15,5	86,898	5,558

Estrutura e diversidade

Os habitats abertos diferiram significativamente em todas as características estruturais e de diversidade, com exceção da riqueza de espécies (ver Tabela S3). Em média, o Campo Rupestre obteve maior número de indivíduos (155,7), maior área basal (1,4 m²) e menor altura (1,2 m). A densidade não diferiu entre o Campo Rupestre e o Campo Cerrado (3.891,7 e 2.654,2 número de indivíduos / ha, respectivamente). Os habitats mais expressivos pela dominância de uma única espécie foram o Campo Rupestre (*Vellozia* sp.) e o Campo Cerrado (*Vochysia rufa*), representado, em média, por 63,3 e 53,7 %, respectivamente, dos indivíduos amostrados. Além disso, o Campo Rupestre e o Campo Cerrado possuíram os menores valores para o índice de Shannon, Simpson e equabilidade.

Para os habitats florestais, as características de diversidade não diferiram significativamente, apresentando diferenças expressivas somente para os parâmetros estruturais (Tabela S3). Em média, a Mata Seca em Argissolo obteve os maiores valores para o número de indivíduos (59,8), mas não diferiu estatisticamente do habitat Arbustal em relação à densidade de indivíduos (1.495,83 e 1.483,33 número de indivíduos / ha,

respectivamente). O maior valor médio para área basal foi obtido para a Mata Ciliar (1,26 m²), e com relação à altura dos indivíduos destacam-se a Mata Seca em Cambissolo Distrófico e Mata Ciliar (9,03 e 10,47 m, respectivamente).

Efeito do solo na estrutura e diversidade da vegetação

As variáveis do solo foram mais significativamente relacionadas às variáveis vegetacionais da formação aberta (11) do que na formação florestal (1) (Tabela 3). Estes resultados sugerem que o solo desempenha papel mais importante na determinação da estrutura e diversidade dos habitats abertos do que nos habitats florestais. De forma geral, dentre as relações solo-vegetação analisadas, cinco características vegetacionais foram significativamente afetadas pelo eixo 1 e sete pela interação entre o eixo 1 e o habitat (Tabela 3).

As características do solo tendem a ter efeitos diferentes sobre a estrutura e diversidade dos habitats abertos e florestais (Tabela 2). O número de indivíduos dos habitats de formação aberta foram significativamente influenciados pela interação entre o habitat e o eixo 1 (Tabela 3), em que todos estes parâmetros foram significativamente maiores para o Campo Rupestre (Tabela S3). Entretanto, para os habitats de formação florestal não houve diferenças significativas entre os parâmetros estruturais e o solo. Na formação aberta, a riqueza, índice de Shannon, Simpson e equabilidade foram significativos em relação ao eixo 1, e a interação entre habitat e o eixo 1 foi significativa para o parâmetro de dominância de uma única espécie, Simpson e equabilidade. Entretanto, na formação florestal, apenas a riqueza de espécies foi significativamente relacionada com o eixo 1 (Tabela 3). É também importante ressaltar que a influência edáfica diferencia alguns parâmetros da vegetação entre os habitats presentes na mesma formação vegetal (Tabelas S4 e S5). O número de indivíduos aumentou com o eixo do solo (ou seja, aumento de matéria orgânica e alumínio e diminuição no teor de argila) no Campo Cerrado, Campo Rupestre e Cerrado Rupestre, e diminuiu no Cerrado stricto sensu plantado e Cerrado stricto sensu não plantado (Tabelas S4). Maiores detalhes sobre a relação solo-vegetação podem ser visualizadas na Tabela S4.

A correlação simples entre os atributos do solo e os descritores da estrutura da formação aberta mostra que altos teores de alumínio e silte favorecem maior número de indivíduos (Tabela 4). A areia correlaciona-se negativamente, e os teores de sódio, alumínio, matéria orgânica e silte correlacionam-se positivamente com a área basal. Os parâmetros pH, teores de potássio, magnésio e alumínio, soma de bases, CTC, matéria orgânica e silte correlacionam-se negativamente.

Tabela 3. Deviance dos modelos lineares generalizados utilizados para explicar a variação dos padrões vegetacionais com as variáveis pedológicas, sumarizados nos eixos obtidos das PCAs, em habitats abertos e florestais. Para todos os modelos foi utilizado distribuição de erro gaussian. *** $P \leq 0,001$, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$, ns = não significativo.

Variável resposta	Variável explicativa	d.f.	Deviance	Residual d.f.	Residual deviance	F	P
Estrutura (Aberta)							
NI	Modelo nulo			37	116217		
	Fisionomia	4	25915	33	90302	3,7339	*
	Eixo 1	1	2133	32	88169	1,236	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	39845	28	483224	5,7718	**
Área Basal	Modelo nulo			37	11,909		
	Fisionomia	4	7,0959	33	4,8131	15,5162	***
	Eixo 1	1	0,0069	32	4,8062	0,0607	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	1,6049	28	3,5094	3,5094	*
Altura	Modelo nulo			37	4,4368		
	Fisionomia	4	3,05505	33	1,3817	21,7766	***
	Eixo 1	1	0,0179	32	1,3656	0,5103	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,38179	28	0,982	2,7214	*
Diversidade (Aberta)							
Riqueza	Modelo nulo			37	640		
	Fisionomia	4	110,6	33	529,4	2,1393	ns
	Eixo 1	1	132,392	32	397,01	10,2433	**
	Fisionomia*Eixo 1	4	35,113	28	361,89	0,6792	ns
Dominância de uma única espécie (%)	Modelo nulo			37	23934,7		
	Fisionomia	4	10828,2	33	13106,5	9,0695	***
	Eixo 1	1	1027,1	32	12079,4	3,441	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	3722	28	8357,4	3,1175	*
Shannon	Modelo nulo			37	12,9454		
	Fisionomia	4	5,8062	33	7,1392	9,5939	***
	Eixo 1	1	1,5022	31	5,6369	9,9288	**

Tabela 3. Continuação

Variável resposta	Variável explicativa	d.f.	Deviance	Residual d.f.	Residual deviance	F	P
Shannon	Fisionomia*Eixo 1	4	1,4005	27	4,2364	2,3142	ns
Simpson	Modelo nulo			37	1,57028		
	Fisionomia	4	0,70638	33	0,8639	13,8354	***
	Eixo 1	1	0,12313	32	6,9524	19,2152	*
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,24489	28	3,457	2.1387	*
Equabilidade	Modelo nulo			37	1,31		
	Fisionomia	4	0,61543	33	0,69457	10,9804	***
	Eixo 1	1	0,083	32	0,61157	5,9232	*
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,21923	28	0,39234	3,9114	*
Estrutura (Floresta) NI	Modelo			29	2.8093		
	Fisionomia	4	0,90629	25	1.903	3.4128	*
	Eixo 1	1	0,14672	24	1.7563	2.2146	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,43121	20	1.3251	1,6271	ns
Área Basal	Modelo nulo			29	11,4616		
	Fisionomia	4	9,857	25	1,6047	34,6019	***
	Eixo 1	1	0,0672	24	1,5375	0,9434	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,1131	20	1,4243	0,3971	ns
Altura	Modelo nulo			29	110,888		
	Fisionomia	4	103,566	25	7,322	81,0203	***
	Eixo 1	1	0,187	24	7,135	0,5859	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,743	20	6,391	0,5814	ns
Diversidade (Florestal)							
Riqueza	Modelo nulo			29	1,7808		
	Fisionomia	4	0,39756	25	1,3833	1,8738	ns
	Eixo 1	1	0,29725	24	1,086	5,6039	*
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,02517	20	1,0609	0,1186	ns
Dominância de uma única espécie (%)	Modelo nulo			29	8964		
	Fisionomia	4	1686,83	25	7277,1	1,4167	ns
	Eixo 1	1	246,48	24	7030,6	0,828	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	1077,19	20	5953,5	0,9047	ns

Tabela 3. Continuação

Variável resposta	Variável explicativa	d.f.	Deviance	Residual d.f.	Residual deviance	F	P
Shannon	Modelo nulo			29	3,2977		
	Fisionomia	4	0,89345	25	2,4042	2,3098	ns
	Eixo 1	1	0,31384	24	2,0904	3,2454	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,15634	20	1,934	0,4042	ns
Simpson	Modelo nulo			29	0,16174		
	Fisionomia	4	0,025687	25	0,13605	1,1044	ns
	Eixo 1	1	0,007927	24	0,12812	1,3633	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,011829	20	0,11629	0,5086	ns
Equabilidade	Modelo nulo			29	0,1949		
	Fisionomia	4	0,035813	25	0,15908	1,2825	ns
	Eixo 1	1	0,001619	24	0,15746	0,2319	ns
	Fisionomia*Eixo 1	4	0,017841	20	0,13962	0,6389	ns

com a altura dos indivíduos e areia correlaciona-se positivamente. Na formação florestal, o alumínio apresentou correlação positiva com a densidade de indivíduos (Tabela 4). A área basal correlaciona-se positivamente com o teor de fósforo e areia, e negativamente com silte e argila. A altura foi associada negativamente com alumínio e argila e positivamente com fósforo e areia.

Com relação às variáveis do solo e diversidade, as correlações de Pearson apresentaram vários resultados consistentes (Tabela 4). Na formação aberta, foi encontrada correlação negativamente significativa entre riqueza de espécies e teores de alumínio e silte, e positivamente com areia. A dominância de uma única espécie foi negativamente correlacionada com areia e positivamente correlacionada com sódio, alumínio e silte. Os índices de Shannon, Simpson e equabilidade foram correlacionados positivamente com areia e negativamente com alumínio e silte. Na formação florestal, a riqueza de espécie foi correlacionada positivamente com sódio. Houve uma correlação negativa entre a dominância de uma única espécie e o pH. O índice de Shannon foi correlacionado positivamente com fósforo e sódio. Correlações não significativas foram encontradas entre o índice de Simpson e Equabilidade em relação às variáveis pedológicas analisadas.

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre as características físicas e químicas do solo e estrutura e diversidade de duas formações tropicais (aberta e florestal). Os coeficientes de correlação que estão em negrito apresentam valores de $P \leq 0,05$, aqueles que estão em negrito e itálico têm valores de $P \leq 0,01$, e aqueles que estão em negrito, itálico e sublinhado possuem valor de $P \leq 0,001$.

	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	SB	CTC	MO	Areia	Silte	Argila
Formação aberta													
Estrutura													
NI	0,03	-0,03	-0,03	0,14	-0,07	0,01	0,41	-0,03	0,11	0,20	-0,30	0,46	-0,05
Densidade	0,03	-0,03	-0,03	0,14	-0,07	0,01	0,41	-0,03	0,11	0,20	-0,30	0,46	-0,05
AB	0,06	-0,02	-0,01	0,36	-0,01	0,10	<u>0,57</u>	0,05	0,25	0,36	-0,41	<u>0,59</u>	-0,01
Altura	-0,41	-0,23	-0,33	-0,20	-0,30	-0,36	<u>-0,65</u>	-0,35	-0,37	<u>-0,59</u>	<u>0,64</u>	<u>-0,74</u>	-0,22
Diversidade													
Riqueza	-0,06	-0,11	0,03	-0,12	0,05	-0,03	-0,36	0,02	-0,08	-0,19	0,41	-0,38	0,10
DoA	0,13	-0,04	0,06	0,42	-0,05	0,09	<u>0,67</u>	0,03	0,23	0,33	<u>-0,55</u>	<u>0,61</u>	0,21
Shannon	-0,19	-0,05	-0,13	-0,28	-0,02	-0,17	<u>-0,62</u>	-0,10	-0,22	-0,35	<u>0,61</u>	<u>-0,63</u>	-0,31
Simpson	-0,18	0,03	-0,11	-0,31	0,02	-0,15	<u>-0,62</u>	-0,07	-0,19	-0,30	<u>0,59</u>	<u>-0,63</u>	-0,28
Equabilidade	-0,22	-0,00	-0,15	-0,31	-0,03	-0,19	<u>-0,63</u>	-0,12	-0,21	-0,34	<u>0,60</u>	<u>-0,66</u>	-0,25
Formação Florestal													
Estrutura													
NI	-0,09	-0,22	-0,13	0,03	-0,05	-0,10	0,34	-0,07	0,08	0,10	-0,10	-0,11	0,29

Tabela 4. Continuação

	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	SB	CTC	MO	Areia	Silte	Argila
Formação Florestal													
Densidade	-0,22	-0,21	-0,29	-0,04	-0,28	-0,30	0,46	-0,29	-0,09	-0,04	0,06	-0,29	0,16
AB	-0,29	0,41	-0,21	0,05	-0,31	-0,18	-0,10	-0,27	-0,33	-0,30	<u>0,60</u>	-0,37	<u>-0,70</u>
Altura	-0,05	0,49	0,05	-0,00	0,04	0,09	-0,48	0,05	-0,30	-0,29	<u>0,49</u>	-0,12	<u>-0,75</u>
Diversidade													
Riqueza	0,26	0,36	0,30	0,44	0,29	0,29	-0,34	0,29	0,22	0,27	-0,01	0,13	-0,11
DoA	-0,42	0,00	-0,26	-0,05	-0,23	-0,22	0,26	-0,23	-0,24	-0,20	0,32	-0,35	-0,24
Shannon	0,30	0,36	0,34	0,43	0,24	0,27	-0,36	0,26	0,24	0,26	-0,04	0,15	-0,08
Simpson	0,27	0,25	0,27	0,31	0,17	0,19	-0,25	0,18	0,20	0,21	-0,08	0,15	0,01
Equabilidade	0,26	0,24	0,27	0,27	0,12	0,16	-0,26	0,14	0,18	0,18	-0,08	0,15	-0,00

Discussão

Neste estudo, de uma forma geral, houve diferenças significativas nos parâmetros vegetacionais (estrutura e diversidade) entre os diferentes habitats (Tabela 2). Além disso, as variáveis do solo apresentaram efeitos sobre a estrutura e diversidade de espécies, sendo mais expressiva na formação aberta do que na formação florestal (Tabela 2). Deve ser mencionado, contudo, que não só o solo afeta a vegetação, mas que as comunidades vegetais também podem influenciar em muitos processos biogeoquímicos do solo através de feedbacks (Townsend et al. 2008). Como exemplo, pode-se citar os efeitos da produtividade e estrutura da vegetação na variação (espacial e sazonal) da textura e disponibilidade de nutrientes no solo (Townsend et al. 2008).

Solo, estrutura e diversidade entre diferentes habitats

A diferença entre os solos das dez fisionomias estudadas, em termos de química e textura, demonstrou a influência da heterogeneidade ambiental na paisagem da Serra Geral. Estas alterações edáficas são comumente encontradas em áreas ecotonais (Arruda et al. 2013; Nunes et al. 2013; Rodrigues et al. 2013; Veloso et al. 2014), que podem ser resultado de processos bióticos que criam gradientes edáficos, em vez de ser determinado unicamente pelas condições edáficas pré-existent (Silva et al. 2013). Diante do exposto, estudos em paisagens heterogêneas têm proporcionado novas formas de explorar aspectos dos padrões espaciais e processos ecológicos (Pickett & Cadenasso 1995).

As diferenças estruturais do componente lenhoso entre os habitats foram evidentes nas duas formações vegetacionais. Em áreas de formação aberta é bem estabelecido que a estrutura da vegetação pode ser variável ao longo da paisagem, dentro de gradientes topográficos de algumas centenas de metros de comprimento (Rossatto et al. 2012). Entre as diferenças marcantes apresentadas pela formação aberta, o Campo Rupestre foi, surpreendentemente, o detentor da maior área basal e maior número de indivíduos. Este resultado é anômalo se comparado com outras áreas de Campo Rupestre, já que grande parte dos estudos excluem as espécies de monocotiledôneas nos levantamentos da vegetação (Lenza et al. 2011). Assim, o alto número de indivíduos do habitat Campo Rupestre deve-se, principalmente, a grande quantidade de *candombás* (indivíduos da espécie *Vellozia* sp.). Além disso, a maior área basal, por parte deste habitat, indica um artefato amostral, uma vez que a medida de CAS dos indivíduos de *Vellozia* sp. foram realizadas no pseudocaule. Esta estrutura

consiste a maior parte de sua massa em bainhas de folhas persistentes em torno de um delgado caule lenhoso (Ayensu 1973; Jacobi & Sarto 2007), o qual evidencia uma superestimativa do parâmetro área basal. O Campo Rupestre também se destaca por apresentar a menor média de altura dos indivíduos lenhosos, que deve-se, provavelmente, a um conjunto de fatores, como baixa qualidade nutricional do solo e ação do fogo (Costa & Araújo 2007). Com relação às formações florestais, a Mata Ciliar apresentou maior frequência de indivíduos maiores e maior área basal. Uma provável explicação para este resultado é que a mata ciliar pode ser considerado um hábitat méxico quando comparado aos outros hábitats da formação florestal amostrados, que podem ser denominados como xéricos. Os hábitats méxicos possuem melhores condições nutricionais e de produtividade quando comparados aos xéricos (Murphy & Lugo 1986; Segura et al. 2003), influenciando diretamente na estrutura da comunidade vegetal. Em contraste, a mata seca sobre Argissolo Distrófico, localizada no sopé da Serra, apresentou destaque em relação ao parâmetro densidade e número de indivíduos. O baixo potencial químico do solo deste hábitat em relação aos demais tende a influenciar a maior densidade e menor área basal dos indivíduos arbóreos. Assim, a complexidade estrutural, nas paisagens estudadas, está fortemente relacionada com a disponibilidade de nutrientes e água, e consequentemente com a textura do solo, a exemplo de Murphy & Lugo 1986, Segura et al. 2003, Rodrigues et al. 2013 e Veloso et al. 2014.

Com relação aos parâmetros de diversidade, apenas as fisionomias pertencentes à formação aberta apresentaram diferenças significativas. Os diferentes tipos de solos que aparecem nas formações abertas (Tabela 1) podem causar diferenças nos parâmetros de diversidade. De acordo com muitos autores (Oliveira-Filho et al. 1989; Assis et al. 2011; Neri et al. 2012), as características dos solos são um dos fatores que mais influenciam a diversidade de plantas em áreas de Cerrado. Desta forma, as espécies lenhosas apresentaram maior abundância em condições ambientais (e.g. pedológicas) favoráveis para elas. Este resultado explica a variação em outros parâmetros de diversidade, como índice de Shannon, índice de Simpson e equabilidade de Pielou. Para os hábitats de formação florestal não foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros de diversidade. Mudanças na disponibilidade de água e o teor nutricional do solo são fatores importantes na determinação da riqueza de espécies florestais (Balvanera et al. 2002; Guerra et al. 2013; Rodrigues et al. 2013). Entretanto, neste estudo, as diferenças das características do solo podem não ser tão grandes a ponto de proporcionar mudanças expressivas na riqueza de espécies. Como alternativa, pode-

se pensar em mudanças na composição de espécies, já que este fator não foi demonstrado neste estudo. Assim, a composição de espécies pode variar, formando grupos de espécies indicadoras para cada hábitat (ver Assis et al. 2011; Guerra et al. 2013), sem grande diferença na riqueza de espécies entre os mesmos hábitats.

Relação solo-vegetação

Os efeitos do solo na vegetação apresentaram comportamento diferenciado entre os tipos de formação, aberta e florestal. Esta singularidade nas relações solo-vegetação também foi reconhecida para diferentes florestas, úmida e seca (Peña-Claros et al. 2012). As características do solo foram extremamente importantes nos hábitats de formação aberta, apresentando relação significativa com os todos os parâmetros vegetacionais (Tabela 2). No entanto, os eixos das PCAs não foram significativos para os parâmetros estruturais e de diversidade dos hábitats florestais, com exceção da riqueza de espécies (Tabela 2). Uma explicação para esses resultados é que as características do solo diferem entre os tipos de formação vegetal, propiciando o comportamento singular da relação solo-vegetação em cada formação. Por exemplo, nos hábitats de formação aberta, as características do solo apresentaram grande variação, enquanto que nos hábitats de formação florestal, as características do solo foram diferenciadas (Tabela S2), mas não ao ponto de influenciar nas características vegetacionais entre os hábitats. Assim, os nutrientes e disponibilidade de água (avaliado pela textura do solo) podem ser menos limitante na formação florestal do que na formação aberta, influenciando semelhantemente na relação solo-vegetação dos hábitats florestais.

Como mencionado anteriormente, não existe relação direta entre os parâmetros de diversidade e o solo entre os hábitats florestais. Este resultado está em conformidade com Clinebell et al. (1995), no qual afirma que a riqueza de espécies vegetais não possui relação direta com as propriedades edáficas, ou seja, alta concentração de nutrientes do solo favorecendo algumas espécies em detrimento de outras. Nos hábitats abertos, o alumínio, areia e silte foram os atributos do solo que mais destacaram com relação aos descritores da vegetação. A dominância de uma única espécie, maior no Campo Rupestre e Campo Cerrado, foi correlacionada positivamente com sódio, alumínio, matéria orgânica e silte, e negativamente com areia. Uma explicação para estes resultados é que os nutrientes foram mais limitantes nas parcelas do Campo Rupestre e Campo Cerrado. O maior teor de alumínio decorre da lixiviação e empobrecimento do solo, resultando em competição com os nutrientes essenciais e

toxidez (Arens 1963; Ruggiero et al. 2002), selecionando espécies tolerantes a este elemento. Outro fator não estudado, como a abertura de dossel, pode possuir relação indireta na diferenciação dos parâmetros de diversidade (Poulsen et al. 1996; Assis et al. 2011). Deste modo, as propriedades do solo determinam o aumento da biomassa, que consequentemente reduzem a disponibilidade de luz e influenciam os parâmetros de diversidade e composição florística dos habitats de formação aberta (Assis et al. 2011).

A relação solo-vegetação em paisagens tão diversas é também importante no ponto de vista da biologia da conservação, no qual o conhecimento adquirido poderá ajudar na execução de planos pró-ativos para manutenção da biodiversidade (Assis et al. 2011; Guerra et al. 2013). Neste estudo, além do fato de observar formações estruturalmente distintas, pode-se notar que a diversidade comporta-se de maneira diferenciada entre as comunidades abertas e florestais. Portanto, futuros estudos sobre diferentes habitats em paisagens tropicais necessitam incluir a distribuição das espécies e suas abundâncias em relação às variáveis edáficas, a fim de entender melhor os processos envolvidos na relação solo-vegetação, especialmente nas áreas ecotonais.

Conclusão

Os resultados indicaram significativa variação nas características estruturais entre os diferentes habitats nas duas formações estudadas. Por outro lado, os parâmetros de diversidade não foram significativos entre os habitats da formação florestal, pois, provavelmente, as características do solo não diferiram a ponto de influenciar na diversidade de espécies destes habitats. Portanto, estes resultados sugerem que a estrutura da vegetação é um fator significativo nos habitats de áreas ecotonais no sudeste do Brasil, com a diversidade variando extremamente entre os habitats abertos. Além disso, foi detectado que a maioria dos parâmetros vegetacionais da formação aberta foram significativos em relação às características edáficas, ao contrário dos habitats de formação florestal. Assim, os resultados deste trabalho indicam (i) que existe uma diferenciação na estrutura e diversidade entre habitats abertos, com íntima relação com as características edáficas e (ii) que os habitats florestais são estruturalmente distintos, mas os parâmetros de diversidade não possuem diferenças, apresentando estreita relação com os fatores edáficos.

Referências Bibliográficas

- Ab'Sáber, A. 2003. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 7 ed., Ateliê Editorial, São Paulo. 160p.
- Antunes, F. Z. 1994. Área mineira do Polígono das Secas: caracterização climática. **Informe Agropecuário** 17(181): 15-19.
- Arens, K. 1963. As plantas lenhosas dos campos cerrados como vegetação adaptada às deficiências minerais do solo. In: Ferri, M. G. (ed.). **III Simpósio sobre o Cerrado**. Edgard Blucher /EDUSP, São Paulo. pp. 13-115.
- Arruda, D. M.; Ferreira Júnior, W. G.; Teixeira, R. D. B. L.; Schaefer, C. E. G. R. 2013. Phytogeographical patterns of dry forests sensu stricto in northern Minas Gerais State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 85(2): 283-294.
- Assis, A. C. C.; Coelho, R. M.; Pinheiro, E. S.; Durigan, G. 2011. Water availability determines physiognomic gradient in an area of low-fertility soils under Cerrado vegetation. **Plant Ecology** 212(7): 1135-1147.
- Ayensu, E. S. 1973. Biological and morphological aspects of the Velloziaceae. **Biotropica** 5(3): 135-149.
- Baldeck, C. A.; Harms, K. E.; Yavitt, J. B.; John, R.; Turner, B. L. et al. 2013. Soil resources and topography shape local tree community structure in tropical forests. **Proceedings of the Royal Society B** 280(1753): 20122532.
- Balvanera, P.; Lott, E.; Segura, G.; Siebe, C.; Islas, A. 2002. Patterns of β -diversity in a Mexican tropical dry forest. **Journal of Vegetation Science** 13(2): 145-158.
- Brandão, M. 2000. Caatinga. In: Mendonça, M. P.; Lins, L. V. (eds.). **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas/ Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, Belo Horizonte. pp. 75-85.
- Cientec. 2010. **Mata Nativa 3, manual do usuário**. Viçosa, MG. 295p.
- Clinebell, R. R.; Phillips, O. L.; Gentry, A. H.; Stark, N.; Zuuring, H. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. **Biodiversity and Conservation** 4(1): 56-90.
- Costa, I. R.; Araújo, F. S. 2007. Organização comunitária de um enclave de cerrado sensu stricto no bioma Caatinga, chapada do Araripe, Barbalha, Ceará. **Acta Botanica Brasilica** 21(2): 281-291.
- Crawley, M. J. 2007. **Statistical computing - an introduction to data analysis using s-plus**. John Wiley & Sons, London. 772p.

- Dale, M. R. T. 1999. **Spatial pattern analysis in plant ecology**. Cambridge University, Cambridge. 326p.
- Dalling, J. W.; Muller-Landau, H. C.; Wright, S. J.; Hubbell, S. P. 2002. Role of dispersal in the recruitment limitation of neotropical pioneer species. **Journal of Ecology** **90**(4): 714-727.
- Drummond, G. M.; Martins, C. S.; Machado, A. B. M.; Saibo, F. A.; Antonini, I. 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2 ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 222p.
- Dybzinski, R.; Fargione, J. E.; Zak, D. R.; Fornara, D. A.; Tilman, D. 2008. Soil fertility increases with plant species diversity in a long-term biodiversity experiment. **Oecologia** **158**(1): 85-93.
- Enright, N. J.; Miller, B. P.; Crawford, A. 1994. Environmental correlates of vegetation patterns and species richness in the northern Grampians, Victoria. **Austral Ecology** **19**(2): 159-168.
- Espírito-Santo, M. M.; Sevilha, A. C.; Anaya, F. C.; Barbosa, R.; Fernandes, G. W.; Sanchez-Azofeifa, G. A.; Scariot, A.; Noronha, S. E.; Sampaio, C. A. 2009. Sustainability of tropical dry forests: Two case studies in southeastern and central Brazil. **Forest Ecology and Management** **258**(6): 922-930.
- Ferreira Júnior, W. G.; Silva, A. F.; Schaefer, C. E. G. R.; Meira Neto, J. A. A.; Dias, A. S.; Ignácio, M.; Medeiros, M. C. M. P. 2007. Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. **Edinburgh Journal of Botany** **64**(2): 137-157.
- Goodland, R.; Pollard, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology** **61**(1): 219-224.
- Guerra, T. N. F.; Rodal, M. J. N.; Silva, A. C. B. L.; Alves, M. ; Silva, M. A. M.; Mendes, P. G. A. 2013. Influence of edge and topography on the vegetation in an Atlantic Forest remnant in northeastern Brazil. **Journal of Forest Research** **18**(2): 200-208.
- Huston, M. A. 1980. Soil nutrients and tree species richness in Costa Rican forests. **Journal of Biogeography** **7**(2): 147-157.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2014. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> (acesso em 04/06/2014).
- Jacobi, C. M.; Sarto, M. C. L. 2007. Pollination of two species of *Vellozia*

- (Velloziaceae) from high-altitude quartzitic grasslands, Brazil. **Acta Botanica Brasilica** **21**(2): 325-333.
- Köppen, W. 1948. **Climatología: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica, México. 478p.
- Lenza, E.; Pinto, J. R. R.; Pinto, A. S.; Maracahipes, L.; Bruziguessi, E. P. 2011. Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado. **Brazilian Journal of Botany** **34**(3): 247-259.
- Mccune, B.; Mefford, M. J. 2011. **PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data**. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach.
- Murphy, P.; Lugo, A. E. 1986. Ecology of Tropical Dry Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics** **17**: 67-88.
- Neri, A. V.; Schaefer, C. E. G. R.; Silva, A. F.; Souza, A. L.; Ferreira-Junior, W. G.; Meira-Neto, J. A. A. 2012. The influence of soils on the floristic composition and community structure of an area of Brazilian cerrado vegetation. **Edinburgh Journal of Botany** **69**(1): 1-27.
- Nunes, Y. R. F.; Luz, G. R.; Souza, S. R.; Silva, D. L.; Veloso, M. D. M.; Espírito-Santo, M. M.; Santos, R. M. 2013. Floristic, structural, and functional group variations in tree assemblages in a Brazilian Tropical Dry Forest: effects of successional stage and soil properties. In: Sanchez-Azofeifa, A.; Powers, J. S.; Fernandes, G. W.; Quesada, M. (eds.). **Tropical Dry Forests in the Americas: ecology, conservation, and management**. CRC Press, Boca Raton. pp. 325-349.
- Oliveira-Filho, A. T.; Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: Oliveira, P. S.; Marquis, R. J. (orgs.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. Columbia University Press, New York. pp. 91-120.
- Oliveira-Filho, A. T.; Sheperd, G. J.; Martins, F. R.; Stubblebine, W. H. 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of Cerrado in central, Brazil. **Journal Tropical Ecology** **5**(4): 413-431.
- Oliveira-Filho, A. T.; Curi, N.; Vilela, E. A.; Carvalho, D. A. 1998. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a central Brazilian deciduous dry forest. **Biotropica** **30**(3): 362-375.
- Peña-Claros, M.; Poorter, L.; Alarcón, A.; Blate, G.; Choque, U.; Fredericksen, T. S.; Justiniano, M. J.; Leaño, C. ; Licona, J. C.; Pariona, W. ; Putz, F. E.; Quevedo, L.; Toledo, M. 2012. Soil effects on forest structure and diversity in a moist and a dry

- tropical forest. **Biotropica** 44(3): 276-283.
- Pickett, S. T. A.; Cadenasso, M. L. 1995. Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems. **Science** 269(5222): 331-334.
- Poulsen, A. D.; Tuomisto, H.; Balslev, H. 2006. Edaphic and floristic variation within a 1-ha plot of lowland Amazonian rain forest. **Biotropica** 38(4): 468-478.
- R Development Core Team. 2012. **R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna. (<http://www.r-project.org/>).
- Ratnam, J.; Bond, W. J.; Fensham, R. J.; Hoffmann, W. A.; Archibald, S. Lenhmann, C. E. R.; Anderson, M. T.; Higgins, S. I.; Sankaran, M. 2011. When is a 'forest' a savanna, and why does it matter? **Global Ecology and Biogeography** 20(5): 653-660.
- Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora.** Embrapa Cerrados / Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. pp. 151-212.
- Rodrigues, P. M. S. R.; Martins, S. V.; Neri, A. V.; Nunes, Y. R. F.; Magnago, L. F. S. 2013. Riqueza e estrutura do componente arbóreo e características edáficas de um gradiente de floresta ciliar em Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore** 37(6): 1011-1023.
- Rossatto, D. R.; Silva, L. C. R.; Villalobos-Vega, R.; Sternberg, L. S. L.; Franco, A. C. 2012. Depth of water uptake in woody plants relates to groundwater level and vegetation structure along a topographic gradient in a neotropical savanna. **Environmental and Experimental Botany** 77: 259-266.
- Ruggiero, P. G. C.; Batalha, M. A.; Pivello, V. R.; Meirelles, S. T. 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology** 160(1): 1-16.
- Segura, G.; Balvanera, P.; Durán, E.; Pérez, A. 2003. Tree community structure and stem mortality along a water availability gradient in a Mexican tropical dry forest. **Plant Ecology** 169(2): 259-271.
- Silva, L. C. R.; Hoffmann, W. A.; Rossatto, D. R.; Haridasan, M.; Franco, A. C. 2013. Can savannas become forests? A coupled analysis of nutrient stocks and fire thresholds in central Brazil. **Plant Soil** 373(1-2): 829-842.
- Statsoft Inc. 2004. **Statistica: data analysis software system.** Versão 7.0. Statsoft, Tulsa.
- Tilman, D. 1984. Plant dominance along an experimental nutrient gradient. **Ecology**

65(5): 1445-1453.

- Townsend, A. R.; Asner, G. P.; Cleveland, C. C. 2008. The biogeochemical heterogeneity of tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution** 23(8): 424-431.
- Veloso, M. D. M.; Nunes, Y. R. F.; Azevedo, I. F. P.; Rodrigues, P. M. S.; Fernandes, L. A.; Santos, R. M.; Fernandes, G. W.; Pereira, J. A. A. 2014. Floristic and structural variations of the arboreal community in relation to soil properties in the Pandeiros river riparian forest, Minas Gerais, Brazil. **Interciencia** 39(9): 628-636.

MATERIAL SUPLEMENTAR

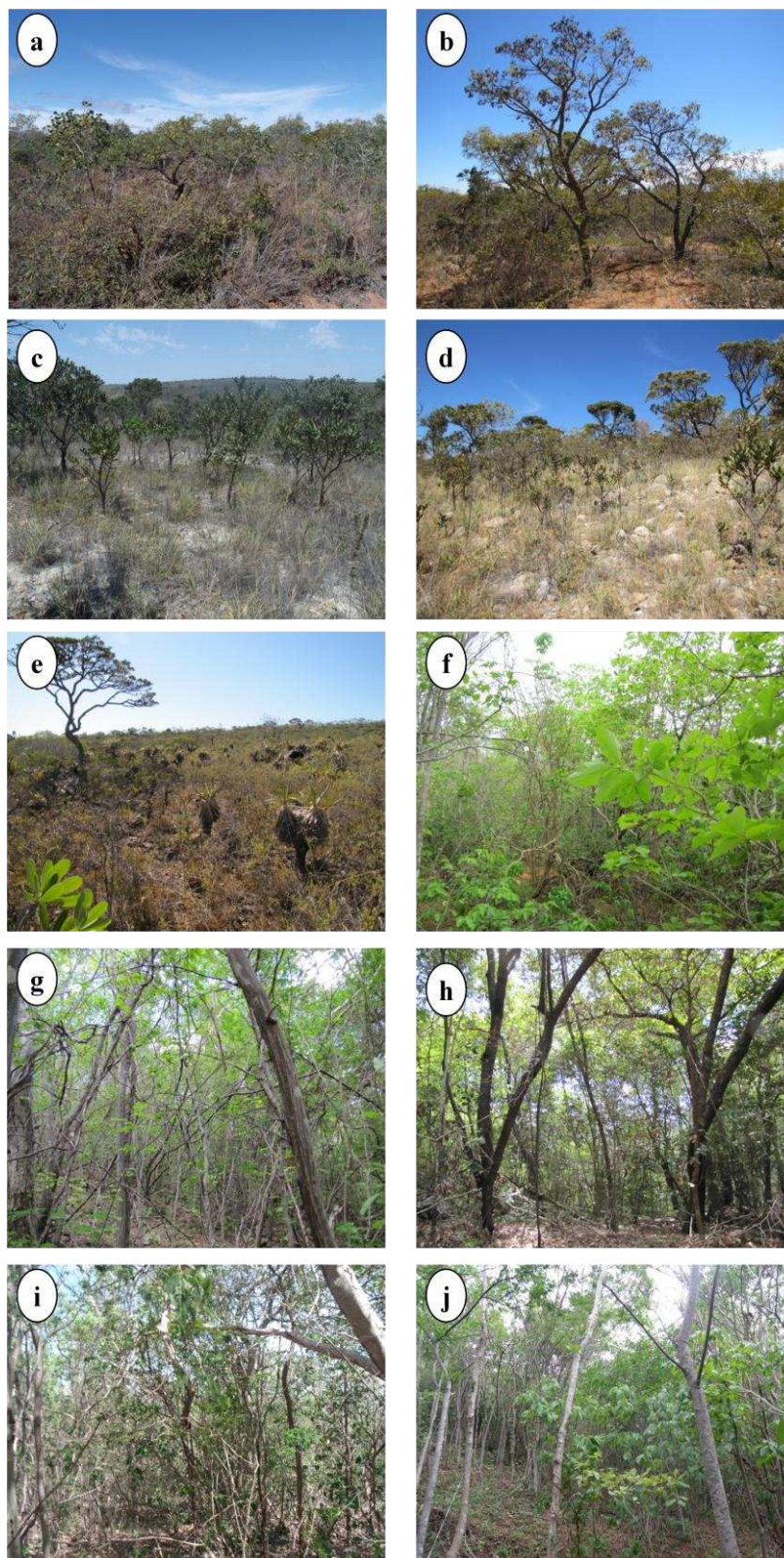


Figura S1- Diferentes habitats no Parque Estadual Caminho dos Gerais, Minas Gerais, Brasil. a) Cerrado s.s. não plantado; b) Cerrado s.s. plantado; c) Campo Cerrado; d) Cerrado Rupestre; e) Campo Rupestre; f) Mata Seca em Argissolo; g) Mata Seca em Cambissolo Distrófico; h) Mata Ciliar; i) Arbustal; j) Mata Seca em Cambissolo Eutrófico.

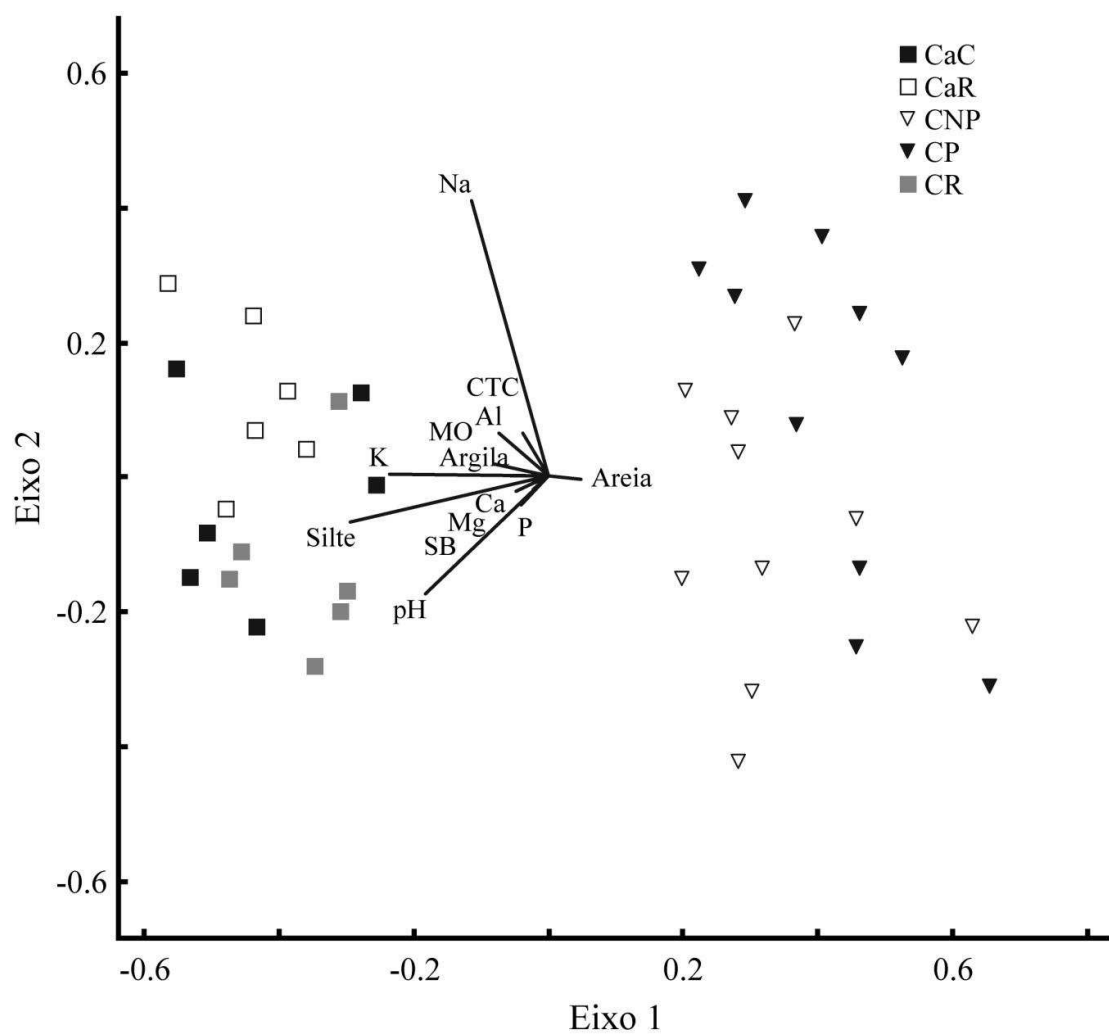


Figura S2. Diagrama de ordenação das análises de componentes principais mostrando a relação entre as variáveis do solo com os habitats de formação aberta. Cerrado s.s. não plantado (CNP), Cerrado s.s. plantado (CP), Cerrado Rupestre (CR), Campo Cerrado (CaC), Campo Rupestre (CaR).

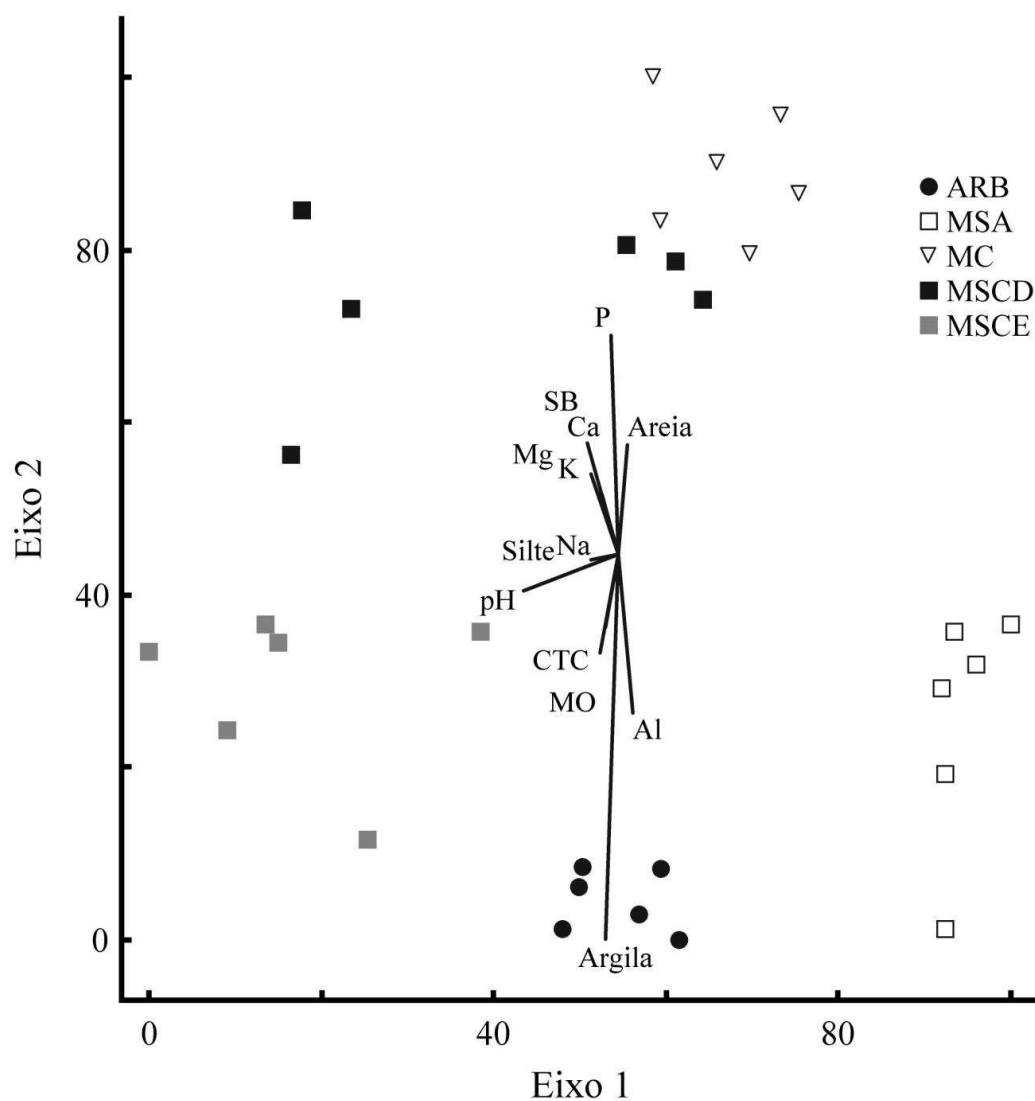


Figura S3. Diagrama de ordenação das análises de componentes principais mostrando a relação entre as variáveis do solo com os habitats de formação florestal. Mata Ciliar (MC), Mata Seca em Cambissolo Eutrófico (MSCE), Mata Seca em Cambissolo Distrófico (MSCD), Mata Seca em Argissolo (MSA) e Arbustal (ARB).

Tabela S1. Listagem das espécies mais comuns em cada hábitat amostrado e seu respectivo número de indivíduos.

Hábitat	Espécie mais comum	Número de indivíduos
Formação aberta		
CNP	Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne	156
CP	Copaifera arenicola (Ducke) J.Costa & L.P.Queiroz	142
CaC	Vochysia rufa Mart.	342
CR	Vochysia rufa Mart.	98
CaR	Vellozia sp.	683
Formação florestal		
MSA	Handroanthus spongiosus (Rizzini) S.Grose	130
MSCD	Handroanthus spongiosus (Rizzini) S.Grose	66
MC	Duguetia lanceolata A.St.-Hil.	68
AR	Luetzelburgia auriculata (Allemão) Ducke	84
MSCE	Pseudopiptadenia brenanii G.P.Lewis & M.P.Lima	59

* Cerrado s.s. não plantado (CNP); Cerrado s.s. plantado (CP); Campo Cerrado (CaC); Cerrado Rupestre (CR); Campo Rupestre (CaR); Mata Seca em Argissolo (MAS); Mata Seca em Cambissolo Distrófico (MSCD); Mata Ciliar (MC); Arbustal (AR); Mata Seca em Cambissolo Eutrófico (MSCE).

Tabela S2. Características do solo em diferentes habitats de formações abertas e florestais, em uma paisagem ecotonal no Brasil. As médias ($\pm$ SE) são baseadas em 10 parcelas para os cerrados sensu stricto e 6 parcelas para os demais habitats. As diferenças entre os habitats foram determinados com contraste de médias. * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$, ns = não significativo.

	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE	Valor de P
pH_H ₂ O	4,81 $\pm$ 0,04a	4,77 $\pm$ 0,03a	5,12 $\pm$ 0,04a	5,18 $\pm$ 0,08b	5,02 $\pm$ 0,06a	3,84 $\pm$ 0,05c	5,20 $\pm$ 0,25a	4,57 $\pm$ 0,11a	4,93 $\pm$ 0,09a	5,84 $\pm$ 0,18d	***
P	0,46 $\pm$ 0,04a	0,61 $\pm$ 0,06a	0,46 $\pm$ 0,05a	1,57 $\pm$ 0,27b	0,82 $\pm$ 0,12c	1,37 $\pm$ 0,13b	4,59 $\pm$ 0,4d	2,61 $\pm$ 0,41e	1,67 $\pm$ 0,09b	2,08 $\pm$ 0,14b	***
K	13,2 $\pm$ 1,21a	9,8 $\pm$ 1,12a	37,06 $\pm$ 3,56b	29,06 $\pm$ 2,28a	20,11 $\pm$ 1,78a	41,06 $\pm$ 1,66b	138,61 $\pm$ 13,82c	71,17 $\pm$ 4,18d	84,22 $\pm$ 9,97d	149,17 $\pm$ 8,79c	***
Na	1,03 $\pm$ 0,27a	2,52 $\pm$ 0,56b	2,43 $\pm$ 0,46a	1,96 $\pm$ 0,23a	3,5 $\pm$ 0,47c	2,46 $\pm$ 0,11a	3,79 $\pm$ 0,65c	3,29 $\pm$ 0,53c	3,61 $\pm$ 0,4c	3,58 $\pm$ 0,41c	***
Ca	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,11 $\pm$ 0,04b	0,14 $\pm$ 0,03b	0,07 $\pm$ 0,02a	0,13 $\pm$ 0,01b	2,32 $\pm$ 0,59c	0,73 $\pm$ 0,13d	0,65 $\pm$ 0,09d	3,37 $\pm$ 0,4e	***
Mg	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,1 $\pm$ 0,02b	0,09 $\pm$ 0,01b	0,06 $\pm$ 0,00b	0,09 $\pm$ 0,00b	1,01 $\pm$ 0,26c	0,65 $\pm$ 0,07d	0,45 $\pm$ 0,06c	1,59 $\pm$ 0,17e	***
Al	0,75 $\pm$ 0,03a	0,75 $\pm$ 0,02a	1,22 $\pm$ 0,09b	1,02 $\pm$ 0,13a	2,06 $\pm$ 0,25c	1,31 $\pm$ 0,04b	0,16 $\pm$ 0,07d	0,41 $\pm$ 0,06e	0,99 $\pm$ 0,06a	0,1 $\pm$ 0,06d	***
SB	0,04 $\pm$ 0a	0,04 $\pm$ 0,01a	0,31 $\pm$ 0,07b	0,32 $\pm$ 0,03b	0,19 $\pm$ 0,03b	0,33 $\pm$ 0,01b	3,71 $\pm$ 0,87c	1,58 $\pm$ 0,16d	1,34 $\pm$ 0,18d	5,35 $\pm$ 0,57e	***
CTC	5,11 $\pm$ 0,27a	5,03 $\pm$ 0,17a	5,62 $\pm$ 0,21a	5,62 $\pm$ 0,70a	7,19 $\pm$ 0,37b	4,86 $\pm$ 0,09a	7,96 $\pm$ 0,73b	5,39 $\pm$ 0,46a	8,12 $\pm$ 0,67b	9,63 $\pm$ 0,41b	***
MO	1,72 $\pm$ 0,1a	1,45 $\pm$ 0,08a	2,41 $\pm$ 0,22b	2,1 $\pm$ 0,26a	3,33 $\pm$ 0,18c	1,5 $\pm$ 0,08a	3,68 $\pm$ 0,49c	1,9 $\pm$ 0,3b	3,81 $\pm$ 0,51c	4,63 $\pm$ 0,4c	***

Tabela S2. Continuação.

	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE	Valor de P
Areia	80,03 ± 1,38a	86,20 ± 0,57b	67,67 ± 1,26c	74,06 ± 2,05a	64,17 ± 2,64c	77,78 ± 1,16a	66,06 ± 3,61d	82,5 ± 1,19a	60 ± 2,33c	44 ± 0,84e	***
Silte	4,03 ± 0,47a	3,57 ± 0,38a	12,67 ± 1,01b	12,44 ± 0,57b	19,61 ± 1,79c	5,11 ± 0,41a	17,28 ± 2,2b	9,61 ± 0,82b	13,39 ± 1,2b	26,72 ± 0,9d	***
Argila	15,93 ± 1,64a	10,23 ± 0,24b	19,67 ± 0,5a	13,5 ± 2,05b	16,22 ± 1,44a	17,11 ± 1,33a	16,67 ± 1,87a	7,89 ± 0,81b	26,61 ± 1,19c	29,28 ± 0,85c	***

* Cerrado s.s. não plantado (CNP); Cerrado s.s. plantado (CP); Campo Cerrado (CaC); Cerrado Rupestre (CR); Campo Rupestre (CaR); Mata Seca em Argissolo (MAS); Mata Seca em Cambissolo Distrófico (MSCD); Mata Ciliar (MC); Arbustal (AR); Mata Seca em Cambissolo Eutrófico (MSCE).

Tabela S3. Estrutura e diversidade em diferentes habitats de formações abertas e florestais, em uma paisagem ecotonal no Brasil. As médias ($\pm$ SE) são baseadas em 10 parcelas para os cerrados sensu stricto e 6 parcelas para os demais habitats. As diferenças entre os habitats foram determinados com contraste de médias. * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$, ns = não significativo.

Formação aberta										
	CNP		CP		CaC		CR		CaR	
Estrutura										
Número de indivíduos	90,6	±	78,6 ± 5b		106,2	±	83,3 ± 9,5b		155,7	±
	13,4b				22,9b				42,2a	
Densidade	2265	±	1965	±	2654,2	±	2083,3	±	3891,7	±
	334,8b		124,4c		572a		237,7c		1055,9a	
Área Basal	0,3 ± 0c		0.6 ± 0,1b		0,6 ± 0,1b		0,5 ± 0,1c		1,4 ± 0,4a	
Altura	2,4 ± 0,2a		2,8 ± 0,1a		1,9 ± 0,2b		2,1 ± 0,3b		1,2 ± 0,1c	
Diversidade										
Riqueza	16,9 ± 1,4a		17,5 ± 0,7a		14,7	±	16,7 ± 1,5a		12,7 ± 2a	
					1,9a					
Dominância de uma única espécie (%)	15,8 ± 3,1b		17 ± 3,7b		38,5		19,5 ± 3,6b		63,3	±
					±15,8a				10,3a	
Shannon	2,3 ± 0,1a		2,4 ± 0,1a		1,7 ± 0,3b		2,2 ± 0,1a		1,4 ± 0,3b	
Simpson	0,9 ± 0a		0,9 ± 0a		0,6 ± 0,1b		0,8 ± 0a		0,5 ± 0,1b	
Equabilidade	0,8 ± 0a		0,8 ± 0a		0,6 ± 0,1b		0,8 ± 0a		0,5 ± 0,1b	
Formação florestal										
	MSA		MSCD		MC		AR		MSCE	
Estrutura										
Número de indivíduos	59,8 ± 3,2a		50,3 ± 4,2b		39 ± 6,1b		59,3 ± 7,4b		45,8 ± 6b	
Densidade	1495,83	±	1258,33	±	975	±	1483,33	±	966,67	±
	80,47a		104,42b		152,75b		183,79a		75,74b	
Área Basal	0,43	±	0,77 ± 0,04b		1,26	±	0,56 ± 0,04b		0,23	±
	0,02c				0,17a				0,04c	
Altura	6,52	±	9,03 ± 0,16a		10,47	±	5,35 ± 0,23c		6,71	±
	0,23c				0,27a				0,19b	
Diversidade										
Riqueza	11,33	±	15,33	±	14,67	±	13,17	±	12 ± 1a	
	0,92a		1,48a		0,99a		1,56a			
Dominância de uma única espécie (%)	36,65	±	22,3 ± 6,98a		23,06	±	15,75	±	16,53	±
	2,94a				9,2a		5,31a		8,51a	
Shannon	1,81 ± 0,1a		2,28 ± 0,12a		2,24	±	2,13 ± 0,17a		1,99 ± 0,1a	
					0,13a					
Simpson	0,78	±	0,86 ± 0,03a		0,86	±	0,85 ± 0,03a		0,082	±
	0,02a				0,04a				0,03a	
Equabilidade	0,75	±	0,84 ± 0,03a		0,84	±	0,84 ± 0,03a		0,81 0,03a	
	0,02a				0,05a					

Tabela S4. Equações das regressões lineares obtidas através de modelos lineares generalizados (GLMs) a fim de verificar os efeitos entre os parâmetros estruturais e o solo em habitats abertos e florestais.

	Formação Aberta		Formação Florestal	
Número de indivíduos				
CaC	$y = 275,37 + 396,62x$	ARB	$y = 4,0374 - 1,1681x$	
CaR	$y = 542,94 + 870,67x$	MAS	$y = 3,7521 + 0,2612x$	
CNP	$y = 158,75 - 206,2x$	MC	$y = 3,2937 + 0,7837x$	
CP	$y = 87,81 - 22,36x$	MSCD	$y = 3,8175 - 0,1776x$	
CR	$y = 180,55 + 265,07x$	MSCE	$y = 3,3602 - 0,357x$	
Densidade				
CaC	$y = 9,244546 + 3,431289x$	= ARB	$y = 1476,8 - 1554,6x$	
CaR	$y = 10,09019 + 4,385006x$	= MAS	$y = 1035,5 + 362,4x$	
CNP	$y = 8,488088 - 2,658921x$	MC	$y = 671,7 + 757,3x$	
CP	$y = 7,680033 - 0,277371x$	MSCD	$y = 1154,4 - 221,2x$	
CR	$y = 8,867448 + 3,438283x$	= MSCE	$y = 687,7 - 233,2x$	
Área Basal				
CaC	$y = 0,07999 + 1,40959x$	ARB	$y = -0,59162 + 0,46238x$	
CaR	$y = 2,94069 + 6,19269x$	MAS	$y = -0,6233 - 0,16905x$	
CNP	$y = -0,72463 - 1,28655x$	MC	$y = -0,03434 + 0,52114x$	
CP	$y = -0,13 - 1,08398x$	MSCD	$y = -0,19763 + 0,15786x$	
CR	$y = -0,68453 + 0,46407x$	MSCE	$y = -1,66299 - 0,10455x$	
Altura				
CaC	$y = 0,2066 - 0,991x$	ARB	$y = 5,3577 + 1,8471x$	
CaR	$y = -0,5545 - 1,643x$	MAS	$y = 7,2498 - 0,5721x$	
CNP	$y = 0,7044 + 0,5206x$	MC	$y = 10,7956 - 0,8255x$	
CP	$y = 0,9314 + 0,2572x$	MSCD	$y = 9,1228 + 0,2011x$	
CR	$y = -0,213 - 2,5246x$	MSCE	$y = 7,0768 + 0,3067x$	

*Campo Cerrado (CaC), Campo Rupestre (CaR), Cerrado s.s. não plantado (CNP), Cerrado s.s. plantado (CP), Cerrado Rupestre (CR), Arbustal (ARB), Mata Seca em Argissolo (MSA), Mata Ciliar (MC), Mata Seca em Cambissolo Distrófico (MSCD) e Mata Seca em Cambissolo Eutrófico (MSCE).

Tabela S5. Equações das regressões lineares obtidas através de modelos lineares generalizados (GLM) a fim de verificar os efeitos entre os parâmetros de diversidade e o solo em habitats abertos e florestais.

	Formação Aberta		Formação Florestal
Riqueza			
CaC	$y = 4,7406-23,267x$	ARB	$y = 2,53496-0,31799x$
CaR	$y = 0,7337-26,8277x$	MAS	$y = 2,20322+0,16459x$
CNP	$y = 24,1159-21,8305x$	MC	$y = 2,82637-0,37945x$
CP	$y = 19,6341-5,1751x$	MSCD	$y = 2,59753-0,23398x$
CR	$y = 5,688-29,9325x$	MSCE	$y = 2,02211-0,37025x$
Dominância de uma única espécie			
CaC	$y = 130,882+216,603x$	ARB	$y = 15,74574+0,03159x$
CaR	$y = 124,718+140,406x$	MAS	$y = 66,73672-23,69544x$
CNP	$y = 26,615-32,73x$	MC	$y = 7,44051+38,99134x$
CP	$y = 7,461+23,193x$	MSCD	$y = 29,37456+15,05473x$
CR	$y = 27,108+20,845x$	MSCE	$y = -5,71999-18,60249x$
Índice de Shannon			
CaC	$y = -0,2852-4,6378x$	ARB	$y = 2,13394+0,1444x$
CaR	$y = -0,9079-5,0837x$	MAS	$y = 1,48193+0,25706x$
CNP	$y = 2,6187-0,9186x$	MC	$y = 2,62066-0,94217x$
CP	$y = 2,5878-0,4118x$	MSCD	$y = 2,1553-0,25829x$
CR	$y = 1,1324-2,8334x$	MSCE	$y = 1,67971-0,26218x$
Índice de Simpson			
CaC	$y = -0,1091-1,7754x$	ARB	$y = 0,85188+0,05023x$
CaR	$y = -0,3067-1,8849x$	MAS	$y = 0,68801+ 0,07376x$
CNP	$y = 0,8945-0,0558x$	MC	$y = 0,94793-0,23204x$
CP	$y = 0,9179-0,0724x$	MSCD	$y = 0,83921-0,04425x$
CR	$y = 0,685-0,4315x$	MSCE	$y = 0,80425-0,01596x$
Equabilidade de Pielou			
CaC	$y = -0,03923-1,52962x$	ARB	$y = 0,835699+0,167185x$
CaR	$y = -0,34402-1,91627x$	MAS	$y = 0,654999+0,073505x$
CNP	$y = 0,80784+0,06099x$	MC	$y = 0,928873-0,226076x$
CP	$y = 0,86333-0,04205x$	MSCD	$y = 0,826896-0,024341x$
CR	$y = 0,61268-0,44256x$	MSCE	$y = 0,822165+0,011563x$

*Campo Cerrado (CaC), Campo Rupestre (CaR), Cerrado s.s. não plantado (CNP), Cerrado s.s. plantado (CP), Cerrado Rupestre (CR), Arbustal (ARB), Mata Seca em Argissolo (MSA), Mata Ciliar (MC), Mata Seca em Cambissolo Distrófico (MSCD) e Mata Seca em Cambissolo Eutrófico (MSCE).

V. CAPÍTULO III

EFEITOS DAS CONDIÇÕES EDÁFICAS SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES LENHOSAS EM DIFERENTES HÁBITATS TROPICAIS

RESUMO - Gradientes edáficos são importantes fatores que podem explicar a distribuição das espécies vegetais em escala local, mas poucos estudos avaliaram essas relações em paisagens tropicais. Os dados das espécies e solos foram amostrados em habitats abertos e florestais, com o objetivo de avaliar a importância dos fatores edáficos na distribuição de espécies vegetais em diferentes habitats tropicais. Grande parte das espécies (73%) responderam, claramente, aos gradientes edáficos (textura e fertilidade), contudo, os gradientes edáficos não explicaram a distribuição de algumas espécies (27%), o que implica na existência de outros fatores que explicam a ocorrência dessas espécies. A fertilidade (status de nutrientes) do solo foi o fator mais importante para os habitats florestais (65% das espécies que apresentaram resposta significativa), enquanto que a textura do solo foi o fator que mais explicou a ocorrência das espécies nos habitats abertos (55% das espécies que apresentaram resposta significativa). Sendo assim, os nutrientes foram menos limitantes e a textura mais limitante nos habitats abertos, e o contrário para os habitats florestais. Em consonância com a literatura, 53% das espécies que apresentaram relação com os gradientes edáficos obtiveram uma resposta unimodal. Portanto, este estudo mostrou que o solo, em grande parte, regula a distribuição das espécies vegetais em habitats tropicais, mas que outros fatores não investigados possuem efeito em várias espécies estudadas.

Palavras-chave: gradientes edáficos, relação solo-vegetação, espécies indicadoras, modelos lineares generalizados

Introdução

A coexistência de espécies vegetais, determinada muitas vezes pela complementariedade de nicho, pode fomentar a diversidade de espécies nas comunidades tropicais (Condit et al. 2006; Toledo et al. 2012). Cada espécie pode requerer diferentes concentrações de recursos (i.e, disponibilidade de nutrientes), reduzindo a competição entre elas e aumentando a sua especialização quanto ao hábitat (Holt 2001). Em ambientes tropicais, a distribuição das espécies é amplamente determinada pelos requerimentos do hábitat (Zobel 1997) e variáveis ambientais, como clima, topografia e solo, que afetam a distribuição das espécies em diferentes escalas espaciais, funcionando como filtros ambientais, onde o hábitat é propício ou não para a ocorrência de determinada espécie (ter Steege & Zagt 2002; Toledo et al. 2012; Dubuis et al. 2013).

Gradientes climáticos e edáficos podem explicar a distribuição das espécies vegetais, entretanto, poucos modelos incluem as variáveis edáficas (ver Coudun et al. 2006; Toledo et al. 2012; Dubuis et al. 2013; Beauregard & Blois 2014). Em escala regional e continental, o clima é um bom preditor da distribuição das espécies (Bongers et al. 1999). No entanto, em escalas locais, as variáveis edáficas possuem forte associação com a distribuição das espécies, pois são fatores que podem variar em escalas espaciais locais (Jhon et al. 2007; Beauregard & Blois 2014). Assim, pode-se considerar que os fatores edáficos serão bons preditores para explicar a distribuição das espécies em paisagens tropicais (Schaefer et al. 2012).

As diferentes espécies vegetais possuem demandas ecológicas distintas para determinadas propriedades do solo (e.g., disponibilidade de nutrientes e textura), o que evidencia a distribuição das espécies em relação a gradientes edáficos (Peña-Claros et al. 2012; Dubuis et al. 2013). Assim, as propriedades do solo condicionam, em grande parte, o sucesso de uma espécie vegetal (Dubuis et al. 2013). Estas propriedades determinam a concentração de íons (e.g., nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio), os quais são utilizados como nutrientes pelas plantas (Aerts & Chapin 2000). Finalmente, a textura do solo possui impacto na disponibilidade de água às plantas, através da sua capacidade de retenção da água, influenciando, consequentemente, na distribuição das espécies através da limitação do crescimento da raiz e concentração de CO₂ (Bouma & Bryla 2000; Martre et al. 2002; Toledo et al. 2012).

As espécies vegetais apresentam respostas individualistas em relação aos gradientes ambientais (e.g., gradientes edáficos, Toledo et al. 2012). De modo teórico,

cada espécie tende a ser mais abundante em torno do seu ótimo ambiental específico, o que leva a distribuição das espécies ao longo de um gradiente ambiental serem, geralmente, unimodais (Green 1971; Austin 2007; Jamil et al. 2014). No entanto, o conceito de continuum, no qual as curvas respostas das espécies podem possuir distintas formas, e consequentemente, ótimos ambientais diferentes ao longo do gradiente (Austin 1985), está sendo utilizado nos últimos anos. Pensando dessa forma, modelos estatísticos de distribuição de espécies em relação ao gradiente ambiental/edáfico ainda são extremamente necessários, já que a resposta das espécies também vai depender da natureza do preditor ambiental e dos processos ecológicos associados (Austin 2007).

O objetivo deste estudo foi avaliar a importância dos fatores edáficos na distribuição de espécies vegetais em diferentes habitats tropicais. Especificamente, os seguintes questionamentos foram realizados: (i) como os fatores edáficos afetam a distribuição de espécies tropicais em escala local?; (ii) qual a forma das curvas respostas das espécies em relação aos gradientes edáficos?; (iii) os padrões de probabilidade de ocorrência ao longo de gradientes edáficos são similares entre as espécies indicadoras do mesmo tipo de habitat?; e (iv) existe diferença na influência dos fatores edáficos sobre a probabilidade de ocorrência das espécies entre habitats abertos e florestais?

Materiais e Métodos

Área de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Estadual Caminho dos Gerais (PECG), que se encontra inserido na Serra Geral, abrangendo os municípios de Gameleiras, Espinosa, Mamonas e Monte Azul, no norte do Estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1). O clima da região é predominantemente BSw de acordo com o sistema de classificação de Köppen (1948), sendo semi-árido, tipo estepe, com chuva no verão; a taxa de precipitação média anual, normalmente, é inferior a 750 mm e as temperaturas médias mensais variam entre 23 a 27,5 °C (Antunes 1994; INMET 2104).

A Serra Geral, dentro dos limites do PECG, varia de altitude entre 720 a 1.080 metros (ver capítulo 1). O relevo é caracterizado por uma superfície tabular elevada, modelado em rochas sedimentares Pré-Cambrianas, representando uma verdadeira meseta isolada e aplainada (Drummond et al. 2005; capítulo 1). A vegetação do PECG é composta de um mosaico de fisionomias, com as florestas decíduas dominando os sopés e encostas da serra e extensas áreas de cerrado no topo (IEF 2014; capítulo 1). Matas ciliares, estreitas, são encontradas nos vales da serra. As áreas de chapadas, em grande

parte, sofreram bastante pressão da expansão da pecuária, agricultura e florestas plantadas de eucalipto, antes da implantação da unidade de conservação (IEF 2014).

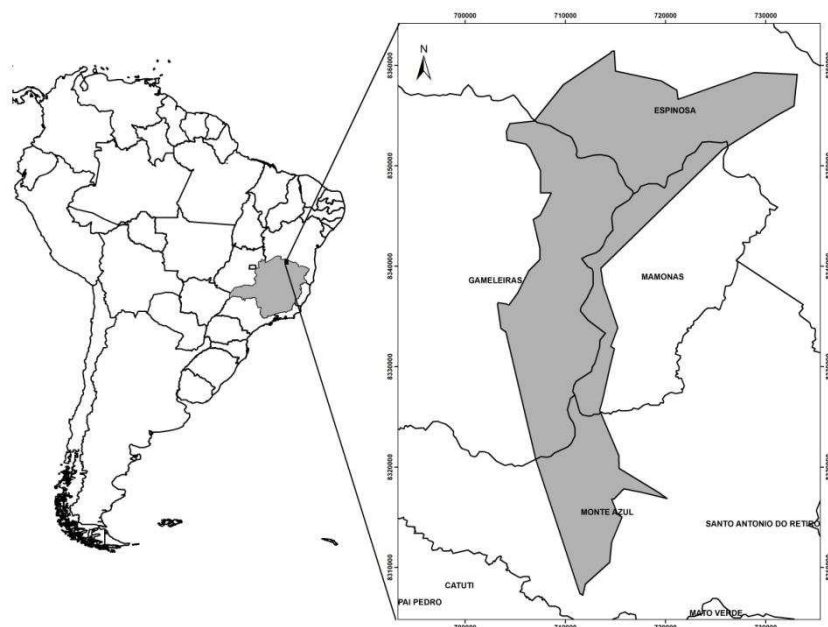


Figura 1. Mapa da área de estudo situado no Parque Estadual Caminho dos Gerais, norte de Minas Gerais, Brasil.

2.2. Registro das espécies

Dez habitats foram selecionados, sendo cinco florestais (Mata Ciliar, Mata Seca em Cambissolo Eutrófico, Mata Seca em Cambissolo Distrófico, Mata Seca em Argissolo e Arbustal) e cinco abertos (Cerrado stricto sensu não plantado, Cerrado stricto sensu plantado, Cerrado Rupestre, Campo Cerrado e Campo Rupestre). Os dados florísticos foram obtidos em um inventário entre 2012 e 2013 em seis parcelas de 20 m x 20 m para cada habitat, com exceção para os cerrados stricto sensu, no qual foram plotadas dez parcelas em cada um. Todos os indivíduos, amostrados nos habitats abertos, com diâmetro 30 cm acima do nível do solo ($DAS \geq 3$ cm) foram consideradas plantas lenhosas e incluídos na amostragem. Para as parcelas plotadas nos habitats florestais, o critério de inclusão dos indivíduos lenhosos foi diâmetro à altura do peito ($DAP \geq 5$ cm a 1,3 de altura). As identificações botânicas foram realizadas no campo, através da consulta da literatura específica e por especialistas. As exsicatas foram armazenadas no herbário da Universidade Federal de Viçosa (VIC). O sistema de classificação APG III (2009) foi adotado para as famílias botânicas. A revisão e atualização dos nomes científicos foram realizadas segundo a Lista de Espécies da Flora

do Brasil (2014). O capítulo 2 possui maiores detalhes sobre os diferentes habitats.

Dentre as 228 espécies amostradas nos diferentes habitats (Tabela S1), apenas 87 espécies foram selecionadas neste estudo. As espécies selecionadas ocorreram em pelo menos quatro das 68 parcelas amostradas (mais que 5% do total). Esta seleção deve-se ao fato de que para as respostas das espécies serem confiáveis em relação ao gradiente ambiental/edáfico, as análises de regressão logística exigem certo número de presença, onde espécies extremamente raras devem ser descartadas (Toledo et al. 2012).

2.3. Variáveis edáficas

Para cada parcela de 400 m², três réplicas de amostras de solo superficial foram coletadas nos primeiros 20 cm de profundidade. As amostras de solo foram secas ao ar e passadas através de uma peneira de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As características do solo foram analisadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, Minas Gerais, Brasil). As análises incluíram 12 variáveis edáficas: tamanho de partícula (percentuais do teor de argila, silte e areia); acidez ativa (pH em água); acidez trocável (Al); teores de Ca, Mg, K, Na e P disponível; capacidade de troca catiônica total (CTC); e matéria orgânica (MO). Posteriormente, o valor médio referente a cada variável foi calculado por parcela.

Para resumir os dados edáficos, duas análises independentes de componentes principais (PCAs) foram realizadas. Uma PCA foi realizada com as propriedades químicas do solo como indicadora de fertilidade, enquanto a outra foi executada com as propriedades físicas do solo, como indicadora da capacidade de retenção da água. A PCA química incluiu nove variáveis, e o primeiro eixo explicou 63% da variação, sendo correlacionado positivamente com o alumínio e negativamente com os demais nutrientes (eixo de fertilidade do solo, Tabela 1). A PCA física incluiu três variáveis, e o primeiro eixo explicou 80% da variação, sendo correlacionado positivamente com silte e argila e negativamente com areia (eixo de textura do solo, Tabela 1). Assim, as variáveis relacionadas a cada fator edáfico (fertilidade e textura) foram resumidas pelo primeiro eixo da PCA, pois foi o eixo que mostrou maior explicação da variação encontrada.

2.4. Análises dos dados

Análise de Espécies Indicadoras (ISA; Dufrene & Legendre 1997) foi realizada para identificar as espécies vegetais cujas abundâncias relativas foram estatisticamente associadas com algum habitat. A ISA gera um valor entre 0 e 100 para cada uma das

espécies, em que 0 indica que não há associação com qualquer classe e 100 indica total fidelidade a uma das classes (Pomara et al. 2012). Foram realizadas 999 permutações para testar a significância das espécies através do teste de Monte Carlo. As espécies foram consideradas como indicadoras quando apresentaram $p \leq 0,05$ e um valor indicador (IndVal) $\geq 25\%$ (Dufrene & Legendre 1997). Esta análise foi realizada no PC-ORD_{6.0} (McCune & Mefford 2011).

Tabela 1. Média, variação (mínimo e máximo) e proporção (máximo dividido pelo mínimo) dos parâmetros edáficos das parcelas dos habitats tropicais e correlação de Pearson com os dois primeiros eixos das análises de componentes principais (PCAs) da fertilidade e textura do solo (N = 68 parcelas). * $P \leq 0,005$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$, ns = não significativo.

Características do solo	Média	Variação	Proporção	Eixo 1	Eixo 2
Características químicas do solo					
pH (H ₂ O)	4,91	3,62-6,41	1,77	-0,83***	0,57***
P (mg/dm ³)	1,5	0,33-6,43	19,32	-0,59***	-0,61***
K (mg/dm ³)	53,72	4,33-187	43,16	-0,79***	-0,59***
Na (mg/dm ³)	2,7	0,03-6,23	188,88	-0,47***	-0,43***
Ca (cmol _c /dm ³)	0,66	0-4,8	∞	-0,91***	-0,25**
Mg (cmol _c /dm ³)	0,36	0-2,03	∞	-0,89***	-0,30**
Al (cmol _c /dm ³)	0,86	0-3,09	∞	0,63***	0,39 ^{ns}
CTC (cmol _c /dm ³)	2,03	0,67-7,28	10,86	-0,86***	-0,34**
MO (dag/kg)	2,53	0,9-5,88	6,56	-0,79***	-0,58 ^{ns}
Características físicas do solo					
Areia (%)	71,76	41,33-88,33	2,14	-0,90***	-0,33**
Silte (%)	11,43	2-30,33	15,17	0,98***	-0,21 ^{ns}
Argila (%)	16,81	5-32,33	6,47	0,63***	0,78***

Regressões logísticas através de modelos lineares generalizados (GLMs), com função de ligação logit e distribuição de erro binomial, foram utilizadas para analisar os efeitos edáficos sobre a distribuição de espécies vegetais indicadoras de dez habitats tropicais. Assim, para os modelos de distribuição de espécies, os primeiros eixos das PCAs foram utilizados como variáveis preditoras, enquanto os dados binários (presença ou ausência em cada parcela) de cada espécie indicadora foram utilizados como variáveis dependentes. Para representar resposta unimodal para cada eixo, os valores quadráticos dos eixos da PCA também foram utilizados como variáveis preditoras. Portanto, a probabilidade (P) de ocorrência de cada uma das espécies foi analisada por

análise de regressão logística incorporando quatro variáveis (ver Toledo et al. 2012; Takahashi & Murayama 2014). Os modelos foram realizados no software R_{2.15.2} (R Development Core Team 2012).

3. Resultados

O agrupamento das espécies indicadoras foi definido pelo tipo de hábitat amostrado, totalizado dez grupos. Assim, das 87 espécies selecionadas para esta análise, 52 (60%) foram consideradas indicadoras ($\text{IndVal} \geq 25\%$, $P \leq 0,05$) para algum dos grupos testados (Tabela 2). Com relação às propriedades do solo, os atributos químicos e a textura foram extremamente variáveis entre os 10 hábitats amostrados (Tabela 1). É importante ressaltar que o alumínio foi a única variável química que correlacionou positivamente com o eixo 1 da PCA.

Tabela 2. Espécies vegetais associadas a dez tipos de hábitats tropicais em Análise de Espécies Indicadoras. Cinco hábitats representam formação aberta e cinco hábitats formação florestal. ($p \leq 0,05$ e $\text{IndVal} \geq 25$)

Código	Espécie	Fisionomia	Hábitat	Valor indicador	P
1	Byrsonima coccolobifolia Kunth	CNP	Aberto	51.6	0.001
2	Eugenia dysenterica (Mart.) DC.	CNP	Aberto	53.7	0.002
3	Hancornia speciosa Gomes	CNP	Aberto	35.5	0.016
4	Kielmeyera rubriflora Cambess.	CNP	Aberto	77.1	0.001
5	Calliandra sessilis Benth.	CP	Aberto	50	0.003
6	Caryocar brasiliense Cambess.	CP	Aberto	38.7	0.002
7	Casearia sylvestris Sw.	CP	Aberto	47.7	0.002
8	Cupania vernalis Cambess.	CP	Aberto	50	0.001
9	Dalbergia acuta Benth.	CP	Aberto	57.6	0.001
10	Matayba guianensis Aubl.	CP	Aberto	28	0.033
11	Salacia crassifolia (Mart. ex Schult.) G.Don	CP	Aberto	73.8	0.001
12	Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish	CR	Aberto	46.2	0.005
13	Miconia albicans (Sw.) Triana	CR	Aberto	38.6	0.003
14	Miconia ferruginata DC.	CR	Aberto	60.6	0.002
15	Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze	CR	Aberto	97.6	0.001

Tabela 2. Continuação.

Código	Espécie	Fisionomia	Hábitat	Valor indicador	P
16	Antonia ovata Pohl	CaC	Aberto	28.6	0.043
17	Chamaecrista desvauxii (Collad.) Killip	CaC	Aberto	40	0.006
18	Chamaecrista orbiculata (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	CaC	Aberto	31.6	0.02
19	Qualea parviflora Mart.	CaC	Aberto	43.8	0.009
20	Chamaecrista sp1	CaR	Aberto	83.3	0.001
21	Chamaecrista sp2	CaR	Aberto	83.3	0.001
22	Lychnophora sp1	CaR	Aberto	27.8	0.028
23	Lychnophora sp2	CaR	Aberto	51.2	0.001
24	Ouratea hexasperma (A.St.-Hil.) Baill.	CaR	Aberto	40.1	0.005
25	Vochysia elliptica Mart.	CaR	Aberto	52.1	0.001
26	Copaifera langsdorffii Desf.	MC	Florestal	33.3	0.008
27	Hirtella glandulosa Spreng.	MC	Florestal	34	0.014
28	Licania rigida Benth.	MC	Florestal	83.3	0.001
29	Albizia polycephala (Benth.) Killip ex Record	MSCE	Florestal	83.3	0.001
30	Bauhinia rufa (Bong.) Steud.	MSCE	Florestal	47.6	0.005
31	Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	MSCE	Florestal	100	0.001
32	Goniorrhachis marginata Taub.	MSCE	Florestal	43.2	0.003
33	Myracrodruon urundeuva Allemão	MSCE	Florestal	97.1	0.001
34	Senegalia langsdorffii (Benth.) Seigler & Ebinger	MSCE	Florestal	72.9	0.001
35	Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	MSCD	Florestal	36.2	0.007
36	Annona vepretorum Mart.	MSCD	Florestal	45.8	0.006
37	Chloroleucon foliolosum (Benth.) G.P.Lewis	MSCD	Florestal	58.3	0.002
38	Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett	MSCD	Florestal	40	0.013
39	Croton pulegioidorus Baill.	MSCD	Florestal	94.4	0.001
40	Piptadenia viridiflora (Kunth) Benth.	MSCD	Florestal	49.6	0.001
41	Senegalia martii (Benth.) Seigler & Ebinger	MSCD	Florestal	66	0.001
42	Spondias tuberosa Arruda	MSCD	Florestal	40	0.001

Tabela 2. Continuação.

Código	Espécie	Fisionomia	Hábitat	Valor indicador	P
43	Campomanesia velutina (Cambess.) O.Berg	MSA	Florestal	66.7	0.001
44	Galipea ciliata Taub.	MSA	Florestal	48.1	0.002
45	Maprounea guianensis Aubl.	MSA	Florestal	72.8	0.001
46	Plathymenia reticulata Benth.	MSA	Florestal	52.5	0.004
47	Pterocarpus zehntneri Harms	MSA	Florestal	40	0.011
48	Aspidosperma pyrifolium Mart.	ARB	Florestal	66.7	0.002
49	Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	ARB	Florestal	60.6	0.001
50	Handroanthus serratifolius (A.H.Gentry) S.Grose	ARB	Florestal	39.6	0.005
51	Leucochloron limae Barneby & J.W.Grimes	ARB	Florestal	51.9	0.002
52	Machaerium acutifolium Vogel	ARB	Florestal	41.7	0.01

Cerrado s.s. não plantado (CNP), Cerrado s.s. plantado (CP), Cerrado Rupestre (CR), Campo Cerrado (CaC), Campo Rupestre (CaR), Mata Ciliar (MC), Mata Seca em Cambissolo Eutrófico (MSCE), Mata Seca em Cambissolo Distrófico (MSCD), Mata Seca em Argissolo (MSA) e Arbustal (ARB).

Modelos de regressão logística determinaram a probabilidade de ocorrência das espécies ao longo dos fatores edáficos estudados (Figuras 2 e 3). Dentre as 52 espécies consideradas como indicadoras, 14 não foram significativamente relacionadas com nenhuma das variáveis edáficas. A ocorrência das espécies foi explicada por um único fator edáfico para 38 espécies. A combinação dos dois fatores, fertilidade e textura, não foram detectadas. Das 38 espécies com resposta ao gradiente edáfico, 21 foram afetadas pela fertilidade do solo e 17 pela textura do solo (Tabela 3). Avaliando os dois tipos de habitats (aberto e florestal), a fertilidade do solo foi o fator edáfico mais importante para os habitats florestais (65% das espécies que apresentaram algum tipo de resposta), enquanto que a textura do solo foi o fator que mais explicou a ocorrência das espécies nos habitats abertos (55% das espécies que apresentaram algum tipo de resposta).

As espécies apresentaram diferentes curvas respostas para os fatores edáficos estudados (Figuras 2 e 3). Em termos gerais, foram distinguidos quatro tipo de respostas: curva linear (sem resposta), curva que aumenta monotonicamente, curva que diminui monotonicamente e a curva unimodal (Tabela 3). Das 21 espécies que responderam a fertilidade do solo, duas mostraram a curva resposta aumentando, seis à resposta diminuindo e 13 uma curva resposta unimodal. Do mesmo modo, das 17

espécies que responderam ao eixo da textura do solo, sete apresentaram uma curva resposta unimodal, cinco tinham uma curva resposta aumentando e cinco diminuindo (Tabela 3).

4. Discussão

Neste estudo, foram analisados os padrões de distribuição de espécies indicadoras em relação ao gradiente edáfico em dez habitats tropicais. No geral, a ocorrência da maioria das espécies apresentou relação com a fertilidade do solo. Quando se compara os diferentes habitats à ocorrência de espécies em habitats florestais apresentou maior relação com o gradiente de fertilidade do solo, enquanto os habitats abertos apresentaram maior relação com a textura do solo. Além disso, as curvas respostas unimodais se destacaram no contexto deste trabalho.

A fertilidade do solo foi o fator um pouco mais destacado que a textura do solo em relação à distribuição das espécies. Enquanto 21 espécies foram afetadas pela fertilidade do solo, 17 foram afetadas pela textura do solo (Figuras 2 e 3, Tabela 3). Contudo, 31 espécies não tiveram relação com a fertilidade do solo e 35 não tiveram com a textura do solo. Uma possível explicação para tão grande número de espécies sem resposta aos gradientes edáficos é a existência de outros fatores não avaliados, com papel na distribuição de espécies. As interações com a fauna e a própria competição entre as espécies arbóreas podem ser possíveis fatores adicionais responsáveis pela distribuição dessas espécies (Bongers et al. 1999). Outro fator, não medido neste trabalho, seria o efeito espacial, interpretado pela limitação e capacidade da dispersão (Peña Claros et al. 2012). Em síntese, diferentes espécies reagem de formas distintas a um dado fator, e variações neste fator produzem variações na distribuição das espécies arbóreas (Bongers et al. 1999).

Os nutrientes do solo foram mais importantes para a distribuição das espécies dos habitats florestais do que nos habitats abertos. Uma explicação para este fato é que os nutrientes estão intimamente vinculados à ciclagem e à serapilheira em sistemas florestais, e bem menos em habitats abertos. Os solos dos habitats florestais apresentaram maior variação na disponibilidade de nutrientes, o que pode ter favorecido a sua relação com a distribuição das espécies. Nos habitats abertos, é amplamente reconhecido que esse tipo de vegetação compreende gradientes fisionômicos, que variam de acordo com o solo e a disponibilidade de água local (Pivello & Coutinho

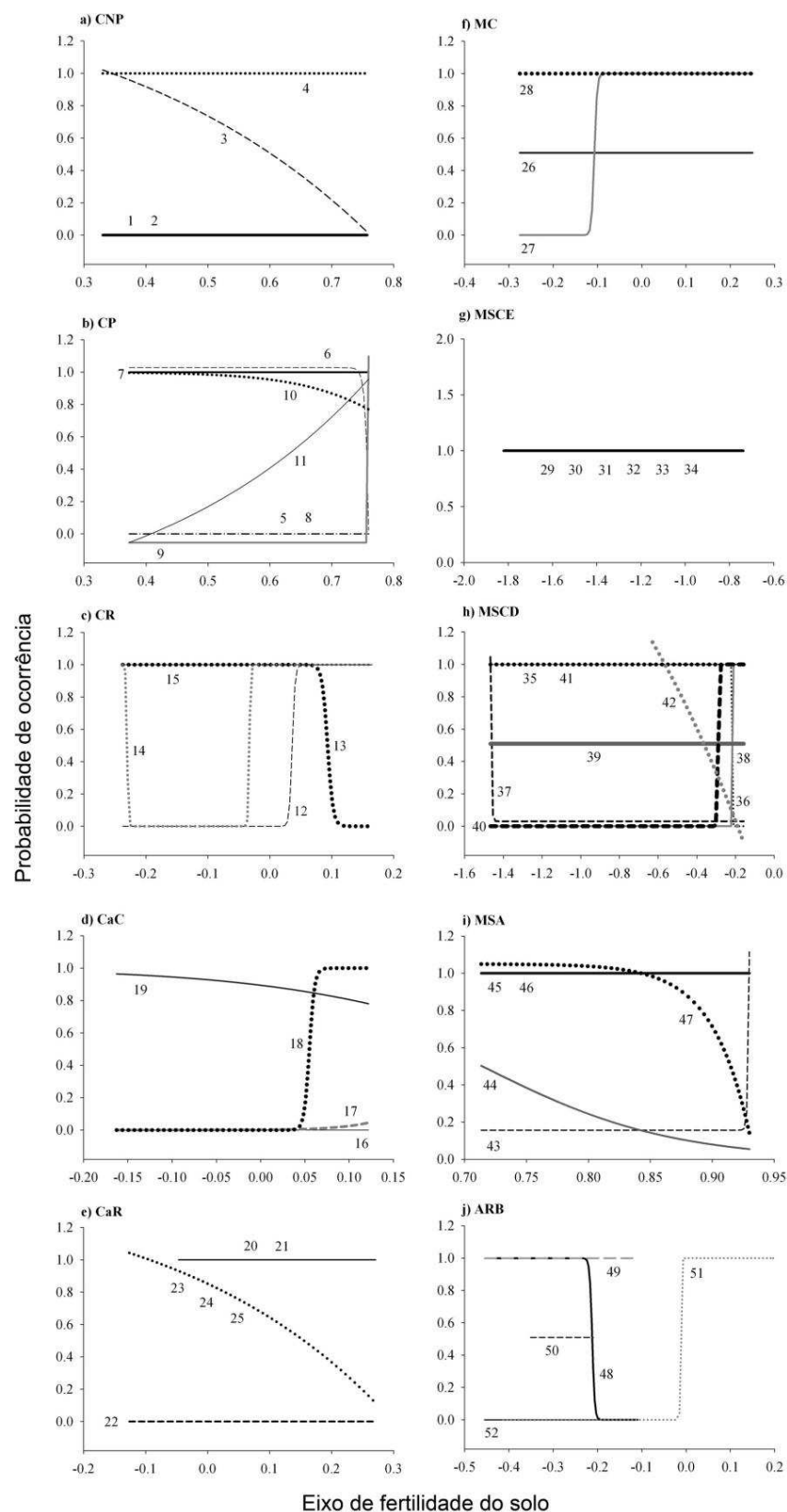


Figura 2. Curvas resposta para probabilidade de ocorrência (0-1) de 52 espécies vegetais em diferentes habitats tropicais em relação à fertilidade do solo (resumida pelo primeiro eixo da análise de componentes principais). Cada espécie é representada por um número específico (o mesmo que na Tabela 2).

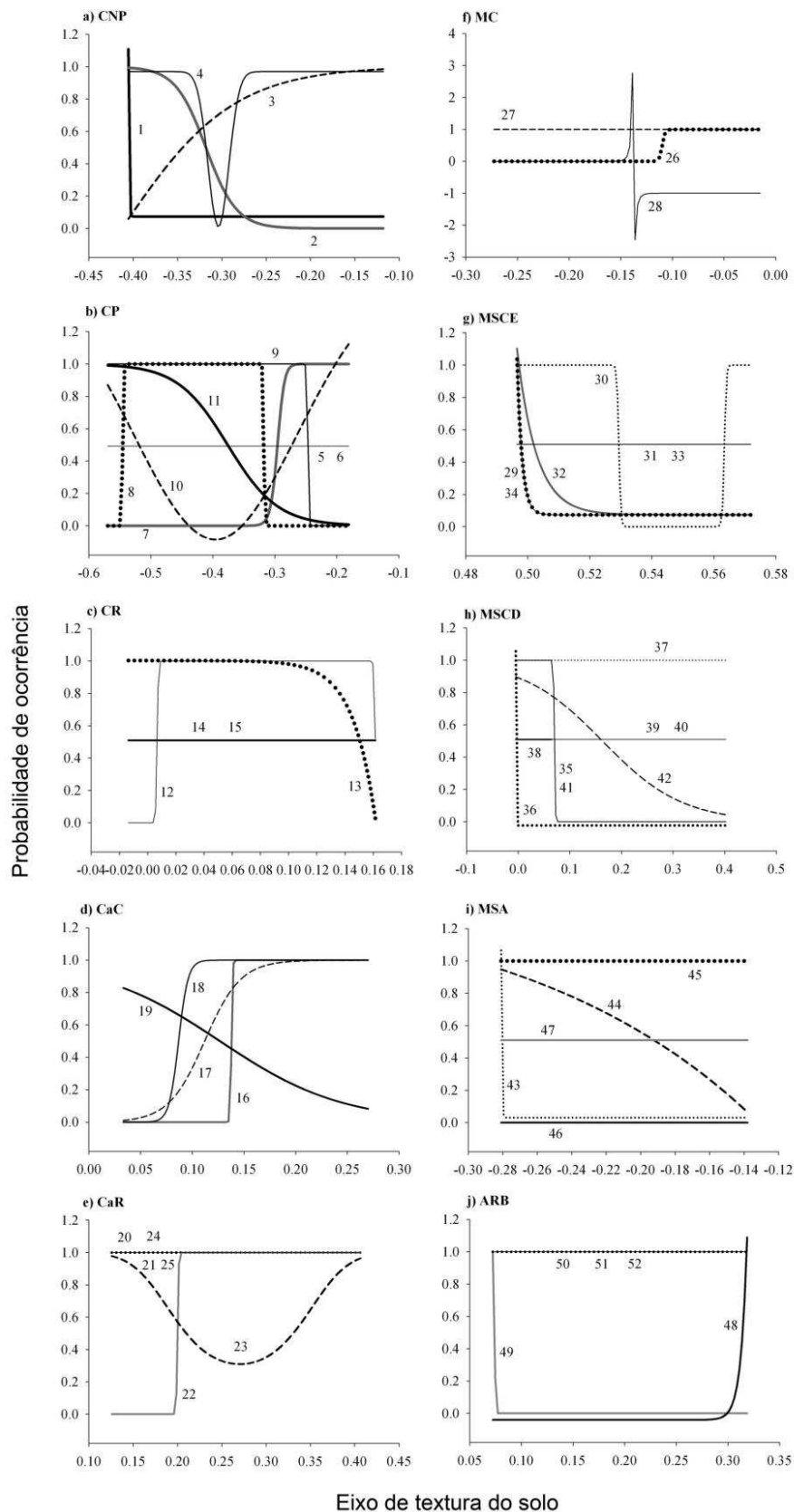


Figura 3. Curvas resposta para probabilidade de ocorrência (0-1) de 52 espécies vegetais em diferentes habitats tropicais em relação à textura do solo (resumida pelo primeiro eixo da análise de componentes principais). Cada espécie é representada por um número específico (o mesmo que na Tabela 2).

Tabela 3. Número de espécies vegetais em diferentes habitats tropicais (abertos e florestais) com formas específicas de curvas respostas, baseados em dados de ocorrência, para dois fatores edáficos (fertilidade e textura). Os fatores edáficos referem-se aos primeiros eixos das análises de componentes principais.

Habitats	Forma da curva para fertilidade do solo				Forma da curva para textura do solo			
	Sem resposta	Aumentando	Diminuindo	Unimodal	Sem resposta	Aumentando	Diminuindo	Unimodal
CNP	4	0	0	0	2	0	2	0
CP	6	0	0	1	3	0	1	3
CR	2	0	1	1	3	0	0	1
CaC	3	1	0	0	2	2	0	0
CaR	2	0	0	4	5	1	0	0
MC	1	1	0	1	2	1	0	0
MSCE	3	0	2	1	5	0	0	1
MSCD	4	0	2	2	6	1	1	0
MSA	4	0	0	1	4	0	1	0
ARB	2	0	1	2	3	0	0	2
Abertos	17	1	1	6	15	3	3	4
Florestais	14	1	5	7	20	2	2	3
Total	31	2	6	13	35	5	5	7

1996). Assim, a textura do solo foi mais importante nos habitats abertos do que nos habitats florestais. Uma provável explicação para este resultado é que a textura influencia diretamente na disponibilidade de água para as plantas através do seu efeito sobre a capacidade de retenção de água (Saporetti Junior et al. 2012; Toledo et al. 2012; Magnago et al. 2013).

Vários trabalhos afirmam que as espécies vegetais devem apresentar resposta unimodal quando gradientes ambientais são considerados (Green 1971; Austin 2007; Jamil et al. 2014). Com relação às espécies que obtiveram respostas aos gradientes edáficos, a resposta unimodal se destacou, sendo que 34% apresentaram resposta unimodal à fertilidade do solo e 18% a textura do solo. Assim, a resposta unimodal pode ser considerada uma característica das respostas das espécies para preditores edáficos na paisagem em questão. As distintas formas de curvas para cada formação (Figuras 2 e 3) destacam a forte especialização na utilização de recursos para habitats tropicais, na qual cada espécie apresenta uma resposta ótima ao longo do gradiente edáfico. Tal especialização favorece a complementariedade de nicho e explica a co-ocorrência de elevado número de espécies em habitats tropicais.

Referências Bibliográficas

- Aerts, R.; Chapin III, F. S. 2000. The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evaluation of processes and patterns. **Advances in Ecological Research** 30: 1-67.
- Antunes, F. Z. 1994. Área mineira do Polígono das Secas: caracterização climática. **Informe Agropecuário** 17(181): 5-19.
- APG III - The Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161(2): 105-121.
- Austin, M. 2007. Species distribution models and ecological theory: a critical assessment and some possible new approaches. **Ecological Modeling** 200(1-2): 1-19.
- Austin, M. P. 1985. Continuum concept, ordination methods, and niche theory. **Annual Review of Ecology and Systematics** 16: 39-61.
- Beauregard, F.; Blois, S. 2014. Beyond a climate-centric view of plant distribution: edaphic variables add value to distribution models. **Plos One** 9(3): 1-11.
- Bongers, F.; Poorter, L.; Van Rompaey, R. S. A. R.; Parren, M. P. E. 1999. Distribution of twelve moist forest canopy tree species in Liberia and Côte d'Ivoire: response

- curves to a climatic gradient. **Journal of Vegetation Science** 10(3): 371-382.
- Bouma, T. J.; Bryla, D. R. 2000. On the assessment of root and soil respiration for soils of different textures: interactions with soil moisture contents and soil CO₂ concentrations. **Plant and Soil** 227(1-2): 215-221.
- Condit, R.; Ashton, P.; Bunyavejchewin, S.; Dattaraja, H. S.; Davies, S. 2006. The importance of demographic niches to tree diversity. **Science** 313(5783): 98-101.
- Coudun, C.; Gégout, J. C.; Piedallu, C.; Rameau, J. C. 2006. Soil nutritional factors improve models of plant species distribution: an illustration with *Acer campestre* (L.) in France. *Journal of Biogeography* 33(10): 1750-1763.
- Drummond, G. M.; Martins, C. S.; Machado, A. B. M.; Saibo, F. A.; Antonini, I. 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2 ed., Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 222p.
- Dubuis, A.; Giovanettina, S.; Pellissier, L.; Pottier, J.; Vittoz, P.; Guisan, A. 2013. Improving the prediction of plant species distribution and community composition by adding edaphic to topo-climatic variables. **Journal of Vegetation Science** 24(4): 593-606.
- Dufrene, M.; Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs** 67(3): 345-366.
- Green, R. H. 1971. A multivariate statistical approach to the Hutchinsonian niche: bivalve molluscs of central Canada. **Ecology** 52(4): 544-556.
- Holt, R. D. 2001. Species coexistence. **Encyclopedia of Biodiversity** 5 (ed. Levin, S.). Academic Press, New York. pp. 413-426.
- IEF - Instituto Estadual de Florestas, 2014. **Parque Estadual Caminho dos Gerais**. <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas/248> (acesso em 22/10/2014).
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2014. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> (acesso em 04/06/2014).
- Jamil, T.; Kruk, C.; Ter Braak, C. J. F. 2014. A unimodal species response model relating traits to environment with application to phytoplankton communities. **Plos One** 9(5): 1-14.
- John, R.; Dalling, J. W.; Harms, K. E.; Yavitt, J. B.; Stallard, R. F.; Mirabello, M.; Hubbell, S.; Valencia, R.; Navarrete, H.; Vallejo, M.; Foster, R. B. 2007. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. **PNAS** 104(3): 864-869.

- Köppen, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la terra**. Fondo Cultura Economica, México. 479p.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. 2014. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> (acesso em 22/10/2014).
- Magnago, L. F. S.; Martins, S. V.; Schaefer, C. E. G. R.; Neri, A. V. 2013. Structure and diversity of restingas along a flood gradient in southeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica** 27(4): 801-809.
- Martre, P.; North, G. B.; Bobich, E. G.; Nobel, P. S. 2002. Root deployment and shoot growth for two desert species in response to soil rockiness. **American Journal of Botany** 89(12): 1933-1939.
- McCune, B.; Mefford, M. J. 2011. **PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data**. Version 6.0. MjM Software, Gleneden Beach.
- Peña-Claros, M.; Poorter, L.; Alarcón, A.; Blate, G.; Choque, U.; Fredericksen, T. S.; Justiniano, M. J.; Leaño, C.; Licona, J. C.; Pariona, W.; Putz, F. E.; Quevedo, L.; Toledo, M. 2012. Soil effects on forest structure and diversity in a moist and a dry tropical forest. **Biotropica** 44(3): 276-283.
- Pivello, V. R.; Coutinho, L. M. 1996. A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. **Forest Ecology and Management** 87(1-3): 127-138.
- Pomara, L. Y.; Ruokolainen, K.; Tuomisto, H. Young, K. R. 2012. Avian composition co-varies with floristic composition and soil nutrient concentration in Amazonian upland forests. **Biotropica** 44(4): 545-553.
- R Development Core Team. 2012. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Viena.
- Saporetto Junior, A. W.; Schaefer, C. E. G. R.; Souza, A. L.; Soares, M. P.; Araújo, D. S. D.; Meira Neto, J. A. A. 2012. Influence of soil physical properties on plants of the mussununga ecosystem, Brazil. **Folia Geobotanica** 47(1): 29-39.
- Schaefer, C. E. G. R.; Mendonça, B. A. F.; Ferreira Júnior, W. G.; Valente, E.; Corrêa, G. R. 2012. Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: fatores e edáficos e florístico. In: Martins, S. V. (org.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2 ed. Editora UFV, Viçosa. pp. 143-184.
- Takahashi, K.; Murayama, Y. 2014. Effects of topographic and edaphic conditions on alpine plant species distribution along a slope gradient on Mount Norikura, central Japan. **Ecological Research** 29(5): 823-833.
- Ter Steege, H.; Zagt, R. 2002. Ecology: density and diversity. **Nature** 417: 698-699.

- Toledo, M.; Peña-Claros, M.; Bongers, F.; Alarcón, A.; Balcázar, J.; Chuvina, J.; Leño, C.; Licona, J. C.; Poorter, L. 2012. Distribution patterns of tropical woody species in response to climatic and edaphic gradients. **Journal of Ecology** **100**(1): 253-263.
- Zobel, M. 1997. The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? **Tree** **12**(7): 266-269.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela S1. Lista de espécies e respectiva abundância nos diferentes habitats. Cerrado s.s. não plantado (CNP); Cerrado s.s. plantado (CP); Campo Cerrado (CaC); Cerrado Rupestre (CR); Campo Rupestre (CaR); Mata Seca em Argissolo (MAS); Mata Seca em Cambissolo Distrófico (MSCD); Mata Ciliar (MC); Arbustal (AR); Mata Seca em Cambissolo Eutrófico (MSCE).

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrianthus</i> sp.1	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Alseis pickelii</i> Pilg. & Schmale	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	-	5	-	-	-	4	10	1	3	2
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
<i>Annona coriacea</i> Mart.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Annona cornifolia</i> A.St.-Hil.	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Annona leptopetala</i> (R.E.Fr.) H.Rainer	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Annona vepretorum</i> Mart.	-	-	-	-	-	-	11	-	1	-
<i>Antonia ovata</i> Pohl	-	-	4	1	2	-	-	-	-	-
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F.Blake ex Pittier	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	80	4	-	1	-	-	-	-	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	-	-	-	-	-	3	2	1	24	-
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Averrhoa gardneriana</i> Baill.	1	-	-	-	-	-	-	8	-	-
<i>Banisteriopsis parviflora</i> (A.Juss.) B.Gates	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Bauhinia forficata</i> Link	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	33	74	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	14	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	13	2	19	67	18	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima</i> sp.1	-	-	-	51	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima</i> cf. <i>variabilis</i> A.Juss.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Calliandra asplenoides</i> (Nees) Renvoize	-	-	7	-	2	-	-	-	-	-
<i>Calliandra fasciculata</i> Benth.	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>Calliandra sessilis</i> Benth.	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
Callisthene fasciculata Mart.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Calyptranthes clusiifolia O.Berg	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Campomanesia velutina (Cambess.) O.Berg	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-
Campomanesia cf. xanthocarpa (Mart.) O.Berg	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caryocar brasiliense Cambess.	6	17	-	2	-	-	-	-	-	-
Casearia selloana Eichler	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Casearia sylvestris Sw.	1	21	-	-	-	-	-	-	-	-
Cecropia pachystachya Trécul	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Ceiba pubiflora (A.St.-Hil.) K.Schum.	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Centrolobium sclerophyllum H.C.Lima	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Chamaecrista cf. aurivilla (Mart. ex Benth.) H.S.Irwin & Barneby	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Chamaecrista cf. desvauxii (Collad.) Killip	-	-	8	-	2	-	-	-	-	-
Chamaecrista orbiculata (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	-	1	13	-	7	-	-	-	-	-
Chamaecrista sp.1	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-
Chamaecrista sp.2	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-
Chloroleucon foliolosum (Benth.) G.P.Lewis	-	-	-	-	-	-	7	-	-	1
Chomelia pohliana Müll.Arg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Clidemia sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
Coccoloba brasiliensis Nees & Mart.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Coccoloba schwackeana Lindau	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-
Copaifera arenicola (Ducke) J.Costa & L.P.Queiroz	31	142	3	-	-	-	-	-	-	-
Copaifera langsdorffii Desf.	-	-	-	10	-	-	-	10	-	-
Cordia incognita Gottschling & J.S.Mill.	-	-	-	-	-	-	-	2	10	-
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	-	-	-	-	-	-	1	-	10	-
Cratylia sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Croton blanchetianus Baill.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Croton pulegioidorus Baill.	-	-	-	-	-	-	51	-	3	-
Cupania paniculata Cambess.	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Cupania vernalis Cambess.	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Dalbergia acuta Benth.	7	18	-	-	-	-	-	-	-	-
Dalbergia cearensis Ducke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Dalbergia foliolosa Benth.	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Dalbergia miscolobium Benth.	80	74	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasyphyllum sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Davilla rugosa Poir.	10	7	12	-	1	-	-	-	-	-
Diatenopteryx sorbifolia Radlk.	1	16	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
Diospyros hispida A.DC.	89	16	-	-	-	-	-	-	-	-
Diospyros sericea A.DC.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Diptychandra aurantiaca Tul.	-	-	-	-	-	83	-	-	43	-
Duguetia furfuracea (A.St.-Hil.) Saff.	21	63	1	1	-	-	-	-	-	-
Duguetia lanceolata A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	-	68	-	-
Emmotum nitens (Benth.) Miers	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
Enterolobium gummiferum (Mart.) J.F. Macbr.	9	8	2	1	-	-	-	-	-	-
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish	-	-	3	37	-	-	-	-	-	-
Eremanthus glomeratus Less.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Eriotheca sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Erythroxylum caatingae Plowman	-	-	-	-	-	10	1	-	1	-
Erythroxylum suberosum A.St.-Hil.	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Eugenia aurata O.Berg	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Eugenia dysenterica DC.	18	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Eugenia ligustrina (Sw.) Willd.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Eugenia sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Eugenia uniflora L.	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
Fabaceae sp.1	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Faramea nigrescens Mart.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies		CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
Fraunhoferia multiflora Mart.	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Fridericia bahiensis (Schauer ex. DC.) L.G.Lohmann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Galipea ciliata Taub.	-	-	-	-	-	13	5	-	-	-	-
Galipea jasminiflora (A.St.-Hil.) Engl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Gochnatia paniculata (Less.) Cabrera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Gochnatia polymorpha (Less.) Cabrera	7	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-
Goniorrhachis marginata Taub.	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	24
Guapira noxia (Netto) Lundell	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-
Guapira tomentosa (Casar.) Lundell	-	-	1	4	3	-	-	-	-	-	8
Guapira venosa (Choisy) Lundell	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Guettarda pohliana Müll.Arg.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Guibourtia hymenaeifolia (Moric.) J.Léonard	-	-	-	-	-	-	8	-	5	-	-
Hancornia speciosa Gomes	15	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Handroanthus selachidentatus (A.H.Gentry) S.Grose	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Handroanthus serratifolius (A.H.Gentry) S.Grose	-	-	-	-	-	8	7	-	22	-	-
Handroanthus spongiosus (Rizzini) S.Grose	-	-	-	-	-	130	65	-	5	-	-
Heisteria citrifolia Engl.	4	20	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Heteropterys byrsonimifolia A.Juss.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
Himatanthus obovatus (Müll.Arg.) Woodson	11	16	3	10	7	-	-	-	-	-
Hirtella glandulosa Spreng.	-	-	11	5	-	-	-	11	-	-
Hirtella gracilipes (Hook.f.) Prance	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Holocalyx balansae Micheli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Hymenaea courbaril L.	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne	156	37	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilex theezans Mart. ex Reissek	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 9	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 10	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Indeterminada 11	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Indeterminada 12	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Indeterminada 13	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
Indeterminada 14	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
Indeterminada 15	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Indeterminada 16	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Indeterminada 17	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Kielmeyera petiolaris</i> Mart.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	53	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lantana cf. fucata</i> Lindl.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucochloron limae</i> Barneby & J.W.Grimes	-	-	-	-	-	-	4	-	14	-
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	-	-	-	-	-	-	3	1	1	-
<i>Licania rigida</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Lonchocarpus montanus</i> A.M.G.Azevedo ex M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	-	-	-	-	-	-	-	-	84	-
<i>Luetzelburgia bahiensis</i> Yakovlev	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Lychnophora</i> sp.1	-	-	3	1	5	-	-	-	-	-
<i>Lychnophora</i> sp.2	-	-	-	1	33	-	-	-	-	-
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
Machaerium acutifolium Vogel	-	-	-	-	-	3	2	-	20	1
Machaerium floridum (Mart. ex Benth.) Ducke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Machaerium punctatum (Poir.) Pers.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Maprounea guianensis Aubl.	1	-	-	-	-	15	-	5	-	-
Matayba guianensis Aubl.	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Metrodorea mollis Taub.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Miconia albicans (Sw.) Triana	-	-	12	19	10	-	-	-	-	-
Miconia ferruginata DC.	-	-	2	20	-	-	-	-	-	-
Miconia ligustroides (DC.) Naudin	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Miconia tristis Spring	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Mimosa ophthalmocentra Mart. ex Benth.	-	-	-	-	-	-	7	-	1	-
Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Mimosa verrucosa Benth.	29	52	-	-	-	-	-	-	-	-
Mouriri guianensis Aubl.	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Myracrodruon urundeuva Allemão	-	-	-	-	-	-	1	-	-	34
Myrciaria floribunda (H.West ex Willd.) O.Berg	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Myrcia cf. guianensis (Aubl.) DC.	49	36	3	3	-	-	-	-	-	-
Myrcia cf. tomentosa (Aubl.) DC.	-	-	-	-	-	23	1	-	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	-	-	1	40	-	-	-	-	-	-
<i>Myrtaceae</i> sp.1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	3	-	8	1	10	-	-	-	-	-
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth.	-	-	-	-	-	-	25	-	16	1
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	3	1	1	1	-	31	3	1	-	-
<i>Poecilanthe ulei</i> (Harms) Arroyo & Rudd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Poeppigia procera</i> C.Presl	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	76	15	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Pseudopiptadenia brenanii</i> G.P.Lewis & M.P.Lima	-	-	-	-	-	7	-	1	47	59
<i>Pseudobombax</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Psidium parvifolium</i> Griseb.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	6
<i>Pterocarpus zehntneri</i> Harms	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	-	-	-	-	-	-	4	-	6	-
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Roupala montana</i> Aubl.	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	5	60	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	-	-	3	4	2	-	-	-	-	-
<i>Senegalia langsdorffii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	-	-	-	-	-	1	-	-	4	35
<i>Senegalia martii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	-	-	-	-	-	-	19	-	5	-
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Senna velutina</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	3	-	78	31	1	-	-	-	-	-
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-

Tabela S6. Continuação

Espécies	CNP	CP	CaC	CR	CaR	MSA	MSCD	MC	AR	MSCE
Tapirira guianensis Aubl.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Terminalia fagifolia Mart.	35	5	1	-	-	15	8	-	3	-
Tibouchina sp.1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Tibouchina sp.2	-	-	-	36	-	-	-	-	-	-
Tocoyena formosa (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	--	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Trichilia casaretti C.DC.	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Vellozia sp.1	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
Vellozia sp.2	-	-	43	-	683	-	-	-	-	-
Vochysia elliptica Mart.	-	-	15	-	25	-	-	-	-	-
Vochysia rufa Mart.	-	-	342	98	58	-	-	-	-	-
Ximenia americana L.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zanthoxylum hamadryadicum Pirani	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Zanthoxylum monogynum A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Zeyheria montana Mart.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau ex Verl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ziziphus joazeiro Mart.	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-

VI. CONCLUSÕES GERAIS

O presente estudo mapeou e descreveu as unidades geoambientais da Serra Geral, inseridas no Parque Estadual Caminho dos Gerais (PECG). Além disso, foi verificada a associação entre alguns atributos das comunidades vegetais, estrutura e diversidade, com características do solo, em diferentes habitats. A importância dos fatores edáficos na distribuição de espécies vegetais também foi avaliada. O PECG forneceu um cenário ideal para investigar tais objetivos, visto a singularidade, biótica e abiótica, existente entre os geoambientes e/ou habitats amostrados. Sendo assim, os resultados obtidos nos três capítulos permitem as seguintes conclusões:

(i) as características pedo-geomorfológicas e fitofisionômicas foram os principais diferenciadores dos geoambientes na Serra Geral - PECG. O parque possui um amplo mosaico ambiental em condições ecotonais, com extensas áreas de Cerrado no topo da Serra e formações florestais nas encostas e sopés. As singularidades de relevo, solo e vegetação foram evidenciadas para cada unidade geoambiental. Desse modo, os resultados obtidos podem ser utilizados para gerar subsídios para o planejamento ambiental da Unidade de Conservação.

(ii) a textura e os nutrientes do solo possuem efeitos independentes na estrutura e diversidade dos habitats tropicais. Variações nos parâmetros vegetacionais, estrutura e diversidade, entre os habitats abertos são significativas, com controle marcante do solo. Enquanto que os habitats florestais foram estruturalmente distintos, sem diferenças significativas nos parâmetros de diversidade, apresentando estreita relação com fatores edáficos.

(iii) gradientes edáficos, em grande parte, regulam a distribuição das espécies vegetais em habitats tropicais. Os padrões de probabilidade de ocorrência nem sempre foram semelhantes entre as espécies em um mesmo habitat. Entretanto, a resposta unimodal foi, no geral, a mais encontrada. Outros fatores não investigados podem possuir efeito em algumas espécies estudadas, no qual não apresentaram respostas em relação aos gradientes edáficos.

Diante do exposto, ressalta-se que a Serra Geral está inserida em um contexto ecotonal entre diferentes domínios fitogeográficos (Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica), apresentando uma paisagem constituída por comunidades vegetais distribuídas ao longo de gradientes ambientais. Vale ressaltar a importância de outros estudos para aprofundar mais as questões abordadas, a fim de verificar se os padrões encontrados são mantidos em outras áreas ecotonais semelhantes.