



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Fatores edáficos como indicadores da regeneração em uma savana na Amazônia Oriental

Mário Augusto Gonçalves Jardim¹; Ana Caroline de Souza Campos² & Salustiano Vilar Costa Neto³

1. Pesquisador da Coordenação de Botânica e Docente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução/Museu Paraense Emílio Goeldi. jardim@museu-goeldi.br 2. Bióloga. Mestre em Biodiversidade e Evolução (PPGBE)/Museu Paraense Emílio Goeldi. Av. Magalhães Barata, nº 376, Nazaré, 66040170, Belém, Pará, Brasil.anacarolinesc01@gmail.com 3. Pesquisador, Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. salucostaneto@gmail.com

Artigo recebido em 11/08/2021 e aceito em 06/03/2022

RESUMO

Atualmente as savanas amazônicas sofrem com a perda de biodiversidade vegetal e animal decorrente de ações antrópicas e que alteram diversos fatores ambientais como a composição e fertilidade do solo. O objetivo da pesquisa foi relacionar a ocorrência da regeneração com a composição físico-química do solo com intuito de contribuir com estratégias de conservação. O estudo foi realizado na localidade de Itapuá no município de Vigia de Nazaré, Pará em 677 parcelas de 1m x 1m onde foram quantificadas as espécies com altura ≤ 1 m e identificadas em família, gênero, espécie e forma de vida. Para análise físico-química do solo de cada área foram coletadas cinco subamostras de solo na profundidade de 0-10 cm para compor uma única amostra composta. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de análise de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Amazônia Oriental e realizadas análises físicas (areia grossa, fina e total, silte, argila) e químicas (Fe, Zn, Cu, Mn, pH (H₂O), Ca, Mg, Ca:Mg, K, Al, P, C, MO, N, C:N, Na, H+Al, SB, CTC (T), CTC (t), V e m). Foram registrados 36.190 indivíduos distribuídos em 43 famílias, 86 gêneros e 119 espécies. A forma de vida dominante foi herbácea com 55 espécies correspondente a 61,88% do total de espécies. Os elementos do solo com maiores concentrações foram o carbono, matéria orgânica, relação Carbono/Nitrogênio, Potássio, Sódio, Ferro, Areia grossa e Areia fina. Conclui-se que esses elementos do solo foram responsáveis pela dominância de plantas herbáceas caracterizadas em espécies de monocotiledôneas e espécies de pequeno porte.

Palavras-chave: Florística; química do solo; conservação.

Edaphic factors as indicators of regeneration in a savanna in the Eastern Amazon

ABSTRACT

Currently, the Amazon savannas suffer from the loss of plant and animal biodiversity resulting from anthropic actions that alter various environmental factors such as the composition and fertility of the soil. The objective of the research was to relate the occurrence of regeneration with the physicochemical composition of the soil in order to contribute to conservation strategies. The study was carried out in the town of Itapuá in the municipality of Vigia de Nazaré, Pará, in 677 plots of 1m x 1m; Species with height ≤ 1 m were quantified and identified in family, genera, species and life form. For physicochemical analysis of the soil in each area, five soil sub-samples were collected at a depth of 0-10 cm, to compose a single composite sample. The samples were sent to the soil analysis laboratory of the Brazilian Agricultural Research of Embrapa Eastern Amazon and physical (coarse, fine and total sand, silt, clay) and chemical (Fe, Zn, Cu, Mn, pH (H₂O) analyzes were carried out), Ca, Mg, Ca:Mg, K, Al, P, C, MO, N, C:N, Na, H+Al, SB, CTC (T), CTC (t), V and m). A total of 36.190 individuals were registered, distributed in 43 families, 86 genera and 119 species. The dominant life form was herbaceous with 55 species corresponding to 61.88% of the total species. The soil elements with the highest concentrations were carbon, organic matter, Carbon/Nitrogen ratio, Potassium, Sodium, Iron, sand and Fine sand. It is concluded that these soil elements were responsible for the dominance of herbaceous plants characterized in monocotyledonous species and small species.

Keywords: Floristic; soil chemistry; conservation.

Introdução

As savanas correspondem a 20% da superfície terrestre e quase 45% ocupam áreas na América do Sul e se caracterizam como ambientes heterogêneos devido ao clima, solos, biodiversidade e sobretudo por graves ações antrópicas e queimadas (Costa-Coutinho et al., 2021; Miranda et al., 2020; Silva et al., 2020). Para Rios et al. (2020), a biodiversidade de flora e fauna sofre perdas mediante a dinâmica de ocupação humana, pelo desmatamento e os incêndios florestais ocasionando alteração da paisagem, fragmentação de habitat, e até mesmo extinção de espécies. Atualmente, pesquisas tem mostrado alternativas para o desenvolvimento de estratégias que conciliem atividades antropogênicas com a conservação da natureza, principalmente em áreas de cerrado que enfrentam uma rápida conversão da vegetação nativa em agricultura (Resende et al., 2020) e em decorrência da expansão agrícola com o uso excessivo e desordenado de queimadas, fertilizantes químicos e agrotóxicos, o que resultou no surgimento de pragas (Eberhardt et al., 2021; Camargo et al., 2020). As mudanças na cobertura e uso do solo vêm se tornando um dos principais fatores de degradação ambiental em savanas, especialmente na forma de erosão dos solos (Nunes e Castro, 2021).

As manchas de savanas do Bioma Amazônia, geralmente ocorrem nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima. Os elementos químicos especialmente os macronutrientes associados a ciclagem de nutrientes são responsáveis pela manutenção dos ecossistemas. Considerando a singularidade e extensão da flora das savanas da Amazônia brasileira, e da existência de trabalhos sobre sua origem e diversidade, poucos são os estudos que associem os padrões florísticos com as propriedades do solo (Pessoa et al., 2021).

A qualidade do solo é uma temática amplamente discutida na literatura, principalmente no que diz respeito à sua definição e ao conjunto de atributos que podem mensurá-la, levando em consideração a grande diversidade química, física e especialmente aqueles atributos relacionados à biodiversidade (Melo et al., 2017). Para Silva et al. (2021) e Bardgett et al. (2021), o solo participa ativamente da formação e manutenção da atmosfera, promove o sequestro de carbono, além de ser morada de inúmeros animais, os quais constituem a biota do solo. O solo em savanas é caracterizado pela baixa capacidade de troca catiônica e bases trocáveis

pois sofrem influência das partículas de argila e matéria orgânica decorrente pela decomposição da serapilheira, e retenção de umidade no solo (Alves et al., 2018; Flores e Holmgren, 2021).

Para Feitosa et al. (2016) e Pinto et al. (2021), o fator ecológico preponderante na distribuição dos tipos de savana, dentro de seu próprio limite fitogeográfico é o solo devido a um gradiente de fertilidade que exerce influência na composição florística e na estrutura da vegetação. Consequentemente, as variáveis edáficas e climáticas são responsáveis pela quantidade de nutrientes e água fornecidos às espécies.

Os padrões de composição das espécies são influenciados por características ambientais que determinam a capacidade das espécies de se estabelecerem em ambientes específicos, p.ex. as características dos solos e do clima atuam na vegetação, influenciando sua diversidade e estrutura. Para Gonçalves et al. (2021) e Silva et al. (2020), a formação de fisionomias e distribuição de espécies em savanas se devem a fatores ambientais como a profundidade e fertilidade do solo e do nível do lençol freático.

As interações entre as comunidades vegetais e os fatores abióticos em savanas amazônicas ainda são pouco conhecidos, principalmente quanto a saber quais elementos são determinantes para a presença ou ausência das populações vegetais. Portanto, esta pesquisa testou a hipótese que de os teores de matéria orgânica, ferro, potássio, sódio e alumínio contribuem para a dominância de plantas herbáceas. O objetivo deste estudo foi relacionar a ocorrência da regeneração com a composição físico-química do solo.

Material e métodos

O estudo foi realizado em uma área de savana na localidade de Itapuá no município de Vigia de Nazaré, Pará sob as coordenadas geográficas (0° 48' 59,6"; S 48° 5' 6,8" W) na microregião do Salgado a 93 km de Belém, a capital do estado. O município de Vigia está localizado no nordeste do estado do Pará, na mesorregião do Nordeste Paraense e possui cerca de 1.500 ha, com população estimada de 53.686 pessoas (IBGE, 2019). O acesso a localidade se dá por meio terrestre e uma das principais ameaças para a conservação da área de estudo é a retirada de areia para a construção civil. O solo é arenoso e bem drenado, de acidez elevada com altas concentrações de alumínio, matéria orgânica escassa e elevados teores de silte que é o indicador da baixa

permeabilidade do solo (Campos e Jardim, 2020). A temperatura média anual é de 32,5° C, clima equatorial úmido e pluviosidade média anual de 2632 mm. Existem dois períodos na região quanto ao regime pluviométrico: mais chuvoso corresponde aos seis primeiros meses do ano (janeiro a junho) e menos chuvoso (julho a dezembro). Atualmente no município a fitofisionomia predominante é de florestas secundárias em vários estágios de regeneração, sua vegetação é também composta por floresta várzea e matas ciliares (Costa-Coutinho et al., 2019).

A coleta dos dados foi de setembro de 2019 a novembro de 2020 em 677 parcelas de 1m x 1m distribuídas aleatoriamente correspondente a 677 m² (0,068 ha) com a composição florística foi identificada através da distribuição dos indivíduos em famílias, gêneros e espécies. A atualização taxonômica das espécies e de seus autores ocorreu mediante consulta ao banco de dados da Flora do Brasil e ao Missouri Botanical Garden (2020) e a organização sistemática das famílias ocorreu de acordo com APG IV (Angiosperm Phylogeny Group, 2016) para as angiospermas. A classificação das formas de vida foi de acordo com Braga e Jardim (2019) em Arbusto, Árvore, Herbácea, Liana, Subarbusto e Palmeira e a Lista de Espécies da Flora do Brasil

(<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Os dados florísticos utilizados nesta pesquisa foram obtidos de Campos e Jardim (2020). Para análise físico-química do solo, em cada parcela/área foram coletadas cinco subamostras de solo na profundidade de 0-10 cm sendo uma no centro e as demais nos vértices da parcela para compor uma amostra composta (Lau e Jardim, 2014). As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Amazônia Oriental e de acordo com o protocolo Embrapa (1997) realizada a Análises Física: areia grossa, fina e total, silte, argila e Análise Química: Fe, Zn, Cu, Mn, pH (H₂O), Ca, Mg, Ca:Mg, K, Al, P, C, MO, N, C:N, Na, H+Al, SB, CTC (T), CTC (t), V e m.

Resultados

Na composição florística foram registrados 36.190 indivíduos distribuídos em 43 famílias, 86 gêneros e 119 espécies (Tabela 1). A forma de vida representativa foi a Herbácea com 55 espécies equivalente a 61,88%, Arbusto (25 espécies; 29,75%), Árvore (17 espécies; 20,23%), Liana (11 espécies; 13,09%), Subarbusto (9 espécies; 10,71%) e Palmeira (2 espécies; 2,38%).

Tabela 1. Composição florística da regeneração em 0,068 ha (677 m²) de uma savana amazônica na Vila de Itapuá, Vigia de Nazaré, Pará, Brasil. N - número de indivíduos; FV - Forma de Vida: Arbusto, Árvore, Herbácea, Liana, Subarbusto e Palmeira. Organizada por número de indivíduos.

Família	Espécie	N	FV
Poaceae	<i>Axonopus pubivaginat</i> Henrard	4065	Herbácea
Lamiaceae	<i>Hyptis crenata</i> Pohl ex Benth.	3265	Herbácea
Poaceae	<i>Paspalum carinatum</i> Humb. & Bonpl. ex Flügge	2896	Herbácea
Poaceae	<i>Axonopus purpusii</i> (Mez) Chase	2146	Herbácea
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	2086	Herbácea
Fabaceae	<i>Galactia jussiaeana</i> Kunth	1770	Subarbusto
Melastomataceae	<i>Tibouchina aspera</i> Aubl.	1482	Árvore
Cyperaceae	<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth	1161	Herbácea
Acanthaceae	<i>Ruellia geniculata</i> (Nees) Benoist	787	Arbusto
Eriocaulaceae	<i>Syngonanthus tenuis</i> (Kunth) Ruhland	742	Herbácea
Ochnaceae	<i>Sauvagesia sprengelii</i> A. St.-Hil.	648	Herbácea
Cyperaceae	<i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth) Nees	608	Herbácea
Cyperaceae	<i>Rhynchospora ciliata</i> (Vahl) Kük.	601	Herbácea
Melastomataceae	<i>Miconia elata</i> (Sw.) DC.	590	Árvore
Asteraceae	<i>Ichthyothere terminalis</i> (Spreng.) S.F. Blake	541	Herbácea
Poaceae	<i>Paspalum multicaule</i> Poir.	538	Herbácea

Cyperaceae	<i>Scleria cyperina</i> Willd. ex Kunth	499	Herbácea
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	495	Herbácea
Poaceae	<i>Anthaenantia lanata</i> (Kunth) Benth.	473	Herbácea
Malvaceae	<i>Hibiscus bifurcatus</i> Cav.	452	Arbusto
Poaceae	<i>Ichnanthus calvescens</i> (Nees ex Trin.) Doll	448	Herbácea
Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	441	Arbusto
Costaceae	<i>Costus arabicus</i> L.	411	Herbácea
Gentianaceae	<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.	401	Herbácea
Fabaceae	<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	374	Subarbusto
Passifloraceae	<i>Turnera breviflora</i> Moura	356	Arbusto
Cyperaceae	<i>Scleria gaertneri</i> Raddi	354	Herbácea
Fabaceae	<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	342	Arbusto
Poaceae	<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	335	Herbácea
Cyperaceae	<i>Rhynchospora riparia</i> (Nees) Boeckeler	325	Herbácea
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.	317	Herbácea
Ochnaceae	<i>Ouratea racemiformis</i> Ule	294	Árvore
Rubiaceae	<i>Perama hirsuta</i> Aubl.	284	Herbácea
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	249	Herbácea
Fabaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	227	Arbusto
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	216	Árvore
Xyridaceae	<i>Xyris savanensis</i> Miq.	211	Herbácea
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma magnificum</i> Mart. ex DC.	192	Liana
Cyperaceae	<i>Scleria hirsuta</i> Boeckeler	176	Herbácea
Fabaceae	<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene	167	Subarbusto
Fabaceae	<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	152	Arbusto
Fabaceae	<i>Eriosema simplicifolium</i> (Kunth) G. Don	146	Subarbusto
Poaceae	<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	136	Herbácea
Dilleniaceae	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	134	Liana
Gentianaceae	<i>Curtia tenuifolia</i> (Aubl.) Knobl.	134	Herbácea
Fabaceae	<i>Macroptilium gracile</i> (Poepp. ex Benth.) Urb.	129	Herbácea
Polygalaceae	<i>Polygala adenophora</i> DC.	129	Herbácea
Hypoxidaceae	<i>Curculigo scorzonifolia</i> (Lam.) Baker	126	Herbácea
Rubiaceae	<i>Spermacoce ocymoides</i> Burm.f.	118	Herbácea
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	115	Herbácea
Myrtaceae	<i>Myrcia cuprea</i> (O. Berg) Kiaersk.	114	Arbusto
Fabaceae	<i>Dioclea guianensis</i> Benth.	111	Liana
Fabaceae	<i>Stylosanthes grandifolia</i> M.B.Ferreira & Sousa Costa	110	Subarbusto
Polygalaceae	<i>Polygala timoutou</i> Aubl.	109	Herbácea
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	98	Arbusto
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> Triana	92	Arbusto
Euphorbiaceae	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	90	Subarbusto
Fabaceae	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	88	Subarbusto
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	82	Herbácea
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	80	Árvore
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	80	Arbusto
Violaceae	<i>Hybanthus calceolaria</i> (L.) Oken	79	Herbácea

Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	70	Árvore
Rubiaceae	<i>Mitracarpus frigidus</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) K.Schum.	70	Subarbusto
Fabaceae	<i>Abarema cochleata</i> (Willd.) Barneby & J.W. Grimes	68	Árvore
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	65	Herbácea
Lamiaceae	<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke	63	Subarbusto
Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	62	Liana
Malpighiaceae	<i>Heteropterys nervosa</i> A.Juss.	58	Liana
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	58	Árvore
Apocynaceae	<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K. Schum.	57	Liana
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	57	Arbusto
Dilleniaceae	<i>Davilla kunthii</i> A.St.-Hil	53	Liana
Arecaceae	<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	50	Palmeira
Rubiaceae	<i>Borreria ocyimifolia</i> (Roem. & Schult.) Bacigalupo & E.L.Cabral	50	Herbácea
Dilleniaceae	<i>Tetracera willdenowiana</i> Steud	48	Arbusto
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	48	Árvore
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus spraguei</i> Cheesman	46	Arbusto
Myrtaceae	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	46	Arbusto
Polygalaceae	<i>Polygala appressa</i> Benth.	46	Herbácea
Rubiaceae	<i>Pagamea guianensis</i> Aubl.	46	Arbusto
Fabaceae	<i>Aeschynomene brevifolia</i> L. ex Poir.	45	Arbusto
Passifloraceae	<i>Passiflora coccinea</i> Aubl.	45	Liana
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	43	Arbusto
Clusiaceae	<i>Platonia insignis</i> Mart.	43	Árvore
Salicaceae	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	41	Arbusto
Burmanniaceae	<i>Burmannia bicolor</i> Mart.	39	Herbácea
Solanaceae	<i>Solanum crinitum</i> Lam.	39	Arbusto
Melastomataceae	<i>Noterophila bivalves</i> (Aubl.) Kriebel & M.J.R.Rocha	38	Herbácea
Arecaceae	<i>Desmoncus mitis</i> Mart.	37	Palmeira
Metteniusaceae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	34	Arbusto
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	31	Árvore
Ochnaceae	<i>Ouratea microdonta</i> (Dalzell) Engl.	30	Árvore
Acanthaceae	<i>Ruellia geminiflora</i> Kunth	29	Subarbusto
Xyridaceae	<i>Xyris lacerata</i> Pohl ex Seub	28	Herbácea
Araceae	<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	27	Herbácea
Malpighiaceae	<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth	25	Árvore
Connaraceae	<i>Rourea doniana</i> Baker	21	Liana
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	21	Herbácea
Araceae	<i>Caladium</i> sp.	20	Herbácea
Malvaceae	<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A. Robyns	16	Árvore
Cyperaceae	<i>Cyperus amabilis</i> Vahl	8	Herbácea
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	7	Herbácea
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus lanatus</i> Silveira	7	Herbácea
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult	6	Arbusto
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> (G. Mey.) DC.	6	Arbusto
Symplocaceae	<i>Symplocos guianensis</i> (Aubl.) Gürke	6	Arbusto
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum squamatum</i> Sw.	5	Arbusto

Poaceae	<i>Paspalum auricomum</i> (A.G.Burm.) S.Denham	3	Herbácea
Polygalaceae	<i>Polygala variabilis</i> Kunth	3	Herbácea
Myrtaceae	<i>Calycolpus goetheanus</i> (Mart. ex DC.) O.Berg	2	Árvore
Aracaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	1	Palmeira
Cucurbitaceae	<i>Gurania</i> sp.	1	Liana
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	1	Herbácea
Fabaceae	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	1	Liana
Lamiaceae	<i>Vitex rufescens</i> A.Juss	1	Árvore
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus orbiculatus</i> Rich.	1	Herbácea
Sapindaceae	<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	1	Árvore
		36.190	

A composição físico-química mostrou que alguns elementos do solo obtiveram as maiores concentrações a saber: Carbono (6,17g/kg), Matéria orgânica (10,65g/kg), relação Carbono/Nitrogênio (22,01g/kg), Potássio (7,37mg/dm³), Sódio (6,56mg/dm³), Areia grossa (537g/kg), Areia fina (229,7g/kg) e Ferro (23,39mg/kg); os demais elementos apresentaram baixa concentração (Tabela 2).

Tabela 2. Composição físico-química do solo de uma savana amazônica na Vila de Itapuá, Vigia de Nazaré, Pará, Brasil.

Elementos	Concentração
C (g/kg)	6,17
MO (g/kg)	10,65
N (g/kg)	0,28
C/N (g/kg)	22,01
P (mg/dm ³)	1,46
K (mg/dm ³)	7,37
Na (mg/dm ³)	6,56
Al (cmol _c /dm ³)	0,38
Ca (cmol _c /dm ³)	0,23
Ca + Mg (cmol _c /dm ³)	0,36
pH em água	4,59
H + Al (cmol _c /dm ³)	1,63
S (cmol _c /dm ³)	0,38
CTC (cmol _c /dm ³)/Total	2,04
CTC (cmol _c /dm ³)/Efetiva	0,82
Saturação (cmol _c /dm ³) Base V%	27,37
Saturação (cmol _c /dm ³) Al m%	47,85
Areia grossa (g/kg)	537,0
Areia fina (g/kg)	229,7
Silte (g/kg)	209,3
Argila total (g/kg)	24,0
Fe (mg/kg)	23,39
Zn (mg/kg)	4,09
Cu (mg/kg)	2,43
Mn (mg/kg)	0,49

Discussão

As plantas herbáceas foram dominantes em quantidade de espécies (55). Para Sousa et al. (2018), as herbáceas contribuem no processo de modificação das características do solo, com aumento da sua porosidade e na aeração, diminuição do grau de compactação e aumento da

retenção de água. Além desses processos, a sazonalidade climática exerce forte influência sobre a composição e organização das espécies. Rocha e Costa Neto (2019) em savanas amazônicas registraram que o estrato herbáceo foi essencialmente graminoso, com as famílias Poaceae (64%) e Cyperaceae (12%) ocupando

76% da cobertura. Durão et al. (2021) avaliando a distribuição de famílias botânicas em um savana paraense constataram que Poaceae obteve maior número de espécies com dominância no estrato herbáceo-arbustivo.

O predomínio de espécies herbáceas no banco de sementes do solo é um padrão comumente encontrado onde podem alcançar longas distâncias, persistir no solo por longos períodos e reproduzir em menor tempo (Figueiredo et al., 2014; Maia Junior et al., 2018). Em uma savana no município de Floriano (PI) foi registrado o potencial apícola das plantas sendo 50% herbáceas, 13% subarborescentes, 13% arbustivas, 10,9% lianas e 13% arbóreas (Lopes et al., 2016).

Alguns estudos mostraram a presença efetiva de elementos químicos em solos de cerrados como Soares et al. (2015) que avaliaram a relação edáfica e florística em áreas de cerrado no sudeste goiano com o registro em Ouroana de 107 espécies e Montes Claros de Goiás de 120 espécies confirmando que os elementos que mais contribuíram na composição florística foram: pH (H_2O) 5,44-5,16; P (mg/dm^3) 3,28-2,48; K (mg/dm^3) 105,16-65,76; MO (dag/kg) 3,63-2,36; Fe (mg/dm^3) 89,39-73,46; Cu (mg/dm^3) 2,15-1,36 e Areia (dag/kg) 14,52-7,36. Para Feitosa et al. (2016) os solos com maior teor de argila na superfície; baixa relação silte/argila indicam o avançado estágio de intemperismo dos solos.

Neste contexto, Cardoso et al. (2016) em savanas de Urutaí (GO) registraram 66 e 26 espécies onde a riqueza e abundância de espécies de pequeno porte, com menor diâmetro e altura pode estar associada ao solo mais raso e menos pobre quimicamente e, com indícios de menor intensidade de ação antrópica. O solo na área apresentou acidez elevada e baixa disponibilidade de fósforo (1,9-1,5), cálcio (0,7-0,3) e magnésio (0,3-0,1). A boa disponibilidade de potássio (72-54); a capacidade de troca catiônica potencial (T) variou de média a baixa (4,4-3,3); saturação por bases foi baixa (25,3-16,1); o teor de matéria orgânica foi médio (20,6-15,1) em um solo de textura média a argiloso.

Para Furquim et al. (2018), a distribuição da vegetação do bioma cerrado relaciona-se principalmente a profundidade do solo por meio do estabelecimento do estoque de nutrientes e de água em toda a estação seca, reforçando que algumas espécies possuem eficiente mecanismo de ajustamento osmótico para redistribuir água nos tecidos em condições de déficit hídrico. Segundo Miranda et al. (2020) os solos arenosos,

distróficos, álicos e com baixa capacidade de troca catiônica num Cerrado típico registraram 85 espécies fortemente correlacionado com teores de cobre, ferro e saturação por alumínio. A conversão do Cerrado em pastagem e, conseqüentemente, sua fragmentação, provoca impactos negativos na capacidade de sequestro e armazenamento do C e N, tanto na pastagem quanto na vegetação natural (Oliveira et al., 2021).

Sobre os elementos com maiores concentrações, o Carbono (C) é um indicador na prestação de serviços ambientais promovidos por boas práticas agrícolas; a Matéria Orgânica (MO) é a principal fonte de COS em relação aos atributos físicos do solo, a qual contribui para a melhoria da infiltração e armazenamento de água no solo, porosidade e aeração (Eberhardt et al., 2021; Oliveira et al., 2015). Segundo Costa et al. (2018) em solos de cerrado localizados no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (PI), os teores de carbono e matéria orgânica não apresentaram variação significativa entre si, denotando um relevante aporte de material orgânico nos solos. Para Cassol et al. (2020), os teores de carbono orgânico (C.O) apontaram maior teor em solos de mata nativa, e atribuíram tal fato ao grande aporte de resíduos orgânicos, não-revolvimento do solo e reduzida erosão hídrica pela maior cobertura do solo pela liteira.

O Potássio (K) é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas com ação direta nos processos bioquímicos junto com o metabolismo de carboidratos, da fotossíntese e da respiração (Cavalini et al., 2018); o Sódio (Na) é considerado um elemento benéfico para algumas espécies, pois sua presença pode contribuir para o crescimento vegetal, para maior produção ou para resistência a condições desfavoráveis (Coelho et al., 2017); o Ferro (Fe) é um micronutriente essencial para as plantas, envolvido em vários processos fundamentais como fotossíntese, respiração, fixação de nitrogênio e síntese de DNA e de hormônio (Jucoski et al., 2016).

O estudo de Pinto et al. (2020) em área de cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba (MG) mostrou que não houve diferenças significativas nas concentrações de P, K, Fe^{+2} , Ca^{+2} e Al^{+3} nos solos do tipo Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo e o cerrado Distrófico sobre Latossolo Vermelho caracterizou-se pela predominância de espécies arbóreas sobre solo com mais alto teor de Al^{+3} .

Para Silva et al. (2015) a relação solo-vegetação em um cerrado localizado na unidade geomorfológica denominada Chapadão Central do

Domínio do Médio São Francisco mostrou que as classes de solo estiveram relacionadas com os dados das fitofisionomias e dos elevados teores de areia, com predomínio de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico típico e Latossolo Amarelo Distrófico psamítico indicando que a areia fina, a argila e o alumínio responderam por 93,7% da variabilidade da relação entre solos e as fitofisionomia. Neste aspecto, Ferreira et al. (2019) avaliando a ocorrência de espécies com os fatores edáficos em cerrado localizado na Fazenda Experimental Campus do Moura, município de Curvelo (MG) mostraram correlações significativas entre P, MO, pH, K, SB, m, K, Areia, Silte e Argila e as espécies. Para Mariano et al. (2019), os solos do cerrado se caracterizam pela alta intemperização e lixiviação, com baixas concentrações de nutrientes e índices elevados de alumínio, com isso a vegetação lenhosa sofre com déficits hídricos e nutricionais, diminuindo as dinâmicas na vegetação.

Conclusão

A dominância de espécies herbáceas foi condicionada pela presença de elementos químicos específicos diretamente associados ao desenvolvimento radicular de monocotiledôneas e de espécies de curto crescimento. Embora seja um estudo preliminar para as savanas amazônicas já contribui para o avanço do conhecimento e estratégias para a relação planta-solo.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pelo apoio financeiro (Edital Universal/MCTI/CNPq. Processo 429317/2016-6) e pela concessão da Bolsa de Produtividade em Pesquisa ao primeiro autor. Processo 306672/2021-9.

Referências

- Alves, V.N., Torres, J.L.R., Lana, R.M.Q., Pinheiro, M.H.O., 2018. Nutrient cycling between soil and leaf litter in the Cerrado (Brazilian savana) on eutrophic and dystrophic Neosols. *Acta Botanica Brasilica* 32, 169-179. DOI: 10.1590/0102-33062017abb0369.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG) IV, 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181,1-20. DOI:10.1111 /boj.12385.
- Bardgett, R.D., Bullock, J.M., Lavorel, S., Manning, P., Schaffner, U., Ostle, N.,

- Chomel, M., Durigan, G., Fry, E.L., Johnson, D., Lavallee, J.M., Le Provost, G., Luo, S., Png, K., Sankaran, M., Hou, X., Zhou, H., Ma, L., Ren, W., Li, X., Yong, D., Li, Y., Shi, H. 2021. Combatting global grassland degradation. *Nature Reviews Earth & Environment* 2, 720-73. 10.1038/s43017-021-00207-2
- Braga, E.O., Jardim, M.A.G., 2019. Florística, estrutura e formas de vida do estrato inferior de uma floresta ombrófila densa aluvial, Pará, Brasil. *Ciência Florestal* 29, 1048-1059. DOI: 10.5902/1980509821834.
- Camargo, P.L.T., Martins Júnior, P.P., Beserra, P.K.P., Barcelos, T.S. 2020. Identificação Arbórea e uma Nova Proposta de Classificação das Subformas do Bioma Cerrado: Estudo de Caso do Município de São Francisco, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13, 2714-2727. DOI: 10.26848/rbgf.v13.6.p2714-2727
- Campos, A.C.S., Jardim, M.A.G., 2020. Composição florística da regeneração de um trecho de savana na Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13, 2277-2787. DOI:10.26848/rbgf.v13.6.p2777-2787
- Cardoso, A.O., Lemos, D.C.S., Mesak, C., Ramos, M.V.V., Santos, M.L., 2016. Solos, florística e fitossociologia em Áreas de Restauração sob vegetação de cerrado *Sensu Stricto* em propriedades rurais de Urutaí, GO. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science* 5, 120-135. DOI:10.21664/2238-8869.2016v5i3.p.120-135
- Cassol, C.J., Arruda, E.J., Alovise, A.M.T., Abrão, C.M.R., Fronze, F.L., Cervi, R.F. Teores de carbono orgânico e variáveis granulométricas em solos de mata nativa do bioma cerrado. *Braz. J. Anim. Environ.* 3, 276-285.
- Cavalini, P. F., Sevilha, A., Cruz, R.M.S., Alberton, O., 2018. Resposta da soja a épocas de aplicação de potássio em cobertura. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR* 21, 23-28.
- Coelho, V.A.T., Dias, G.M.G., Ferreira, M.M., Rodas, C.L., Silva, M.L.S., Pasqual, M., 2017. Potássio e sódio na composição mineral e crescimento em plantas de *Zingiber spectabile*. *Agrária*.12, 35-40. DOI:10.5039/agraria.v12i1a5417
- Costa-Coutinho, J.M., Costa-Neto, S.V., Jardim, M.A.G., 2021. Florística e estruturado estrato arbóreo em cinco savanas no estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 14, 215-228. DOI: 10.26848/rbgf.v14.1.p215-

- 228.
- Costa-Coutinho, J.M., Jardim, M.A.G., Castro, A.A.J.F., Viana-Junior, A.B., 2019. Conexões biogeográficas de savanas brasileiras: partição da diversidade marginal e disjunta e conservação do trópico ecotonal setentrional em um *hotspot* de biodiversidade. *Revista Brasileira de Geografia Física* 12, 2406-2427. DOI: 10.26848/rbgf.v12.7.p2407-2427
- Costa, T.G.A., Iwata, B.F., Toledo, C.E., Coelho, J.V., Cunha, L.M., Clementino, G.E.S., Leopoldo, N.C.M., 2018. Dinâmica de carbono do solo em Unidade de ConsHerbáceaço do Cerrado Brasileiro sob diferentes fitofisionomias. *R.gest.sust.ambient.* 7, 306-323. DOI: 10.19177/rgsa.v7e42018306-323
- Durão, H.L.G, Pereira, C.B., Costa, K.G. 2021. Distribuição espacial de famílias botânicas em uma savana amazônica brasileira. *Revista Brasileira de Meio Ambiente* 9, 111-121.
- Eberhardt, D.N., Marchão, R.L., Vendrame, P.R.S., Corbeels, M., Filho, O.G., Scopel, E., Becquer, T. 2021. Effect of Savanna windrow wood burning on the spatial variability of soil properties. *Pesq. Agropec. Trop.* 51, e66853.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária., 1997. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 212p.
- Ferreira, M.S., Barros, B.C.D., Gonzada, A.P.D., Machado, E.L.M., Otoni, T.J.O., 2019. Influência das variáveis ambientais na estrutura de cinco populações arbóreas do cerrado na região central de Minas Gerais. *Nativa* 7, 460-468. DOI:10.31413/nativav7i4.6852
- Feitosa, K.K.A., Vale Júnior, J.F., Schaefer, C.E.G.R., Sousa, M.I.L., Nascimento, P.P.R.R., 2016. Relações solo-vegetação em “ilhas” florestais e savanas adjacentes, no nordeste de Roraima. *Ciência Florestal* 26, 135-146.
- Flores, B.M., Holmgren, M. 2021. White-Sand Savannas Expand at the Core of the Amazon After Forest Wildfires. *Ecosystems* 24, 1624-1637. DOI:10.1007/s10021-021-00607-x
- Figueiredo, P.H.A., Miranda, C.C., Araujo, F.M., Valcarcel, M., 2014. Germinação ex-situ do banco de sementes do solo de capoeira em restauração florestal espontânea a partir do manejo do sombreamento. *Sci. For.* 42, 69-80, 2014. DOI: 10.1590/1983-40632018v4853564.
- Furquim, L.C., Santos, M.P., Andrade, C.A.O., Oliveira, L.A., Evangelista, A.W.P., 2018. Relação entre plantas nativas do cerrado e água. *Cientific@-Multidisciplinary Journal* 5, 146-156. DOI:10.29257/2358-260X2018v5i2.p146-156
- Gonçalves, R.V.S., Cardoso, J.C.F., Oliveira, P.E., Oliveira, D.C. 2021. Changes in the Cerrado vegetation structure: insights from more than three decades of ecological succession. *Web Ecol.* 21, 55-64. DOI:10.5194/we-21-55-2021I
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Acesso em: 04.jul.2020. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/vigia.html>>.
- Jucoski, G.O, Cambraia, J., Ribeiro, C., Oliveira, J.A., 2016. Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora* L. *Revista Ciência Agronômica* 47, 720-728.
- Lau, A.V., Jardim, M.A.G., 2014. Relação entre o banco de sementes e a composição química do solo em uma floresta de várzea. *Biota Amazônia* 4, 96–101. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n2p96-101>
- Lopes, C.G.R., Beirão, D.C.C., Pereira, L.A., Alencar, L.C., 2016. Levantamento da flora apícola em área de cerrado no município de Floriano, estado do Piauí, Brasil. *R. bras. Bioci.* 14, 102-110.
- Maia Júnior, S.O., Andrade, J.R., Reis, L.S., Andrade, L.R., Gonçalves, A.C.M., 2018. Soil management and mulching for weed control in cowpea. *Pesq. Agropec. Trop.* 48, 453-460
- Mariano, G.V.P., Silva, V.P.G., Santos, L.C.S., Pires, W.K.L., Carmo, M.C.A., Vale, V.S. 2019. Estrutura e dinâmica comparativa entre cerradão distrófico e mesotrófico. *Agropecuária Científica no Semiárido* 15, 184-190. DOI: 10.30969/acsa.v15i3.1174
- Melo, V.F., Silva, D.T., Evald, A., Rocha, P.R.R., 2017. Qualidade química e biológica do solo em diferentes sistemas de uso em ambiente de savana. *Revista Agro@mbiente On-line* 11, 101-110. DOI: 0.18227/1982-8470ragro.v11i2.3850.
- Miranda, S.C., Silva Júnior, M.C., Vasconcelos, W.A., Carvalho, P.S., 2020. Relação solo-vegetação em duas áreas de cerrado sentido restrito na Serra Dourada, Goiás. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais* 11, 21-35. DOI:10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0002
- Nunes, E.D., Castro, S.S. 2021. Degradation of

- Phytophysiognomies of Cerrado and linear water erosive impacts in southwestern Goiás – Brazil. *Sociedade & Natureza* 33, 1-13. DOI: 10.14393/SN-v33-2021-60606
- Oliveira, N.S., Schiavo, J.A., Lima, M.F., Laranjeira, L.T., Nunes, G.P., Cruz, S.C. 2021. Isotopic variations of carbon and nitrogen and their implications on the conversion of Cerrado vegetation into pasture. *RBCIAMB* 56, 266-273. DOI: 10.5327/Z21769478845
- Oliveira, E.S., Reatto, A., Roig, H.L., 2015. Estoques de carbono do solo segundo os componentes da paisagem. *Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília* 32, 71-93.
- Pessoa, M.J.G., Maracahipes-Santos, L., Abadia, A.C., Oliveira, B., Silva, I.V., Lenza, E. 2021. Floristic composition, diversity and edaphic effects in two rocky savanna communities in the Amazon and Cerrado, Brazil. *Ciênc.Florest.* 31, 1383-1406. DOI:10.5902/1980509841937
- Pinto, L.A.S.R., Ziviani, M.M., Moraes, I.S., Ferreira, R., Silva Junior, W.F.; Lima, S.S., Silva, C.F., Torres, J.L.R., Pereira, M.G. Soil organic matter of aggregates physicogenic and biogenic in areas under no-tillage system in the Cerrado, Brazil. *Research, Society and Development* 10, e39910515012, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.15012.
- Pinto, M.N, Lima, R.A., Meira Neto, J.A., 2020. Ecologia funcional: relação do gradiente pedológico e abundância de espécies lenhosas do Cerrado Brasileiro. *Biota Amazônia* 10, 6-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v10n1p6-10>
- Rios, J.M., Mariano, V.G.P., Silva, V.P.G., Santos, L.C.S., Costa, J.P., Zica, L.R.S., Santos, B.G., Santos, A.F.C., Prado Júnior, J.A., Vale, V.S. 2020. Comparação de análises fitossociológicas e multivariadas na determinação do grau de conservação de áreas nativas de Cerrado. *Ciênc.Florest.* 30, 779-795. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509835229>
- Resende, F.M., Denman, L.A.C., Selva, G.V., Campanhão, L.M.B., Nobre, R.L.G., Jimenez, Y.G., Lima, E.M., Niemeyer, J. 2020. A conceptual model to assess the impact of anthropogenic drivers on water-related ecosystem services in the Brazilian Cerrado. *Biota Neotropica*. 20 (Supl.1), 1-11. DOI:10.1590/1676-0611-BN-2019-0899
- Rocha, A.E.S., Costa-Neto, S.V., 2019. Florística e fitossociologia do estrato herbáceo/arbustivo em 19 áreas de savanas amazônicas, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 14, 159-181. DOI:10.1234/bcnaturais.v14i2.172
- Silva, M.O., Santos, M.P., Sousa, A.C.P., Silva, R.L.V., Moura, I.A.A., Silva, R.S., Costa, K.D.S. 2021. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. *Brazilian Journal of Development*, 7, 6853-6875.
- Silva, L.S., Otoni, T.J.O., Vieira, A.D., Gonzaga, A.P.D., Botezelli, L., Meira Junior, M.S., Pereira, I.M., Machado, E.L.M. 2020. Variações temporais na estrutura em fitofisionomias de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual em Curvelo, MG. *Ciênc.Florest.* 30,730-742. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509833169>
- Silva, R.B.M., Francelino, M.R., Moura, P.A., Moura, T.A., Pereira, M.G., Oliveira, C.P., 2015. Relação solo/vegetação em ambiente de cerrado sobre influência do grupo Urucuia. *Ciênc.Florest.* 25, 363-373.
- Soares, M.P., Reys, P., Pifano, D.S., Sá, J.L., Silva, P.O., Santos, T.M., Silva, F.G., 2015. Relationship between edaphic factors and vegetation in savanas of the Brazilian midwest region. *R.Bras.Ci.Solo* 39, 821-829. DOI:10.1590/01000683rbcs20130726
- Sousa, R.S., Dewes, J.J., Kettenhuber, P.L.W., Raddatz, D.D., Sutili, F.J., 2018. Potencial da espécie *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski para recuperação de áreas degradadas. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer* 15, 720-731.