



## Variação temporal na composição e estrutura da vegetação em formação de Vereda

*Temporal variation in the composition and structure of vegetation in Vereda formation*

Érica Pereira Cardozo<sup>1</sup>  
Camila Silveira Souza<sup>2</sup>  
Guilherme Costa Dias<sup>3</sup>  
Leonardo Pereira Silva Costa<sup>4</sup>  
Rubens Manoel dos Santos<sup>5</sup>  
Mario Marcos do Espírito Santo<sup>6</sup>  
Yule Roberta Ferreira Nunes<sup>7</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar as mudanças temporais na composição e estrutura da comunidade vegetal nos diferentes habitats da vereda Almescla (Bonito de Minas, MG), no intervalo de cinco anos. **Método:** Foi feita uma reamostragem da vegetação na vereda, após cinco anos, utilizando parcelas de diferentes tamanhos (estratos diferentes) em três zonas (floresta higrófila ou área aberta que englobava meio úmido e seco), incluindo indivíduos arbustivos-arbóreos. Para avaliar as mudanças estruturais foram calculadas a área basal, o

<sup>1</sup>Mestre em Botânica Aplicada. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [ericacardozo13@gmail.com](mailto:ericacardozo13@gmail.com). <https://orcid.org/0009-0008-5410-2105>.

<sup>2</sup>Doutora em Ecologia e Conservação. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Docente do Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada. Laboratório de Ecologia Vegetal, Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [souza.camila.bio@gmail.com](mailto:souza.camila.bio@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0003-0856-9392>.

<sup>3</sup>Mestre em Botânica Aplicada. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [guilhermecostas20@gmail.com](mailto:guilhermecostas20@gmail.com). <https://orcid.org/0009-0003-4449-9990>.

<sup>4</sup>Mestre em Botânica Aplicada. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [silva.costa@ufvjm.edu.br](mailto:silva.costa@ufvjm.edu.br). <https://orcid.org/0000-0003-0456-5300>.

<sup>5</sup>Doutor em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Lavras (UFLA). Docente no Departamento de Ciências Florestais. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG-Brasil. [rubensmanoel@dcf.ufla.br](mailto:rubensmanoel@dcf.ufla.br). <https://orcid.org/0000-0002-4075-462X>.

<sup>6</sup>Doutor em Ecologia (Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Docente do Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada e do Programa de Pós-graduação de Biodiversidade e Uso de Recursos Naturais. Laboratório de Ecologia Evolutiva, Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [mario.marcos@unimontes.br](mailto:mario.marcos@unimontes.br). <https://orcid.org/0000-0001-8274-3075>.

<sup>7</sup>Doutora em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Lavras (UFLA). Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia e do Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada. Laboratório de Ecologia Vegetal, Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Montes Claros-MG-Brasil. [yule.nunes@unimontes.br](mailto:yule.nunes@unimontes.br). <https://orcid.org/0000-0003-3328-7506>.

Recebido em	Aceito em	Publicado em
28-06-2024	23-08-2024	11-10-2024

valor de importância, o incremento, as taxas de mortalidade, recrutamento, perda e ganho, e as mudanças na composição (diversidade beta). **Resultados:** Os resultados revelam uma leve variação na riqueza de espécies entre os habitats da vereda Almescla, com a floresta higrófila exibindo maior número de espécies arbustivas-arbóreas em ambos os períodos de amostragem. Houve um aumento na quantidade total de espécies em 2022, em comparação com 2017. *Tapirira guianensis* foi consistentemente a espécie com o maior valor de importância, seguida por *Mauritia flexuosa* e *Xylopia aromatica*. A beta diversidade foi alta, devido principalmente à substituição de espécies. A dinâmica da vegetação mostrou taxas de recrutamento e ganho em área basal superiores às taxas de mortalidade e perda basal, indicando uma substituição contínua de espécies. Algumas espécies apresentaram taxas específicas de mortalidade e recrutamento ao longo dos anos amostrais. **Conclusão:** Esses resultados evidenciam como a substituição de espécies e a diminuição na densidade de espécies arbustivas-arbóreas na vereda variou ao longo do tempo, indicando uma crescente modificação da paisagem.

**Palavras-chave:** Dinâmica de vegetação, Floresta higrófila, Mortalidade, Recrutamento, Dinâmica da vegetação.

## ABSTRACT

**Objective:** Objective: To evaluate temporal changes in the composition and structure of the plant community in the different habitats of Almescla vereda (Bonito de Minas, MG) over a five-year period. **Method:** A resampling of the vegetation was carried out in the vereda after five years, using plots of different sizes (different strata) in three zones (hygrophilous forest or open area that included wet and dry environments), including shrub-arboreal individuals. To evaluate structural changes were calculated the basal area, importance value, increment, mortality, recruitment, loss and gain rates, and changes in composition (beta diversity). **Results:** The results reveal a slight variation in species richness between the habitats of the Almescla vereda, with the hygrophilous forest exhibiting a greater number of shrub-tree species in both sampling periods. There was an increase in the total number of species in 2022 compared to 2017. *Tapirira guianensis* consistently had the highest importance value, followed by *Mauritia flexuosa* and *Xylopia aromatica*. Beta diversity was high, mainly due to species turnover. Vegetation dynamics showed rates of recruitment and gain in basal area higher than rates of mortality and basal loss, indicating continuous species replacement. Some species exhibited specific mortality and recruitment rates throughout the sampled years. **Conclusion:** These results demonstrate how species replacement and the decrease in the density of tree species in the vereda varied over time, indicating increasing landscape modification.

**Keywords:** Vegetation dynamics, Hygrophilous forest, Mortality, Recruitment, Vegetation dynamics.

---

## INTRODUÇÃO

As veredas são formações do Cerrado, caracterizadas por uma vegetação herbácea graminosa e arbóreo arbustivo, com presença da palmeira *Mauritia flexuosa* L.f. – buriti<sup>1</sup>. Nas veredas existe um gradiente ambiental determinado essencialmente pela variação hídrica. Nas regiões mais baixas, com alta saturação hídrica e acúmulo de matéria orgânica, pode ocorrer a formação de floresta higrófila ou de galeria (zona de fundo), e conforme se afasta da zona saturada, ocorre a predominância da vegetação herbácea graminosa (zona de meio)<sup>2,3,4</sup>. Esses ambientes são de extrema importância, pois representam fonte de alimento e água, abrigo e local de reprodução para a fauna<sup>5</sup>. Além disso, são Áreas de Preservação Permanente, responsáveis pela perenidade dos cursos d'água das bacias hidrográficas e por auxiliar a permanência da rede de drenagem<sup>6,7,8</sup>.

Devido à importância hídrica, social e ecológica das veredas, são necessários estudos para entender as mudanças temporais da vegetação em veredas com diferentes níveis de conservação. As comunidades tropicais, assim como as veredas, constituem um mosaico de estágios, com arranjos de espécies e indivíduos em diferentes fases de regeneração, e sujeitas a perturbações mais ou menos periódicas<sup>9,10</sup>. O processo de sucessão dessas comunidades envolve mudanças graduais na estrutura de suas espécies ao longo do tempo<sup>11</sup>. Embora as comunidades sejam dinâmicas e suas mudanças ocorram de forma contínua, em níveis individuais e populacionais<sup>12,13</sup>, a comunidade como um todo tende a ser estável devido a um balanço entre crescimento, recrutamento e mortalidade<sup>14,15</sup>.

Entretanto, considerando os impactos no meio ambiente, principalmente na vegetação, as ocorrências de secas extremas advindas de efeitos antrópicos e mudanças climáticas atuais reduzem: (1) a disponibilidade de água no solo; (2) transpiração e assimilação de carbono, levando à morte dos indivíduos<sup>16,17</sup>, e (3) em casos extremos de secamento, pode ocorrer um aumento no risco de incêndios<sup>18,19</sup>. Diante desse cenário, é necessário entender e identificar padrões de mudanças na dinâmica da vegetação, através do monitoramento, utilizando esses resultados para propor medidas de prevenção, controle e adaptação dessas formações<sup>11</sup>. Dessa forma, a partir de informações sobre a vegetação em áreas de vereda, é possível avaliar as mudanças na sua estrutura horizontal e vertical, com base nas taxas de mortalidade,

recrutamento e crescimento de seus indivíduos e, também, com base na regeneração natural da sua vegetação<sup>11,13,14</sup>. É possível também verificar se as populações locais estão sendo substituídas por novos indivíduos ou por diferentes espécies devido aos filtros ambientais que podem mudar ao longo do tempo<sup>20,21</sup>.

Estudos sobre a variação temporal na estrutura da vegetação em áreas úmidas e formações do Cerrado, incluindo tanto áreas florestais como áreas abertas, mostram uma diminuição na densidade de espécies arbóreas em áreas úmidas do Cerrado<sup>21</sup>. Já em comunidades arbóreas ou de Floresta Estacional Semidecidual, a mortalidade tende a ser superior ao recrutamento, mas essas formações apresentam potencial de regeneração<sup>15</sup>. Em outros casos, houve ainda o aumento em todos os parâmetros estruturais avaliados, com recrutamento e ganhos de área basal e biomassa superiores à mortalidade e perda de indivíduos<sup>22</sup>. A cobertura de campos com espécies arbustivas também pode se tornar mais restrita em alguns casos, enquanto as formações florestais tendem a aumentar, com redução do cerrado esparso e aumento do cerrado denso<sup>23,24</sup>. Em todo caso, as comunidades arbóreas podem apresentar mudanças graduais e direcionais, indicando a existência de um processo sucessional nessas comunidades<sup>25</sup>. Dessa forma, um declínio no recrutamento de espécies de áreas abertas no Cerrado, pode representar uma consequência provável da invasão da vegetação arbórea<sup>26</sup>. Por fim, especificamente em formações de veredas, resultados prévios indicam mudanças temporais nos padrões de cobertura do solo, com aumento da área degradada que levam a mudanças temporais da estrutura da vegetação<sup>8,27,28,29,30</sup>.

Estudos de dinâmica são também fundamentais para subsidiar práticas de manejo e restauração de um ecossistema, principalmente das veredas que estão sob constante ameaça<sup>8,13,31</sup>. Dessa forma, é possível compreender os processos ecológicos e identificar como os fatores externos influenciam a dinâmica das veredas. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar as mudanças temporais da comunidade vegetal nos diferentes habitats de uma vereda, no período de cinco anos. Especificamente, o estudo tem os seguintes objetivos: i) avaliar a estrutura (valor de importância e área basal) e dinâmica da vegetação arbustiva-arbórea (mortalidade, recrutamento, perda e ganho) nos diferentes ambientes da vereda estudada em um intervalo de cinco anos; ii) avaliar a mudança na composição de espécies entre os dois períodos nos diferentes habitats da vereda. A hipótese é que possa

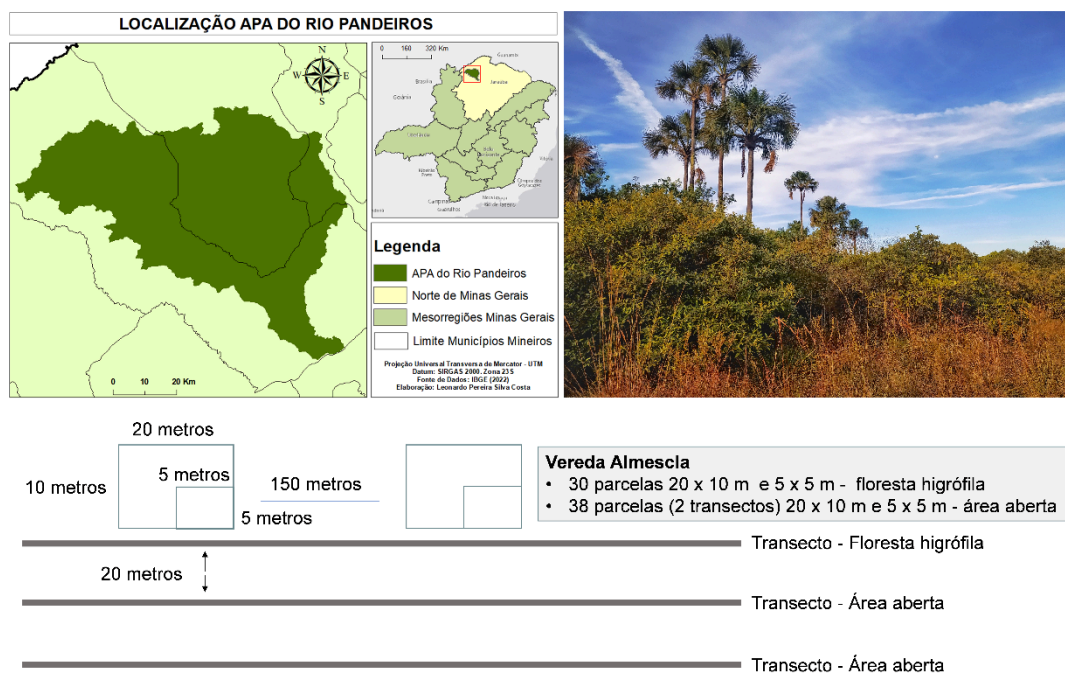
existir uma variação na estrutura e aumento na substituição de espécies ao longo do tempo na vereda estudada, devido ao recrutamento de espécies advindas de outras áreas do cerrado, devido a modificação e início de secamento dessa vereda<sup>8</sup>. Entretanto, a floresta higrófila (parte com solo mais saturado da vereda), poderá apresentar um recrutamento maior de espécies arbóreas. Ao longo do tempo, a vereda estudada vem mostrando indícios de estar sofrendo com o aumento do déficit hídrico, o que poderia ocasionar mudanças na estrutura da vegetação nos ambientes da vereda, levando a maior ocorrência de espécies de áreas menos saturadas do cerrado<sup>8</sup>. Além disso, também é esperado uma maior taxa de perda e mortalidade nessas áreas, comparado a um menor recrutamento e ganho de espécies, devido à expansão de espécies de formações mais secas do cerrado, alterando assim a dinâmica dessas áreas.

## MÉTODOS

### Área de estudo

Os dados foram coletados na Unidade de Conservação Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros (APA do Rio Pandeiros). A vereda Almescla está localizada no norte do Estado de Minas Gerais (15°20'54,9" S; 44°53'84,5" W; Figura 1), na APA do Rio Pandeiros, no município de Bonito de Minas. A região possui um clima tropical do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com inverno seco e temperatura média anual de 22,2-22,7 °C, e precipitação variando de 1.008 a 1.073 mm<sup>32,33</sup>. O solo da região é considerado distrófico e arenoso<sup>3,8</sup>, classificado como Histossolo<sup>34</sup>. A vegetação da área de estudo é composta por diversas formações de transição entre Cerrado e Caatinga, resultando em um mosaico de matas ciliares e secas, cerrado e veredas<sup>4,8</sup>. Especificamente, as áreas de veredas da região Norte de Minas estão em processo de secamento<sup>8</sup> (diminuição do lençol freático), com perda de nascentes (segundo relatos de moradores e observações visuais) e sua paisagem mostra a ocorrência de diversas atividades antrópicas, como a criação de animais domésticos, agricultura, pastoreio, colheita de madeira e queimadas<sup>4</sup>. No entanto, ainda é possível observar a presença de água acima do solo a partir do lençol freático em alguns locais, e a vegetação apresenta uma estrutura típica de ambientes higrófilos, com a presença de duas zonas principais (áreas abertas e áreas de floresta higrófila). A vereda Almescla encontra-se

em estágio intermediário de secamento, ainda possuindo um ciclo do lençol freático constante<sup>8</sup>, mas já apresenta a ocorrência de espécies de outras formações de Cerrado em sua área aberta – meio úmido e seco e recuo de cabeceira de aproximadamente 1 km.



**Figura 1.** Localização da vereda estudada na APA do Rio Pandeiros, foto da área de estudo evidenciando a área mais aberta e a floresta higrófila mais ao fundo da imagem e esquema dos transectos e parcelas estabelecidas para a amostragem nas três zonas (floresta higrófila, meio úmido e meio seco formando a área aberta).

### Amostragem da vegetação

Para amostragem da comunidade vegetal, foi utilizado o método de parcelas<sup>35</sup> no ano de 2017. Para uma melhor caracterização da vereda amostrada, foram definidas duas zonas, delimitadas devido à topografia e drenagem do solo: floresta higrófila (hygrophilous forest) e área aberta (open area – meio úmido e seco). Na vereda Almescla, as parcelas foram distribuídas em três transectos dispostos paralelamente ao curso da água (um transecto na floresta higrófila e dois na área aberta da vereda – meio úmido e seco). No transecto da floresta higrófila, 30 parcelas de 10 m × 20 m, com distância de 150 m entre si, foram distribuídas ao longo do transecto (Figura 1). Indivíduos do componente arbóreo-arbustivo

dentro dessas parcelas com DAP (diâmetro na altura do peito; medidos a 1,30 m do solo)  $\geq$  a 5 cm tiveram sua altura estimada, foram identificados e marcados com placas de alumínio numeradas. Complementarmente, dentro de cada uma das parcelas de 10 m  $\times$  20 m, parcelas menores com dimensão de 5 m  $\times$  5 m foram delimitadas para amostragem dos indivíduos arbóreos-arbustivos dos estratos inferiores e/ou juvenis. Assim, nestas subparcelas todos os indivíduos arbóreos-arbustivos com DAP  $\geq$  a 3 cm tiveram sua altura estimada, registrada e numerada com fita e placa de alumínio. Em relação à zona definida como área aberta, dois transectos de separados por 20 m de distância foram alocados após 5 m da floresta higrófila (área aberta mais e menos úmida). Nestes transectos, 38 parcelas de 10 m  $\times$  20 m foram demarcadas, com 150 m de distância entre as parcelas. Todos os indivíduos arbustivos com DAS (diâmetro na altura do solo)  $\geq$  a 5 cm foram marcados com placas de alumínio, medidos e identificados. Da mesma forma, subparcelas de 5 m  $\times$  5 m foram delimitadas dentro das parcelas para amostragem dos indivíduos arbustivos-subarbustivos com DAS  $\geq$  3 a cm (para maiores detalhes conferir Nunes et al.<sup>8</sup>).

A identificação dos indivíduos foi realizada em campo, dado o conhecimento prévio das espécies, e através material coletado (vegetativo ou reprodutivo) para identificação, utilizando literatura especializada, enviado a especialistas ou comparação com material testemunho. O material coletado foi tratado segundo as técnicas convencionais de herborização, e exsicatas foram depositadas no Herbário Montes Claros Minas Gerais (MCMG), da Universidade Estadual de Montes Claros. A nomenclatura das espécies seguiu a Lista de Espécies da Flora do Brasil (<https://reflora.jbrj.gov.br/consulta/>), o enquadramento em famílias foi realizado de acordo com o APG IV<sup>36</sup>.

O segundo inventário da vegetação ocorreu após cinco anos (2022), utilizando-se a mesma metodologia do inventário anterior. Deste modo, foram incorporados os novos indivíduos que atingiram a classe de diâmetro estipulada (DAP ou DAS, conforme o tamanho da parcela e hábitat avaliado), que foram marcados, medidos e identificados. Além disto, os indivíduos mortos foram registrados e os sobreviventes mensurados novamente.

### **Mudanças temporais da estrutura e composição de espécies**

Para avaliar as mudanças estruturais da comunidade (cinco anos depois da primeira avaliação) foram calculadas a área basal de cada espécie e o seu valor de importância (IVI) para cada vereda, habitat da vereda (floresta higrófila ou área aberta que incluía meio úmido e seco) e cada período de amostragem<sup>35</sup>. Também foram calculados o incremento e as taxas anuais de Mortalidade (M), Recrutamento (Rc), para as espécies e para a comunidade, e Perda (P) e Ganho (G) de área basal, para a comunidade<sup>37,38</sup> (Tabela 1).

**Tabela 1.** Fórmulas utilizadas para os cálculos de mortalidade, recrutamento, perda e ganho em relação à dinâmica da vegetação na vereda Almescla entre os anos de 2017 e 2022.

Cálculo	Fórmula	Descrição
Mortalidade	$M = \{1 - [(N_0 - m) / N_0]^{1/t}\} \times 100$	N <sub>0</sub> = Contagem inicial de indivíduos m= indivíduos mortos t= tempo transcorrido entre os dois levantamentos
Recrutamento	$Rc = [1 - (1 - r/N_t)^{1/t}] \times 100$	N <sub>t</sub> = Contagem final de indivíduos r= indivíduos recrutados t= tempo transcorrido entre os dois levantamentos
Perda em área basal	$P = \{1 - [(AB_0 - AB_m) / AB_0]^{1/t}\} \times 100$	AB <sub>0</sub> = Área basal inicial AB <sub>m</sub> = Área basal dos indivíduos mortos t= tempo transcorrido entre os dois levantamentos
Ganho em área basal	$G = \{1 - [1 - (AB_r + AB_g) / AB_t]^{1/t}\} \times 100$	AB <sub>t</sub> = Área basal final AB <sub>r</sub> = Área basal dos indivíduos recrutados AB <sub>g</sub> = Incremento em área basal dos sobreviventes t= tempo transcorrido entre os dois levantamentos

Medidas de mudanças na composição das espécies no gradiente das parcelas amostradas (diversidade beta) e entre as diferentes épocas de amostragem, foram calculadas como dissimilaridade de espécies devido à perda ou substituição de espécies. A beta diversidade inclui tanto o aninhamento entre os locais amostrados e épocas amostradas, onde um conjunto de espécies é um subconjunto de outro conjunto, quanto à mudança de composição devido a substituição de um conjunto de espécies por outro (ou seja, *turnover*). Dessa forma, a beta diversidade total de espécies foi particionada utilizando o índice de dissimilaridade de Sørensen,  $\beta_{sor}$  em *turnover* ou substituição de espécies (dissimilaridade



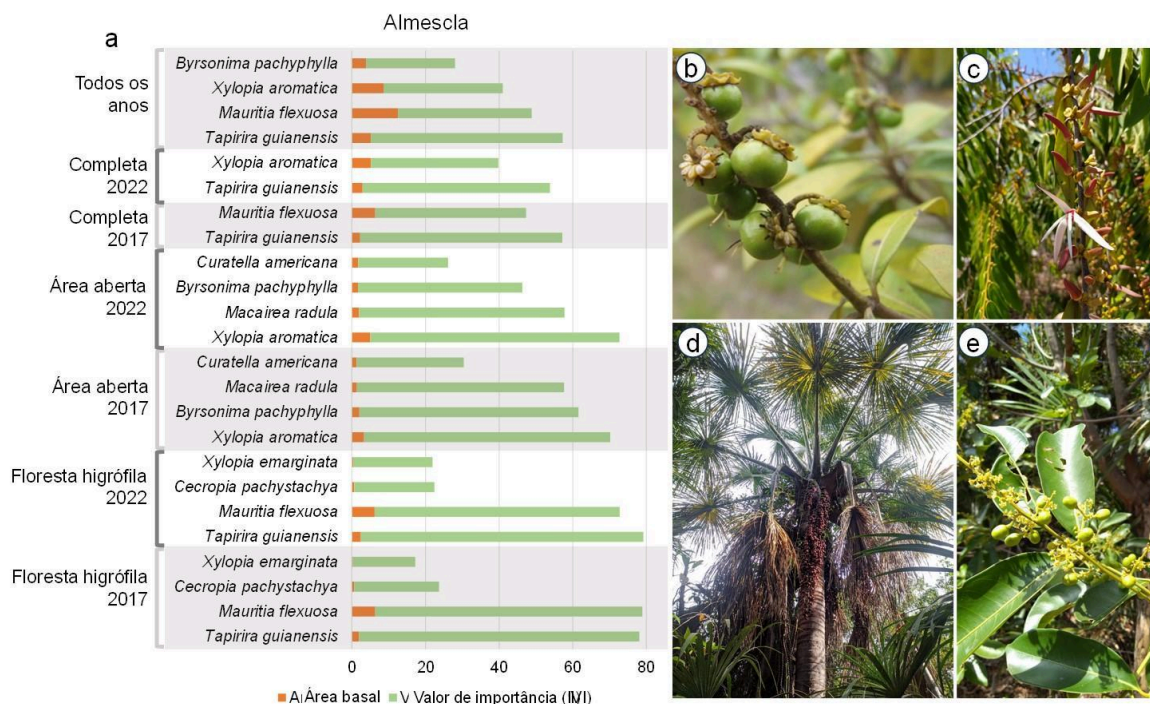
de Simpson,  $\beta_{sim}^{39}$ ) e dissimilaridade resultante de aninhamento ( $\beta_{nes}^{40,41}$ );  $\beta_{sim}$  descreve rotatividade sem a influência de gradientes de riqueza, e  $\beta_{nes}$  é derivado da diferença entre  $\beta_{sor}$  e  $\beta_{sim}$  que leva em conta o componente aninhamento da diversidade beta. Cada índice varia entre 0 e 1, com valores mais baixos indicando uma proporção maior de espécies compartilhadas e valores maiores indicando maior dissimilaridade entre dois locais. As variações na beta diversidade entre as parcelas nos diferentes anos e habitats e as taxas avaliadas aqui foram comparadas utilizando ANOVA no pacote “vegan”<sup>42</sup>.

## RESULTADOS

### Mudança na representatividade das espécies

A riqueza de espécies apresentou uma pequena variação entre os habitats da vereda Almescla, sendo que na floresta higrófila encontrou-se o maior número de espécies arbustivas-arbóreas no primeiro período de amostragem (2017: 34 espécies; 2022: 35 espécies) comparado aos habitats área aberta - meio úmido e seco (2017: 30 espécies; 2022: 35 espécies). No total, contabilizando as espécies dos dois ambientes, foram amostradas 54 espécies em 2017 e 60 espécies em 2022. Comparando a dinâmica na composição de espécies entre os anos amostrados, em 2017 e 2022, na vereda Almescla, *Tapirira guianensis* ( $IVI_{2017} = 54,87\%$ ;  $IVI_{2022} = 50,91\%$ ) foi a espécie que apresentou maiores valores de IVI, seguida por *Mauritia flexuosa* em 2017 ( $IVI = 40,96\%$ ) e *Xylopia aromatica* ( $IVI = 34,60\%$ ) em 2022 (Figura 2).

Em relação a área basal, em 2017, *Byrsonima pachyphylla* (área basal =  $4,47 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ) no meio úmido, *Macairea radula* (área basal =  $80,30 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ) no meio seco e *Mauritia flexuosa* (área basal =  $6,36 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ) na floresta higrófila foram as espécies com maiores valores. Em 2022, nas zonas de meio, *Xylopia aromatica* se tornou a espécie com maior valor de área basal, além de se tornar uma espécie com maior representatividade nessas duas porções da vereda (área basal =  $3,63 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  no meio úmido; e  $3,85 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  no meio seco). Já *Mauritia flexuosa* se manteve como espécie com maior valor de área basal (área basal =  $6,17 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ) na floresta higrófila (Tabela 2).



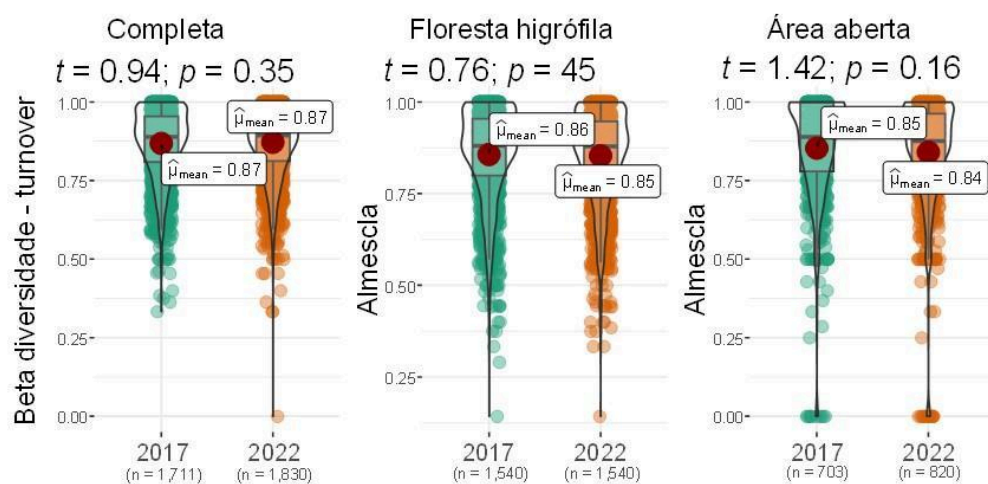
**Figura 2.** a) Espécies mais representativas no levantamento fitossociológico da vereda Almescla. Os valores de importância são mostrados para o total (dois períodos de amostragem e os dois ambientes da vereda) e para cada ano e ambiente separado (floresta higrófila e área aberta - meio úmido e seco). A figura também mostra a imagem das espécies mais importantes considerando os dois anos de amostragem: b) *Byrsonima pachyphylla*; c) *Xylopia aromatica*; d) *Mauritia flexuosa*; e) *Tapirira guianensis*. Fotos: Alysson Rocha.

**Tabela 2.** Resumo da dinâmica da comunidade para a vereda Almescla (meio úmido, seco e floresta higrófila) entre os períodos de 2017 e 2022. \*Letras diferentes mostram resultados significativamente diferentes para o teste de comparação de médias (<0,05).

Medidas	Meio úmido	Meio seco	Floresta higrófila
Mortalidade (%.ano <sup>-1</sup> )	6,47 <sup>a</sup>	5,59 <sup>a</sup>	4,35 <sup>b</sup>
Recrutamento (%.ano <sup>-1</sup> )	9,38 <sup>a</sup>	5,11 <sup>b</sup>	1,81 <sup>c</sup>
Perda (%.ano <sup>-1</sup> )	9,28 <sup>a</sup>	5,9 <sup>b</sup>	2,02 <sup>c</sup>
Ganho (%.ano <sup>-1</sup> )	3,0 <sup>a</sup>	2,93 <sup>a</sup>	0,78 <sup>b</sup>
Número de indivíduos mortos	31 <sup>a</sup>	40 <sup>b</sup>	157 <sup>c</sup>
Número de indivíduos recrutados	49 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	61 <sup>b</sup>

### Dinâmica da vegetação

Em relação a beta diversidade, área aberta (meio úmido e seco) e floresta higrófila apresentou valores altos, devido principalmente ao turnover de espécies, indiferente do período de amostragem ( $\text{turnover}_{2017} = 0,92$ ;  $\text{aninhamento}_{2017} = 0,03$ ;  $\text{turnover}_{2022} = 0,93$ ;  $\text{aninhamento}_{2022} = 0,03$ ). Entretanto, a beta diversidade não diferiu entre os anos avaliados para toda a comunidade e nem para os ambientes separadamente (Figura 3).


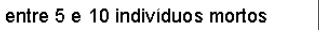






**Figura 3.** ViolinPlot combinando a visualização do boxplot juntamente com um plot de densidade comparando os valores de beta diversidade (turnover – principal componente) entre os períodos amostrados e os habitats da vereda Almescla.

Em relação a dinâmica da vegetação para as áreas de meio e floresta higrófila da vereda Almescla, entre os anos de 2017 e 2022 a taxa de recrutamento e ganho em área basal foi em média de  $5,43 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$  (meio úmido =  $9,38 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ; meio seco =  $5,11 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ; floresta higrófila =  $1,81 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ;  $p < 0,005$ ) e  $2,23 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$  respectivamente (meio úmido =  $3 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ; meio seco =  $2,93 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ; floresta higrófila =  $0,78 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ;  $p < 0,005$ ). Em contrapartida, a taxa de mortalidade foi em média de  $5,52 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  (meio úmido =  $6,47 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ; meio seco =  $5,59 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ; floresta higrófila =  $4,35 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ;  $p < 0,005$ ) e de perda basal foi de  $11,79 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$  (meio úmido =  $9,28 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ; meio seco =  $5,9 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ; floresta higrófila =  $2,02 \text{ \%}\cdot\text{ano}^{-1}$ ;  $p < 0,005$ ). Dessa forma, a comunidade apresentou maiores valores de mortalidade e perda comparado as taxas de ganho e recrutamento (Tabela 2).

**Tabela 3.** Dinâmica de populações das espécies amostradas entre os períodos de 2017 e 2022 para as diferentes formações de veredas (zonas de meio úmido, seco e floresta higrófila). M = Mortalidade; R = Recrutamento; % M = porcentagem de mortalidade; % R = porcentagem de recrutamento; N = número de indivíduos para cada população.

Espécies	N	Meio úmido				Meio seco				Zona de fundo (Floresta higrófila)			
		M	R	% M	% R	M	R	% M	% R	M	R	% M	% R
Annonaceae	2			-	-			-	-			0	0
<i>Bowdichia virgilioides</i>	3			-	100			-	100			-	-
<i>Byrsonima intermedia</i>	1			0	-			-	-			-	-
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	106			10.22	3.93			0.78	0.76			4.36	0
<i>Byrsonima sericea</i>	1			-	-			0	0			-	-
<i>Byrsonima umbellata</i>	16			-	-			-	-			10.87	0
<i>Calophyllum brasiliense</i>	6			-	-			-	-			3.58	-
<i>Caryocar brasiliense</i>	1			0	0			-	-			-	-
<i>Cecropia pachystachya</i>	64			-	-			0	0			5.08	0.64
<i>Croton urucurana</i>	9			-	-			-	-			14.97	0
<i>Curatella americana</i>	28			1.89	0			0	0			0	0
<i>Dimorphandra mollis</i>	11			79.72	22.88			-	-			-	-
<i>Enterolobium gummiterum</i>	1			-	-			0	0			-	-
<i>Eugenia sp.</i>	1			-	-			-	-			0	0
<i>Ficus cf. insipida</i>	3			-	-			-	-			7.79	0
<i>Guarea kunthiana</i>	3			-	-			-	-			12.94	7.79
<i>Hedyosmum brasiliense</i>	5			-	-			-	-			4.36	0
<i>Himatanthus obovatus</i>	1			0	0			-	-			-	-
<i>Hirtella glandulosa</i>	1			0	0			-	-			-	-
<i>Hyeronima alchomeoides</i>	32			-	-			-	-			5.79	0.63
<i>Ilex affinis</i>	8			-	-			0	0			24.21	0
Indeterminada	4			-	-			-	-			100	24.21
<i>Inga vera</i>	6			-	-			-	-			4.36	3.58
<i>Kielmeyera sp.</i>	1			0	0			-	-			-	-
<i>Kielmeyera speciosa</i>	1			-	100			-	-			-	-
<i>Ladenbergia sp.</i>	2			-	-			-	-			12.94	0
<i>Ladenbergia cujabensis</i>	2			-	-			-	-			12.94	0
<i>Leptolobium elegans</i>	2			-	-			-	100			-	-
<i>Macaranga radula</i>	84			32.24	6.88			7.62	5.5			-	-
<i>Mauritia flexuosa</i>	43			-	-			-	-			0.47	0
<i>Maunttiella armata</i>	25			-	-			-	-			4.36	0
<i>Miconia albicans</i>	13			0	4.36			7.79	5.59			-	-
<i>Miconia burchellii</i>	1			0	0			-	-			-	-
<i>Miconia cf. elegans</i>	15			-	-			-	-			7.79	0
<i>Miconia chamissois</i>	3			-	-			0	0			-	-
<i>Miconia corallina</i>	1			-	-			0	0			-	-
<i>Miconia elegans</i>	36			-	100			16.06	8.78			100	34.02
<i>Miconia ibaguensis</i>	2			-	-			0	0			-	-
<i>Miconia prasina</i>	4			-	-			100	12.94			-	-
<i>Myrcia sp.</i>	2			-	-			-	-			0	0
<i>Myrsine umbellata</i>	25			-	-			-	-			7.42	0
<i>Nectandra cf. cissiflora</i>	3			-	-			-	-			7.79	0
<i>Nectandra megapotamica</i>	2			-	-			-	-			0	0
<i>Protium spruceanum</i>	3			-	-			-	-			7.79	0
<i>Qualea parviflora</i>	1			-	-			-	-			-	100
<i>Richeria grandis</i>	18			-	-			0	0			5.22	0
<i>Sloanea retusa</i>	7			-	-			-	-			3.03	0
<i>Styrax oblongus</i>	39			-	-			-	-			0.56	1.05
<i>Swartzia macrostachya</i>	1			0	0			-	-			-	-
<i>Symphonia globulifera</i>	1			-	-			-	-			0	0
<i>Tachigali aurea</i>	1			100	0			-	-			-	-
<i>Tapinra guianensis</i>	338			-	-			2.63	2.32			3.31	0.8
<i>Tocoyena formosa</i>	1			-	100			-	-			-	-
<i>Vochysia sp.</i>	2			0	0			-	-			-	-
<i>Vochysia guianensis</i>	8			0	30.11			-	100			-	-
<i>Vochysia rufa</i>	3			0	7.79			-	-			-	-
<i>Vochysia sp2</i>	1			0	-			-	-			-	-
<i>Xylopia aromatica</i>	107			2.92	5.26			7.49	5.43			0.97	5.59
<i>Xylopia emarginata</i>	79			100	12.94			-	-			8.31	6.36
<i>Zyga latifolia</i>	35			-	-			-	-			5.77	0

 ≥10 indivíduos mortos  
 entre 5 e 10 indivíduos mortos  
 <5 indivíduos mortos

 ≥10 indivíduos recrutados  
 entre 5 e 10 indivíduos recrutados  
 <5 indivíduos recrutados

Essas taxas de mortalidade e recrutamento variaram entre diferentes espécies e suas populações entre os períodos amostrados. Algumas espécies apresentaram uma taxa alta de mortalidade e recrutamento entre os diferentes anos amostrados, como *Macairea radula*, *Xylopia emarginata* e *Tapirira guianensis*. Já *Byrsonima pachyphylla* e *Cecropia pachystachya* apresentaram maiores taxas de mortalidade e *Xylopia aromatica*, *Miconia elegans* e *Dimorphandra mollis* apresentaram maiores valores de recrutamento (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

Foi observada uma alta substituição de espécies (independente do período amostrado), diminuição na densidade, menor ganho em área basal, menor recrutamento e maiores taxas de mortalidade e perda comparando os diferentes períodos amostrados. Esses resultados podem ser resposta de como as mudanças ambientais ao longo do tempo, resultantes de fatores antrópicos, como rebaixamento do nível freático, podem ocasionar alterações na dinâmica da vegetação, mesmo entre períodos não muito longos como o caso deste estudo<sup>8,43</sup>.

Este fato influencia o recrutamento e ganho em área basal de espécies típicas dessas formações ao longo do tempo, e a inclusão de espécies arbóreas características de solo menos saturados<sup>8,44</sup>. No geral, padrões de dinâmica encontrados na comunidade nem sempre se repetem quando analisamos a dinâmica das populações, separadamente, ao longo dos períodos. Neste estudo, foi observado que as taxas de recrutamento e mortalidade diferiram entre as espécies analisadas em 2017 e 2022, indicando que elas possuem características populacionais distintas e que podem responder, de maneira diferenciada, às alterações no ambiente e às diferentes zonas da vereda.

Maiores taxas de mortalidade ao longo do tempo, por exemplo, foram evidenciadas nas populações de espécies como *Xylopia aromatica*, *Miconia elegans* e *Dimorphandra mollis*, que são espécies comumente encontradas na vereda estudada<sup>8,45</sup>. Isso reforça, mais uma vez, a vulnerabilidade dessas espécies que estão ocupando esses ambientes úmidos em processo de secamento, levando a uma maior flutuação do tamanho populacional entre os diferentes períodos amostrados<sup>8,45</sup>.

Em relação às diferentes formações da vereda, a zona de fundo (floresta higrófila) foi mais estável entre os períodos amostrados, mantendo as espécies com maiores valores de importância e área basal, além de apresentarem menores taxas de mortalidade e recrutamento, comparado às zonas de meio. Em contrapartida, as áreas de meio tiveram maiores taxas de recrutamento e mortalidade, apresentando uma maior variação na dominância e importância de espécies entre os períodos amostrados. A maior taxa de mortalidade encontrada, associada à reduzida taxa de recrutamento, aponta para a tendência de redução da densidade e mudanças na estrutura da vegetação lenhosa.

Caso a frequência de distúrbios, como diferenças no nível do lençol freático, se mantenha com o passar dos anos, essa taxa de mortalidade pode aumentar ainda mais. Nesse contexto, em áreas úmidas do Cerrado, os efeitos antrópicos podem modificar essas fitosionomias a longo prazo<sup>30,46,47</sup>. Como exemplo, a maior mortalidade e substituição de espécies resistentes a solos mais saturados dessas áreas úmidas, como *Macairea radula*, *Xylopia emarginata* e *Tapirira guianensis*, e a inclusão de espécies de solo mais secos como *Miconia elegans* e *Dimorphandra mollis*<sup>8</sup>.

Altos valores de rotatividade ou turnover reforçam esse processo de modificação da paisagem e composição de espécies na comunidade, podendo ser em decorrência de alguns fatores, como o aumento de distúrbios na área, a exemplo do secamento, que faz com que espécies não adaptadas colonizem e mantenham na área ao longo dos períodos<sup>8,47</sup>. Essa tendência ao maior secamento da vereda Almescla, em conjunto com outros fatores, como drenagem, invasão do gado e a matriz do entorno, agem alterando a umidade do solo. Isso faz com que onde anteriormente, em decorrência do maior período de encharcamento e da alta umidade, poucas espécies se estabeleciam na área, ou seja, espécies realmente características dessas áreas úmidas, agora com o avanço do secamento, espécies que não são adaptadas a solos encharcados, encontram um local propício para se manterem, alterando a dinâmica dessa formação<sup>30,47,48,49</sup>.

A estrutura da vegetação em formações úmidas como as veredas está intimamente ligada aos processos hidrológicos. Vários estudos têm evidenciado que a redução da cobertura florestal em áreas úmidas causa aumento na produção de água. Já o aumento da cobertura arbórea nessas áreas úmidas causa uma diminuição na produção de água<sup>50,51,52</sup>. Portanto, a

invasão dessas espécies lenhosas em maior quantidade nos campos úmidos de veredas pode ter consequências diretas no ciclo da água<sup>53</sup>. Esse processo é chamado de *woody encroachment*, e aumentos na biomassa das árvores levam a maiores perdas por evaporação<sup>54</sup>. O vapor retornado à atmosfera não se transforma em chuva no mesmo local onde evapora<sup>55</sup>, causando modificações nessas áreas úmidas ao longo do tempo e mudança na composição de espécies como evidenciado neste estudo.

O sucesso no recrutamento, mortalidade e ocupação dessas espécies está fortemente ligado à interação de diversos fatores ambientais, como variações climáticas, edáficas e relações ecológicas entre espécies<sup>56</sup>. Uma gama de fatores pode estar envolvida nesse processo, especialmente em ambientes tão heterogêneos como as veredas. Além disso, nas zonas avaliadas (meio úmido, seco e floresta higrófila) e anos avaliados, ocorreram pequenas flutuações na riqueza de espécies, e possivelmente estão relacionadas ao ganho de novas espécies e perda de outras que eram representadas por poucos indivíduos. Padrão observado também em estudos de dinâmica de regeneração natural e de estrato arbóreo conduzidos em outras formações<sup>22,57</sup>. Outros autores também se referem a este padrão como características típicas de áreas tropicais<sup>58,59</sup>. Estes padrões observados provavelmente ocorrem porque em comunidades onde algumas espécies são representadas por poucos indivíduos, como as veredas, pequenas variações no recrutamento ou mortalidade, podem facilmente provocar alterações na riqueza de espécies<sup>60</sup>. Assim, a entrada e saída de espécies ao longo do tempo, podem ser temporárias, sendo o reingresso de um táxon influenciado pelo banco de sementes do solo. Este, exerce papel fundamental no retorno, tanto a nível populacional como para a comunidade, por meio da manutenção da diversidade de espécies, no estabelecimento de grupos ecológicos e na restauração da riqueza durante o processo de regeneração natural<sup>61,62</sup> contribuindo assim para o ingresso e estabelecimento de novos indivíduos<sup>63,64</sup>.

## CONCLUSÕES

Neste estudo, avaliamos a estrutura (valor de importância e área basal) e dinâmica da vegetação arbustiva-arbórea (mortalidade, recrutamento, perda e ganho) nos diferentes ambientes da vereda Almescla em um intervalo de cinco anos. Além disso, descrevemos a

mudança na composição de espécies entre os dois períodos nos diferentes habitats da vereda estudada.

Nossa hipótese de que apesar da vereda estudada ainda ser considerada conservada, devido a mudanças temporais no nível do lençol freático já detectadas, ocorreriam mudanças ao longo do tempo na estrutura da vegetação nos ambientes da vereda, levando a maior ocorrência de espécies de áreas menos saturadas do cerrado, foi corroborada. Isso porque identificamos uma mudança na ocorrência de algumas espécies entre os diferentes ambientes ao longo do tempo e uma maior taxa de perda e mortalidade nessas áreas vereda entre os anos de 2017 e 2022, comparado a um menor recrutamento e ganho de espécies, provavelmente devido à expansão de espécies de formações mais secas do cerrado, alterando assim a dinâmica dessas áreas. Dessa forma, a longo prazo, teremos uma possível perda de serviços ecossistêmicos fornecidos por essas formações, incluindo principalmente, o balanço hídrico no Cerrado.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração, sítio Veredas (PELD-VERE), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro e bolsas vinculadas; ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) e à Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), pelo apoio logístico; e aos estagiários do Laboratório de Ecologia Vegetal da Unimontes, pelo auxílio na coleta de dados no campo. Este trabalho faz parte da dissertação de mestrado da primeira autora, vinculado ao Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada da Unimontes.

## REFERÊNCIAS

1. RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *Cerrado: ecologia e flora*, v. 1, p. 151-212, 2008.



2. ARAÚJO, Glein Monteiro; *et al.* Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Brazilian Journal of Botany*, v. 25, p. 475-493, 2002. <https://doi.org/10.1590/s0100-84042002012000012>.
3. NUNES, Yule Roberta Ferreira Nunes; *et al.* Florística e fitossociologia das comunidades arbóreas de veredas: um estudo de caso no norte de Minas Gerais, Brasil. In: EISENLOHR, Pedro Vasconcelos.; *et al.* (org.). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. Editora UFV, Viçosa, v. 2, p. 264-287, 2015.
4. ÁVILA, Marly Antonielle de; *et al.* Diversity and structure of natural regeneration in swamp forests in southeastern Brazil. *Floresta e Ambiente*, v. 28, p. e20190110, 2021. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000400012>.
5. BAHIA, T. O.; *et al.* Veredas na APA do Rio Pandeiros: importância, impactos ambientais e perspectivas. *MG-Biota*, v. 2, n. 2, p. 4-13, 2009.
6. AUGUSTIN, Cristina Helena Ribeiro Rocha; DE MELO, Dirce Ribeiro; ARANHA, Paulo Roberto Antunes. Aspectos geomorfológicos de veredas: um ecossistema do bioma do cerrado, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 10, n. 1, 2009. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v10i1.123>
7. NEVES, Walter Viana; AUGUSTIN, Cristina Helena Ribeiro Rocha; ARANHA, Paulo Roberto Antunes. Dinâmica hidrogeomorfológica em bacia de drenagem de vereda - MG. *Revista Equador* (UFPI), 4. Ed. Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2015. <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>
8. NUNES, Yule Roberta Ferreira; *et al.* Vegetation structure and edaphic factors in veredas reflect different conservation status in these threatened areas. *Forest Ecosystems*, v. 9, p. 100036, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100036>
9. ARRUDA, Daniel Meira; *et al.* Landforms and soil attributes determine the vegetation structure in the Brazilian semiarid. *Folia Geobotanica*, v. 50, p. 175-184, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12224-015-9221-0>.
10. REIS, Geovany Heitor; *et al.* Temporal vegetation changes in a seasonally dry tropical forest enclave in an ecotonal region between savanna and semiarid zones of Brazil. *Australian Journal of Botany*, v. 65, n. 1, p. 85-93, 2017. <https://doi.org/10.1071/bt16188>

11. BRANCO, Elvis Ricardo Figueira; *et al.* Space-time analysis of vegetation trends and drought occurrence in domain area of tropical forest. *Journal of environmental management*, v. 246, n. 6, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.097>
12. SWAINE, Michael.; LIEBERMAN, Diana; PUTZ, FFrancis. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of Tropical Ecology*, v. 3, n. 4, p. 359-366, 1987. <https://doi.org/10.1017/s0266467400002339>
13. BRAGA, Flávio Marcelo Silveira; REZENDE, Alba Valéria. Arboreal vegetation's dynamic in Catetinho s gallery forest, Brasília-DF. *Cerne*, v. 13, n. 2, p. 138-148, 2007.
14. FELFILI, Jeanine Maria. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio*, v. 117, p. 1-15, 1995. <https://doi.org/10.1007/BF00033255>
15. SILVA, Leovandes Soares da; *et al.* Dinâmica de populações arbóreas em fitofisionomias de Cerrado e de Floresta Estacional Semidecidual. *Scientia Forestalis*, v. 30, p. 730-742, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509833169>.
16. MCDOWELL, Nate; *et al.* Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? *New Phytologist*, v. 178, n. 4, p. 719-739, 2008. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02436.x>
17. ALLEN, Craig; *et al.* A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, v. 259, n. 4, p. 660-684, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>.
18. MARTINS, Guilherme; *et al.* Fire patterns in the Brazilian Cerrado: an approach comparing different input datasets in the fire risk modelling. *Biodiversidade Brasileira*, v. 9, n. 1, p. 202-202, 2019. <http://doi.org/doi/10.37002/biobrasil>
19. GOMES, Leticia; *et al.* Effects and behaviour of experimental fires in grasslands, savannas, and forests of the Brazilian Cerrado. *Forest Ecology and Management*, v. 458, p. 117804, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117804>.
20. WATKINSON, Andrew. Plant population dynamics. In: CRAWLEY, Michael. *Plant ecology*. Blackwell, London, p. 359-400, 1997.

21. SABINO, Shirley Maria Lima; *et al.* Late Holocene in central Brazil: Vegetation changes and humidity variability in a tropical wetland. *Journal of Quaternary Science*, v. 36, n. 6, p. 1028-1039, 2021. <https://doi.org/10.1002/jqs.3351>
22. SILVA, Leovandes Soares da; *et al.* Variações na composição florística em Floresta Estacional Semidecidual em Curvelo-MG. *Nativa*, v. 7, n. 1, p. 109-116, 2019.
23. PASSOS, Fábio Barbosa; *et al.* Savanna turning into forest: concerted vegetation change at the ecotone between the Amazon and “Cerrado” biomes. *Brazilian Journal of Botany*, v. 41, p. 611-619, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40415-018-0470-z>
24. GONÇALVES, Rogério Victor; *et al.* Changes in the Cerrado vegetation structure: insights from more than three decades of ecological succession. *Web Ecology*, v. 21, n. 1, p. 55-64, 2021. <https://doi.org/10.5194/we-21-55-2021>
25. PRADO-JÚNIOR, Jamir Afonso; *et al.* Spatio-temporal changes in the structure of the ant, bee, and tree communities in the Brazilian cerrado. *Oecologia Australis*, v. 24, n. 2, p. 448-460, 2020. <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2402.15>
26. FONSÊCA, Nathan; *et al.* Spatial-temporal dynamics of vegetation cover in a diversity hotspot for the conservation of Brazilian Cerrado. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 15, p. 200-208, 2019. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n15p200>.
27. RESENDE, Isa Lucia de Moraes; CHAVES, Lázaro José; RIZZO, José Ângelo. Floristic and phytosociological analysis of palm swamps in the central part of the Brazilian savanna. *Acta Botanica Brasilica*, v. 27, p. 205-225, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000100020>
28. BIJOS, Natalia Rodrigues; *et al.* Plant species composition, richness, and diversity in the palm swamps (veredas) of Central Brazil. *Flora*, v. 236, p. 94-99, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.10.002>.
29. MOREIRA, Suzana Neves; *et al.* Flora and vegetation structure of Vereda in southwestern Cerrado. *Oecologia Australis*, v. 23, n. 4, 2019. <http://doi.org/10.4257/oeco.2019.2304.06>.
30. BRASIL, Maria Carolina Oliva; *et al.* Land-cover changes and drivers of palm swamp degradation in southeastern Brazil from 1984 to 2018. *Applied Geography*, v. 137, n. 2, p. 102604, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102604>.

31. CAREY, Eileen; *et al.* Tree mortality in mature lowland tropical moist and tropical lower montane moist forests of Venezuela. *Biotropica*, p. 255-265, 1994. <https://doi.org/10.2307/2388846>.
32. ALVARES, Clayton Alcarde; *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
33. AZEVEDO, Islaine Francieli Pinheiro; *et al.* Phenology of riparian tree species in a transitional region in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Botany*. v. 37, p.47-59, 2014.
34. VELOSO, Maria das Dores Magalhães, *et al.* Soil attributes in anthropized hygrophilous forest in Northern Minas Gerais State, Brazil. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, v. 8, p. 311-319, 2018.
35. MUELLER-DOMBOIS, Dieter; ELLENBERG, Dieter. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley, New York, 1974.
36. APG - ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
37. SHEIL, Douglas; BURSLEM, David; ALDER, Denis. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology*, p. 331-333, 1995. <https://doi.org/10.2307/2261571>
38. SHEIL, Douglas; JENNINGS, Stephen; SAVILL, Peter. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, v. 16, n. 6, p. 865-882, 2000.
39. LENNON, Jack; *et al.* The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology*, v. 70, n. 6, p. 966-979, 2001. <http://doi.org/doi/10.1046/j.0021-8790.2001.00563.x>
40. BASELGA, Andrés. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, v. 19, n. 1, p. 134-143, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>

41. SOININEN, Janne; HEINO, Jani; WANG, Jianjun. A meta-analysis of nestedness and turnover components of beta diversity across organisms and ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, v. 27, n. 1, p. 96-109, 2018. <https://doi.org/10.1111/geb.12660>.
42. OKSANEN, Jari; *et al.* Package “vegan”: Community Ecology Package. *R package version 2.6-6.1.*, 2021. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>
43. DURIGAN, Giselda; *et al.* Cerrado wetlands: multiple ecosystems deserving legal protection as a unique and irreplaceable treasure. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 20, n. 3, p. 185-196, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2022.06.002>
44. BARBOSA, Marcus Vinicius Moreira; *et al.* Spatial variability of the physicochemical properties of soils from seasonally flooded forest fragments on a tropical plain. *Applied and Environmental Soil Science*, v. 2019, p. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1814937>
45. BOZELLI, Reinaldo Luiz; *et al.* Pequenas áreas úmidas: importância para conservação e gestão da biodiversidade brasileira. *Biodiversidade e Gestão*, v. 2, n. 2, p. 122-138, 2018.
46. BORGES, Sílvia Laine; *et al.* Fire management in veredas (palm swamps): new perspectives on traditional farming systems in Jalapão, Brazil. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, p. 269-294, 2016. <http://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20150020R1V1932016>.
47. HONDA, Eliane; DURIGAN, Giselda. Woody encroachment and its consequences on hydrological processes in the savannah. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 371, n. 1703, p. 20150313, 2016. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0313>.
48. GUARINO, Ernestino de Souza Gomes; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de Matas de Galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, v. 19, p. 431-442, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000300003>.

49. NOGUEIRA, Eloisa; *et al.* Differences in soil properties influence floristic changes in the Veredas of the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Botany*, v. 45, n. 2, p. 763-774, 2022. <http://dx.doi.org/10.1007/s40415-022-00795-3>.
50. BOSCH, J. Mv; HEWLETT, J. D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, v. 55, n. 1-4, p. 3-23, 1982. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-1694\(82\)90117-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-1694(82)90117-2).
51. HUXMAN, Travis; *et al.* Ecohydrological implications of woody plant encroachment. *Ecology*, v. 86, n. 2, p. 308-319, 2005.
52. LE MAITRE, David; GUSH, Mark; DZIKITI, Sebinasi. Impacts of invading alien plant species on water flows at stand and catchment scales. *AoB Plants*, v. 7, p. plv043, 2015. <http://dx.doi.org/doi/10.1093/aobpla/plv043>
53. ZOU, Chris; *et al.* Alteration of hydrological processes and streamflow with juniper (*Juniperus virginiana*) encroachment in a mesic grassland catchment. *Hydrological Processes*, v. 28, n. 26, p. 6173-6182, 2014. <https://doi.org/10.1002/hyp.10102>
54. BROWN, Alice E. *et al.* A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. *Journal of Hydrology*, v. 310, n. 1-4, p. 28-61, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.12.010>
55. ELTAHIR, Elfatih; BRAS, Rafael. Precipitation recycling. *Reviews of Geophysics*, v. 34, n. 3, p. 367-378, 1996. <https://doi.org/10.1029/96RG01927>
56. PRICE, David; *et al.* Regeneration in gap models: priority issues for studying forest responses to climate change. *Climatic Change*, v. 51, p. 475-508, 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1012579107129>
57. GONZAGA, Anne Priscila Dias; *et al.* Interações espécie-ambiente no componente regenerante de dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual no norte de Minas Gerais, Brasil. *Heringeriana*, v. 11, n. 1, p. 39-57, 2018., 2018. <https://doi.org/10.17648/heringeriana.v11i1.210>
58. FELFILI, Maria Cristina; FELFILI, Jeanine Maria. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu strictu* da Chapada Pratinha, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 15, p. 243-254, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062001000200010>

- 
59. SILVA JÚNIOR, Manoel Cláudio; *et al.* Análise da flora arbórea de Matas de Galeria no Distrito Federal: 21 levantamentos. *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. Planaltina, Embrapa Cerrados, p. 143-191, 2001.
60. GONÇALVES, Fábio Guimarães; SANTOS, João Roberto dos. Composição florística e estrutura de uma unidade de manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Acta Amazonica*, v. 38, p. 229-244, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000200006>
61. GARWOOD, N. C. et al. Ecology of soil seed banks. *Tropical soil seeds banks: a review*, p. 149-204, 1989.
62. MARTINI, Adriana Maria Zanforlin; SANTOS, Flavio Antônio Maës dos. Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic Forest of NE Brazil. *Plant Ecology*, v. 190, p. 81-95, 2007. <http://doi.org/doi/10/1007/s11258-006-9192-6>
63. SCCOTI, Marta Silvana Volpato; *et al.* Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Estacional Decidual. *Ciência Florestal*, v. 21, p. 459-472, 2011. <https://doi.org/10.5902/198050983803>
64. AVILA, Ângela Luciana de; *et al.* Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Cerne*, v. 19, p. 621-628, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000400012>