



## Assimetria flutuante em folíolos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae) em espaço público urbano, Arapiraca-AL

### Fluctuating asymmetry in Aroeira leaflets (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae) in urban public space, Arapiraca-AL

João Pedro Silva Oliveira<sup>(1)</sup>; Allana Caroline Bonfim Costa<sup>(2)</sup>;  
Liosmar José da Silva<sup>(3)</sup>; Emylly Eduarda Ferreira<sup>(4)</sup>;  
Rosineide Nascimento da Silva<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6508-7106>, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Arapiraca, Alagoas; Brasil. E-mail: [jpoliveira875@gmail.com](mailto:jpoliveira875@gmail.com);

<sup>(2)</sup>ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5543-7985>, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Brasil. E-mail: [allanacbc@hotmail.com](mailto:allanacbc@hotmail.com);

<sup>(3)</sup>ORCID n° <https://orcid.org/0000-0002-1839-1076>, de Licenciatura em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Brasil. E-mail: [liosmar03@gmail.com](mailto:liosmar03@gmail.com);

<sup>(4)</sup>ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4015-1714>, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Brasil. E-mail: [emy.ferreira@gmail.com](mailto:emy.ferreira@gmail.com); <sup>(5)</sup>ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0197-2309>, docente do curso de Ciências Biológicas e mestra em Ecologia e Conservação; Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Brasil. E-mail: [rosineideg7@gmail.com](mailto:rosineideg7@gmail.com).

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 02 de outubro de 2020; Aceito em: 03 de novembro de 2020; publicado em 31 de 01 de 2021. Copyright© Autor, 2021.

**RESUMO:** A realização de estudos que busquem validar instrumentos que auxiliem no conhecimento da vulnerabilidade que certas espécies de plantas que estão expostas em ambientes urbanos, torna-se uma ferramenta importante para a compreensão da dinâmica do estresse sob o qual estão submetidas. É nesse sentido que se destaca a assimetria flutuante (AF), ferramenta que mede o desvio aleatório da perfeita simetria morfológica bilateral ou radial dos organismos. O objetivo deste estudo foi analisar se há assimetria flutuante nos folíolos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. A pesquisa foi desenvolvida no perímetro urbano da cidade de Arapiraca (Praça José Bernardino dos Santos), por meio da coleta aleatória dos folíolos de indivíduos da espécie nativa do Brasil, *Schinus terebinthifolius* Raddi (conhecida como aroeira vermelha), com o auxílio de um podão. Foram selecionados, aleatoriamente, 20 folíolos de seis aroeiras e analisados, totalizando 120 folíolos. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para detectar se havia AF em folíolos de *S. terebinthifolius* e todas as análises estatísticas foram efetuadas no Programa R, version 3.0.2. Nos folíolos de aroeira analisados não foi constatada a existência de AF em *S. terebinthifolius*, já que os dados diferiram da distribuição normal ( $p=4,721e-21$ ), ou seja, as análises anátomo-morfológicas dos folíolos de *S. terebinthifolius* não evidenciaram valores significativos para AF nos espécimes coletados na Praça. Sugere-se que essa espécie pode ser uma indicadora de acumulação de poluentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estress Ambiental, Alteração foliar, Poluição urbana.

**ABSTRACT:** The realization of studies that seek to validate instruments that help in the knowledge of the vulnerability that certain species of plants that are exposed in urban environments, becomes an important tool for the understanding of the dynamics of stress to which they are subjected. It is in this sense that the fluctuating asymmetry (FA) stands out, a tool that measures the random deviation from the perfect bilateral or radial morphological symmetry of the organisms. Objective was to analyze whether there is presence of fluctuating asymmetry in the leaflets of *Schinus terebinthifolius* Raddi. The research was developed in the urban perimeter of the city of Arapiraca (Praça José Bernardino dos Santos), through the random collection of leaflets from individuals of the native species of Brazil, *Schinus terebinthifolius* Raddi (known as aroeira vermelha), with the help of a trimmer. Twenty 20 leaflets from six aroeira were randomly selected and analyzed, totaling 120 leaflets. The Shapiro-Wilk test was used to detect whether there was FA in *S. terebinthifolius* leaflets and all statistical analyzes were performed using the Program R, version 3.0.2. In the analyzed aroeira leaflets, the existence of PA was not found in *S. terebinthifolius*, since the data differed from the normal distribution ( $p=4.721e-21$ ), that is, anatomical-morphological analyzes of the *S. terebinthifolius* leaflets did not show significant values for PA in the specimens collected in the square. It is suggested that this species may be an indicator of pollutant accumulation.

**KEYWORDS:** Environmental Stress, Leaf alteration, Urban pollution.

## INTRODUÇÃO

A realização de estudos que busquem validar instrumentos que auxiliem no conhecimento da vulnerabilidade de certas espécies de plantas que estão expostas em ambientes urbanos, torna-se uma ferramenta importante para a compreensão da dinâmica do estresse sob o qual estão submetidas. Uma maneira de se medir a magnitude do estresse ambiental é a quantificação direta dos contaminantes presentes no local, mas isso pode ser muito oneroso e demorado. Assim sendo, uma abordagem alternativa pode ser a medição das respostas ao estresse ambiental pelos organismos que ocorrem nesses ambientes (ORIHUELA et al., 2005).

É nesse sentido que se destaca a assimetria flutuante (AF), ferramenta que mede o desvio aleatório da perfeita simetria morfológica bilateral ou radial dos organismos (PALMER; STROBECK, 1986). A AF é, em caracteres simétricos, uma resposta facilmente quantificável.

Existem diversos estudos que analisam a AF como uma relevante ferramenta de medição de níveis de estresse em diferentes ambientes considerando, sobretudo, plantas (ORIHUELA et al., 2005; CASTRO et al., 2013; RIBEIRO et al., 2013; MENDES, 2014).

Para este estudo, selecionou-se a *Schinus terebinthifolius* Raddi, espécie florestal nativa do Brasil, cujos conhecimentos científicos são recentes. O interesse científico-tecnológico por esta espécie se deve ao seu potencial terapêutico; a sua atividade antioxidante e antimicrobiana; o aproveitamento de seus óleos essenciais em aplicações farmacêuticas; o uso em sistemas agrícolas de produção como defensivo natural, além de apresentar relevante potencial de resistência a determinados impactos ambientais, sobretudo, nos centros urbanos (GOMES et al., 2013). Os aspectos gerais que contribuíram para o interesse em desenvolver este estudo foram: I. a necessidade de estudos que analisem a AF em *S. terebinthifolius*, espécie que apresenta diferentes usos e potencialidades (ornamental, medicinal e/ou alimentício); II. a presença de *S. terebinthifolius* na Praça João Bernardino dos Santos, onde este trabalho se desenvolveu, e o fato de a espécie apresentar folíolos com dimensões adequadas às medições acuradas; e III. a escassez, na literatura, de estudos que analisem a AF de espécies vegetais em espaços públicos urbanos.

Sabe-se que os espaços públicos urbanos são áreas citadinas específicas que tanto remete à conservação ambiental, ao pressupor o contato do homem com a natureza, quanto se destina ao lazer ativo e contemplativo, ou seja, tal espaço pode se constituir em instrumento potencial para a prática da educação ambiental (GOMES et al., 2012), resultando em estratégias de conservação. Assim sendo, este estudo teve como objetivo analisar se há presença de AF nos folíolos de *Schinus terebinthifolius* Raddi., espécie encontrada em um espaço público urbano de Arapiraca-AL, Praça João Bernardino dos Santos.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### A Assimetria Flutuante

Organismos com estruturas bilateralmente simétricas apresentam os dois lados exatamente iguais em questões genótípicas e fenotípicas. Quando expostos a certos tipos de distúrbios aleatórios promovidos pelo ambiente em que estão inseridos, os indivíduos desenvolvem alterações morfológicas em suas estruturas, que podem afetar suas capacidades de defesa contra ameaças (ROCHA, 2018). Desse modo, os estresses causados por certos tipos de ambientes interferem, diretamente, no desenvolvimento saudável dos organismos, reduzindo sua estabilidade e prejudicando o crescimento simétrico de suas estruturas (CARDOSO, 2017).

Para avaliar o crescimento de diversos tipos de organismos biológicos e instabilidades no desenvolvimento de suas estruturas, utiliza-se a assimetria flutuante (AF) (FROTA, 2018), uma ferramenta que mensura, em estruturas bilaterais, pequenas diferenças entre os lados direito e esquerdo, para indicar se determinado indivíduo de uma população está sofrendo estresses ambientais que podem ser causados por diversos fatores do ambiente (PALMER; STROBECKE, 1986; CARNEIRO, 2019).

A AF vem se tornando uma ferramenta mais comum, atualmente, por ser de fácil utilização e de baixo custo, se apresentando como uma alternativa promissora na avaliação de estresses em diversas populações (FROTA, 2018).

## A espécie *Schinus terebinthifolius*

*S. terebinthifolius* é nativa do Brasil, distribuindo-se pelas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul (SILVA-LUZ; PIRANI, 2015). Além disso, é uma espécie pioneira que se adapta a solos poucos férteis e com deficiência hídrica, ocorrendo em áreas com grande diversidade climática (NEVES et al., 2016), o que pode sugerir que essa espécie pode apresentar relevante potencial de resistência a determinados impactos que diferentes ambientes estão suscetíveis, especialmente, os que se localizam nos centros urbanos. Por outro lado, a espécie pode demonstrar sensibilidade às condições ambientais, sendo promissor o estudo da mesma com a finalidade de biomonitorar, conforme apontam os resultados obtidos em um estudo de Orihuela et al. (2005).

A espécie é conhecida, popularmente, como aroeira-vermelha; tem forma de vida arbustiva ou arbórea, possuindo altura entre 3 e 10 m; tem folhas compostas e imparipenadas (geralmente, com 9 a 11 folíolos); possui frutos do tipo drupa, com colorações verdes no início do desenvolvimento, tornando-se vermelhos posteriormente; apresenta tronco tortuoso com casca robusta e com inúmeras fissuras; possui ampla distribuição geográfica, sendo praticamente encontrada em todos os ambientes, desde a restinga até as florestas pluviais (DEGÁSPARI, 2004; ORIHUELA et al., 2005; DE SOUZA; REIS, 2018). Além disso, essa espécie está adaptada a regiões com elevado índice de incidência de raios solares, podendo ser localizada à beira de rios e córregos, se desenvolvendo em solos secos e com déficit de nutrientes e minerais (DE SOUZA; REIS, 2018).

A *S. terebinthifolius* é considerada uma das plantas mais importantes e uma das mais utilizadas para reflorestar e recuperar áreas degradadas, por ser uma espécie nativa e de fácil adaptação a diversos tipos de ambientes. Além disso, esta planta é bastante utilizada nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos, alimentícias, estéticas, entre outras. Sua importância foi desencadeada a partir da utilização, por populações nativas, no tratamento caseiro de várias patologias (STRAPASSON et al., 2002; SALES et al., 2017).

Quanto ao potencial terapêutico da aroeira, fragmentos do caule são utilizados para auxiliar no tratamento de inflamações de várias origens, particularmente, as do sistema genital feminino, visto que, dispõe de propriedades anti-inflamatórias e

cicatrizantes. Ademais, essa planta é comumente utilizada na arborização de ruas e praças, bem como para a produção de lenha e carvão, mas como atributo ecológico, a espécie é uma das mais procuradas pela avifauna (AZEVEDO et al., 2015).

## Os espaços públicos urbanos

Sabe-se que as cidades, atualmente, sofrem com vários aspectos que podem impactar os organismos que habitam certos locais. Nesse sentido, Silva e Gomes (2013) relatam que as cidades representam um ambiente bastante antropizado e, por isso, a vegetação urbana é impactada diretamente pelas adversidades que alteram as características do meio natural.

Assim sendo, as análises e debates que contribuem com a melhoria das condições ambientais nas cidades, perpassam pelas discussões acerca da arborização como uma questão importante, sobretudo no que tange a praças, parques e outros espaços de uso coletivo (SILVA, 2012). Não obstante, a vegetação tanto em praças como em matas ciliares possui importantes funções ambientais, tais como, mitigação do microclima local, sistematização do ciclo hidrológico, continuidade dos recursos naturais, subsídio na produção de oxigênio e detenção de CO<sub>2</sub>, manutenção da variabilidade genética, função de filtros, no caso das matas ciliares, entre outras (DANTAS et al., 2017).

Deve-se considerar que a importância dos espaços públicos, muitas vezes, torna-se maior para aquela população que compõe a camada menos abastada da sociedade (baixa renda), privada de outros meios de lazer ativo e/ou contemplativo (GOMES et al., 2012).

O êxito da interação entre o meio artificial e o natural, subordina-se a fatores como, escolha de espécies, sobretudo nativas, bem como o local apropriado para o plantio e o manejo adequado. Esses fatores irão propiciar um significativo desempenho e efetividade das funções ecológicas, estéticas e sociais da arborização dentro de tais espaços. Sendo assim, discernir os componentes da arborização urbana, quantitativa ou qualitativamente, bem como seus possíveis conflitos, desafios e problemas ecológicos, é de extrema importância para a gestão e manutenção dessas áreas e do interesse da ecologia (FIRMO et al., 2019).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Área estudada

O estudo foi desenvolvido no perímetro urbano da cidade de Arapiraca – AL, em um espaço público urbano denominado de Praça José Bernardino dos Santos ( $9^{\circ}45'07.0''S$   $36^{\circ}39'58.0''W$  -9.751934, -36.666097) (Figura 1). Na cidade de Arapiraca, a Praça é, popularmente, conhecida como Praça do Abacaxi, adjacente ao Mercado Público Municipal. A mesma foi selecionada após uma visita técnica, pois observou-se, *in loco*, que essa Praça se adequava ao critério de inclusão da pesquisa, em virtude da presença da espécie arbórea estudada.



**Figura 1.** Localização da Praça José Bernardino dos Santos (Praça do Abacaxi), na área central de Arapiraca-AL. Fonte: Programa QGIS (LICENÇA GERAL PÚBLICA, 2020). Elaboração: Autor OLIVEIRA, J. P. S. (2020).

### Amostragem

Na área selecionada para este estudo, Praça José Bernardino dos Santos, foi realizado o reconhecimento da espécie vegetal, a contagem de seus exemplares e a medição das distâncias entre os indivíduos de *S. terebinthifolius* encontrados no local.

Depois, foram coletados, aleatoriamente, os folíolos de indivíduos da espécie, com o auxílio de um podão (Figura 2).



**Figura 2. Coleta de material botânico utilizando podão.**

**Fonte: Dados da pesquisa (2019).**

Seguindo a metodologia adaptada de Ribeiro et al. (2013), foram selecionados, aleatoriamente, 20 folíolos de todas as seis aroeiras presentes na Praça José Bernardino dos Santos (Figura 3), totalizando 120 folíolos de aroeira analisados. Na Praça foi possível encontrar apenas a quantidade de espécimes citados, anteriormente. Cada indivíduo da espécie apresentou uma distância entre si de, aproximadamente, 5 m.

Após as coletas, os folíolos foram levados para o laboratório do Núcleo de Estudos Botânicos (NEB) da UNEAL para confecção das exsicatas e para serem submetidos ao processo de secagem, o qual durou cerca de três dias, não sendo necessária a secagem em estufa (PEREIRA, 2011).

Após a secagem, todos os folíolos foram organizados e fotografados com câmera digital (Modelo Coolpix S3300, Nikon de 16 *megapixels*), posicionados sob uma superfície de cor branca (Figura 3), assim como o fizeram Ishino e Rossi (2007), em seu estudo.



**Figura 3.** Amostra dos folíolos fotografada sob uma superfície branca para serem submetidos à análise de imagem. Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### Análise dos dados

Para verificar a AF, foi calculada a diferença entre os lados direito e esquerdo da folha, usando a nervura central como referência, além de se considerar os dois índices de AF, propostos por Palmer & Strobeck (1986):

$$\text{I. Índice 1} = [\sum |D_i - E_i|] / N$$

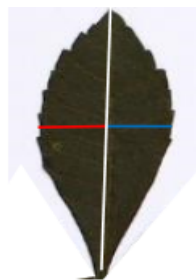
$$\text{II. Índice 2} = [\sum |D_i - E_i| / [(D_i + E_i) / 2]] / N$$

Os termos dos índices significam: D = valor da distância da nervura central à borda direita da folha; E = valor da distância da nervura central à borda esquerda da folha; e N = número total de amostras das medidas.

O índice 1 trata-se do valor absoluto da assimetria, enquanto o índice 2, calculado a partir da diferença entre os lados direito e esquerdo dividido pela média, é um modo de corrigir o fato de que a assimetria pode ser dependente de tamanho (CORNELISSEN; STILING, 2005).

Os folíolos, ao serem fotografados, foram submetidos ao programa de análise de imagem denominado *ImageJ*, versão 1.46r (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2012), calibrado na escala métrica em centímetros. Assim, para se avaliar os níveis de AF da espécie, inicialmente, foram medidos os lados direito e esquerdo do folíolo e o seu comprimento (Figura 5).





**Figura 5. Representação esquemática das medições dos lados esquerdo (vermelho) e direito (azul) e, do comprimento (branco) de um folíolo de *S. terebinthifolius*.**

Para determinar a normalidade ( $p > 0,05$ ) dos dados de AF (PALMER; STROBECK, 1986) foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Neste caso, quando há normalidade estatística, se comprova a existência de AF em folíolos de *S. Terebinthifolius*. Todas as análises estatísticas foram efetuadas no Programa R, *version 3.0.2* (R CORE TEAM, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos folíolos de aroeira analisados, o teste de Shapiro-Wilk não constatou a existência de AF em *S. terebinthifolius*, já que os dados diferiram da distribuição normal ( $P = 4,721e-21$ ). Brito et al. (2019), afirmaram que a AF foliar varia conforme o ambiente e, assim, as plantas tendem a apresentar maior assimetria em área urbana que em áreas naturais. Outros autores ressaltam que, as áreas urbanas são consideradas como ambientes altamente perturbados e, por isso, podem alterar as características naturais dos organismos que ali vivem, especialmente, as plantas (ALVES et al., 2008; CUEVAS-REYES et al., 2013). Para Ishino e Rossi (2007) a possibilidade de adaptação local das plantas a condições de estresse pode sugerir o uso da AF como uma característica para aferição da tolerância ao estresse.

Silva et al. (2011) concluíram, em sua pesquisa, que há outros elementos que corroboram a AF em plantas, como a radiação ultravioleta-C que promove danos consideráveis aos folíolos, causando reduções no índice de performance (FV) e na eficiência fotoquímica máxima (FM) do fotossistema II (FV/FM).

De acordo com Brito et al. (2019), as plantas, quando expostas à poluição provocada por gases oriundos da combustão, demonstram alterações foliares no comprimento e na largura. Desse modo, o tamanho da folha pode aumentar ou diminuir, dependendo da espécie e do nível de poluição da área urbana. Para os autores, essas duas expressões de alterações dão indícios de um *trade-off*, tendo como agente, a poluição veicular e, assim, conseqüentemente, as respostas a tais condições são difusas, sugerindo uma instabilidade no desenvolvimento em diferentes níveis de poluição.

Em um estudo realizado por Brito (2018), o autor verificou que duas espécies de plantas analisadas apresentaram maior AF quando localizadas mais próximas ao fluxo de veículos do que as que estavam localizadas mais distantes deste tráfego. Por outro lado, testando outra espécie diferente, o autor notou que esta espécie não apresentou variações no nível de AF em relação aos locais com maior e menor circulação veicular. Isto pode sugerir que, diferentes espécies vegetais podem apresentar níveis divergentes de tolerância à poluição urbana.

Segundo Cardoso et al. (2017), as plantas podem ser usadas como indicadoras de reação ou como indicadoras de acumulação. As indicadoras de reação são aquelas que em contato com a poluição respondem por meio de deformações na anatomia, apresentando danos visíveis em suas estruturas, já as indicadoras de acumulação são resistentes à poluição, acumulando as substâncias tóxicas nos tecidos foliares e permitindo a detecção de poluentes por meio de análises químicas.

A observação acima pode elucidar o fato de a assimetria flutuante não ter sido detectada em *S. terebinthifolius*, já que este estudo contemplou apenas a análise de dados anatomo-morfológicos. Além disso, a aroeira pode ser uma espécie indicadora de acumulação de poluentes, visto que não foram constatados resultados significativos para AF em seus folíolos. Contudo, para conclusões mais incisivas, se faz necessária a realização de estudos complementares que contemplem a análise físico-química para determinar a presença de poluentes e identificar os danos causados por eles a curto, médio e longo prazo em *S. terebinthifolius*, presentes em espaços urbanos, como praças e parques.

Não obstante, Almeida et al. (2015) afirmam que os vegetais estão entre os organismos que são diretamente afetados pela poluição. Dadas as condições impostas pela dinâmica de poluentes, os organismos podem responder apresentando alterações

anatômica, morfológica e fisiológica que exprimem o produto da interação de tais vegetais com o meio urbano. Além disso, para os autores, as plantas quando submetidas a ambientes poluídos/estressantes apresentam desenvolvimento mais lento, alterações na morfologia foliar e na densidade estomática de espécies vegetais em áreas sob diferentes níveis de poluição atmosférica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises anátomo-morfológicas dos folíolos de *Schinus terebinthifolius* não evidenciaram valores significativos para o teste da assimetria flutuante nos espécimes coletados na área urbana. Sugere-se que essa espécie pode ser uma indicadora de acumulação de poluentes.

Mesmo a AF sendo uma ferramenta que pode medir o estresse em organismos, em determinadas situações, como a abordada neste trabalho, se faz necessária a aferição de dados complementares que possam corroborar os resultados obtidos aqui.

Indicamos a realização de uma pesquisa sob a metodologia de micronúcleos para verificar a presença de substâncias químicas (poluentes) e modificações a nível gênico.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela concessão de bolsa à segunda autora.

## REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, Mirtes Hortency Gonçalves Ferreira; OLIVEIRA, Tiago Henrique de; DOMICIANO, Josiclêda. Influência da poluição atmosférica em *Terminalia catappa* L. em áreas urbanizadas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 02, p. 236-252, 2015.

2. ALVES Edenise Segala; TRESMONDI, Fernanda; LONGUI, Eduardo Luiz. Análise estrutural de folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) coletadas em ambientes rural e urbano, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, Belo Horizonte, v.22, p.241-248, 2008.
3. AZEVEDO, Camila Firmino de.; QUIRINO, Zelma Glebya Maciel; BRUNO, R. L. A. Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, n. 1, p. 26-35, 2015.
4. BRITO, Lucilene de. *Potenciais impactos de poluentes do ar sobre a biodiversidade urbana: uma abordagem em plantas da família Myrtaceae*. 2018. Dissertação (em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente – SP, 2018.
5. BRITO, Lucilene de; SILVA, Paulo Antonio; FLUMINHAN JÚNIOR, Antonio. Alterações foliares sugerem efeitos da poluição veicular em plantas da família myrtaceae em áreas urbanas. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 10, n. 1, p.223-231, 2019.
6. CARDOSO, Isabela Botelho. *Efeito da assimetria flutuante no desenvolvimento e na germinação de sementes de Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong em áreas de Mata Seca com diferentes status de conservação*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – MG, 2017.
7. CARDOSO, Kaíque Mesquita; PAULA, Alessandro de; SANTOS, José Soares dos; SANTOS, Maria Lúcia Pires dos. Uso de espécies da arborização urbana no biomonitoramento de poluição ambiental. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 2, p. 535-547, 2017.
8. CARNEIRO, Lazaro da Silva. Avaliação da assimetria flutuante em populações de *Eulaema cingulata* (fabricius, 1804) (hymenoptera: apidae) em diferentes fitofisionomias da mata atlântica. In: Seminário de Iniciação Científica, 22., 2019, Feira de Santana. *Anais...* Feira de Santana, 2019.
9. CASTRO, Maria Gabriela B. de; MENDES, Gisele M.; GUIMARÃES, Carla Daniele C.; VIANA, João Paulo R.; CORNELISSEN, Tatiana. 2013. O imperfeito é melhor: Assimetria flutuante e herbivoria em *Macairea radula* (Melastomataceae). In: Congresso Nacional de Botânica, 64., 2013, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 2013.

10. CORNELISSEN, Tatiana; STILING, Peter. Perfect is best: low leaf fluctuating asymmetry reduces herbivory by leaf miners. *Oecologia*, v. 142, p. 46-56, 2005.
11. CUEVAS-REYES, P.; GILBERTI, L.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.; FERNANDES, W. Patterns of herbivory and fluctuating asymmetry in *Solanum lycocarpum* St. Hill (Solanaceae) along and urban gradient in Brazil. *Ecological Indicators*, v.24, p.557-561, 2013.
12. DANTAS, Mayara De Sousa; ALMEIDA, Nadjacleia Vilar, MEDEIROS, Iara dos Santos; SILVA, Milena Dutra da. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, n. 1, p. 87-97, 2017.
13. DE SOUZA, Raiza Deise Nascimento; REIS, Tâmara Vieira. Extração e isolamento de fungos endofíticos da aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi. *Revista Científico*, v. 18, n. 38, p. 105-120, 2018.
14. DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina; SANTOS, Rodrigo José dos. Atividade antioxidante de extrato de fruto de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). *Visão acadêmica*, v. 5, n. 2, 2004.
15. FIRMO, Deivison Henrique Teixeira; FREITAS, Daniela Aparecida; DURÃES, Alisson Farley Soares; SILVA, Arihana Cardoso; ALMEIDA, Elka Fabiana Aparecida. Arborização urbana: uma imprescindível prática de manejo dos espaços urbanos/Urban afforestation: an indispensable practice of urban space management. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 2, n. 5, p. 1584-1601, 2019.
16. FROTA, Gabriel Pereira. *Assimetria flutuante de duas espécies de crustáceos em quatorze praias do Estado do Rio de Janeiro*. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
17. GOMES, Marcos Antônio Silvestre; SILVA, Rosineide Nascimento; SILVA, José Cláudio dos Santos; SILVA, Thiago Gilney Ferreira. Caracterização e análise dos espaços públicos da cidade de Arapiraca-AL, Brasil. *Ateliê Geográfico*, v. 6, p. 137-157, 2012.
18. GOMES, Laura Jane; SILVA-MANN, Renata; MATTOS, Patrícia Póvoa; RABBANI, Allívia Rouse Carregosa. *Pensando a biodiversidade: aroeira (Schinus terebinthifolius Raddi.)*. São Cristóvão: Editora UFS, 2013.

19. ISHINO, Marcos N.; ROSSI, Marcelo N. Assimetria flutuante: indicativo de suscetibilidade ou tolerância à herbivoria? Um estudo do padrão de herbivoria de um minador foliar em uma planta de cerrado. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu. *Anais...* Caxambu, 2007.
20. LICENÇA GERAL PÚBLICA (GNU). QGIS. Versão 3.4. 2020. Disponível em: <[https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/forusers/download.html](https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html)>. Acesso em: 24 jul. 2020.
21. MENDES, Gisele Medeiros. *Assimetria Flutuante como bioindicadora de mudanças ambientais e interações tróficas em Cecropia pachystachya* (Urticaceae). Dissertação (Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
22. NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. *Image J*. Versão 1.46r. Bethesda, MD, USA, 2012. Disponível em: <<https://imagej.nih.gov/ij/docs/install/index.html>>. Acesso em: 26 jul. 2020.
23. NEVES, Edinelson José Maciel; SANTOS, Alisson Moura; GOMES, João Bosco Vasconcellos; RUAS, Fabiana Gomes; VENTURA, José Aires. *Cultivo da aroeira-vermelha (Schinus terebinthifolius Raddi) para produção de pimenta-rosa*. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. 24p
24. ORIHUELA, Rodrigo Leonel Lozano; OLIVEIRA, Paulo Luiz; MOLINA JUNIOR, Armando. Bioindicação vegetal em área de refinaria – assimetria flutuante de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). In: Congresso de Ecologia do Brasil, 7., 2005, Caxambu. *Anais...* Caxambu, 2005.
25. PALMER, A. Richard.; STROBECK, Curtis. Fluctuating asymmetry: measurements, analysis, patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 17, p. 391-421, 1986.
26. PEREIRA, Cristina Costa Telhado. *Assimetria flutuante, herbivoria e polinização em melastomataceae*. 2011. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2011.
27. R CORE TEAM, 2013. *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>. Acesso em: jan. 2019.

28. RIBEIRO, Viviane Andrade; SILVA, Rosineide Nascimento da, SOUSA-SOUTO, Leandro; NEVES, Frederico de Siqueira. Fluctuating asymmetry of and herbivory on *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (Fabaceae) in pasture and Secondary Tropical Dry Forest. *Acta Botanica Brasílica*, v. 27, p. 21-25, 2013.
29. ROCHA, Breno Mellado. *Assimetria flutuante e seleção natural em Carollia perspicillata (linnaeus, 1758) (chiroptera: phyllostomidae)*. 2018. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2018.
30. SALES, Ramon Amaro de; SALES, Ricardo Amaro de; NASCIMENTO, Thaís Almeida do; SILVA, Tiago Agapito da; BERILLI, Sávio da Silva; SANTOS, Robson Argolo dos. Influência de diferentes fontes de matéria orgânica na propagação da *Schinus Terebinthifolius* Raddi. *Scientia Agraria*, v. 18, n. 4, p. 99-106, 2017.
31. SILVA, Paulo Eduardo de Menezes; SANTIAGO, Etenaldo Felipe; SILVA, Eder Marques da; SÚAREZ, Yzel Rondon; DALOSO, Danilo de Menezes. Fluorescência da clorofila-a e variação da simetria como ferramentas de investigação de plantas sob estresse. *Idesia (Arica)*, v. 29, n. 3, p. 45-52, 2011.
32. SILVA, R. N. Caracterização e análise quali-quantitativa da arborização em praças da área central da cidade de Arapiraca, AL. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 7, n. 2, p. 102-115, 2012.
33. SILVA, Rosineide Nascimento da; GOMES, Marcos Antônio Silvestre. Comparação quali-quantitativa da arborização em espaços públicos da cidade de Arapiraca-AL. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 8, n. 2, p. 104-117, 2013.
34. SILVA-LUZ, Cíntia Luíza.; PIRANI, José Rubens. *Anacardiaceae*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB440>>. Acesso em: 16 jan. 2019.
35. STRAPASSON, Michele; SANTOS, Álvaro Figueredo dos; MEDEIROS, Antonio Carlos de Souza. Fungos associados às sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*). *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 45, p.131-135, 2002.