



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DANIELA SILVA DOS SANTOS

**PLASTICIDADE FUNCIONAL DE *Turnera subulata* Sm. SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE URBANIZAÇÃO**

CAMPINA GRANDE

2024

DANIELA SILVA DOS SANTOS

**PLASTICIDADE FUNCIONAL DE *Turnera subulata* Sm. SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE URBANIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas
da Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciada em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecofisiologia Vegetal

Orientadora: Profa. Dra. Dilma Maria de Brito Melo Trovão

CAMPINA GRANDE

2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S237p Santos, Daniela Silva dos.
Plasticidade funcional de *Turnera subulata* Sm. sob diferentes condições de urbanização [manuscrito] / Daniela Silva dos Santos. - 2024.

33 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Dilma Maria de Brito Melo Trovão, Departamento de Biologia - CCBS. "

1. Traços funcionais. 2. Plasticidade fenotípica. 3. Área urbana. I. Título

21. ed. CDD 570

DANIELA SILVA DOS SANTOS

**PLASTICIDADE FUNCIONAL DE *Turnera subulata* Sm. SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE URBANIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas
da Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciada em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecofisiologia Vegetal

Aprovada em: 26/06/2024.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Dilma Maria de Brito Melo Trovão (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Lenyneves Duarte Alvino de Araújo
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof. Dra. Fernanda Kelly Gomes da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus pela minha vida, por guiar os meus passos e me dar forças para chegar até aqui. À minha mãe e ao meu pai que sempre me mostraram a importância de estudar e que me incentivam e dão o seu melhor para que eu possa alcançar meus objetivos. Obrigada mãe e pai por me apoiarem em todas as etapas da universidade e por celebrarem comigo cada conquista durante estes cinco anos.

À minha orientadora, Dilma Trovão, que me acolheu em seu laboratório e contribuiu para o meu aprendizado acadêmico, dedicando-se a me orientar desde a minha iniciação científica até o meu TCC. Obrigada pelas experiências de campo e pelos ensinamentos que aprendi ao longo de dois anos no laboratório.

Agradeço a Fernanda Kelly por toda a paciência, dedicação, ensinamentos e o tempo que se disponibilizou para reuniões comigo. Obrigada Nanda por me ajudar durante a iniciação científica e durante o TCC, suas palavras me dizendo que tudo vai ficar bem me confortaram e sou grata por todo apoio.

Aos meus queridos amigos Daniel, Vitória, Dani, Kaori, Joana, Dan e Myra, agradeço por todo apoio, amizade e companheirismo. Uma menção especial à Daniele (Dani) por concordar com quase todas as minhas ideias de “hobby” e “arte”, por ser minha companheira durante as coletas e por todo o apoio diário durante a elaboração do TCC.

Aos meus colegas de laboratório e de curso, em especial aos alunos graduandos, mestres, doutores e técnicos do LaBot - UEPB, obrigada pelo acolhimento e auxílio durante o TCC.

As minhas amigas de infância Ketry, Amanda e Melissa que me acompanharam do ensino fundamental ao médio e que se fizeram presentes na minha vida durante a graduação.

À minha amiga e colega de laboratório Flora Beatriz (Florinha), que me apoiou durante a iniciação científica e durante o TCC.

RESUMO

O aumento crescente das zonas urbanas exigiu das espécies vegetais uma maior adaptabilidade individual em face às condições impostas pela urbanização. A exposição aos fatores ambientais tende a modificar as características funcionais dos organismos. Esta modificação é entendida como plasticidade fenotípica e pode ser de caráter anatômico, fisiológico, morfológico e fenológico ou em múltiplos desses aspectos. Para as espécies vegetais nativas com características de crescimento espontâneo em contextos urbanizados, é esperado que as suas características funcionais sejam mais favoráveis a estes ambientes, sendo capazes de se adaptar e diferenciar quando sujeitas a diferentes contextos em áreas urbanas. O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento plástico de *Turnera subulata* Sm. em duas condições numa área urbana, ambientes com (C/P) e sem pavimentação (S/P), ambas nos municípios de Campina Grande (CG) e Barra de Santana (BS), Estado da Paraíba. Para analisar a plasticidade fenotípica, foram selecionados 10 indivíduos de *Turnera subulata* Sm. para cada uma das duas condições pré-estabelecidas. Para obter os traços foliares, foram recolhidas 10 folhas de cada indivíduo. Foram calculados a área foliar (AF), a massa seca foliar (MSF), a massa fresca foliar (MFF), a espessura foliar (EF), a área foliar específica (AFE), a altura da planta (H), o número de hastes (NH) e a distância entre os internódios (DI). Devido a distribuição não normal dos dados, confirmado pelo teste de Shapiro-Wilk, com $p \geq 0.05$, foi utilizado teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e post hoc de Dunn para investigar diferença nos traços funcionais entre os diferentes ambientes. Todas as análises foram realizadas no programa Past 4.03. Foram observadas diferenças estatísticas para as características AF e MFF em C/P BS em comparação com os outros locais estudados. O EF foi estatisticamente diferente apenas em C/P CG e S/P BS. Para massa seca foliar (MSF), o ambiente C/P diferiu estatisticamente entre a região de Campina Grande nas áreas com e sem pavimentação. A EF foi estatisticamente diferente apenas em C/P CG e S/P BS. Para a massa seca das folhas (MSF), o ambiente C/P diferiu estatisticamente entre a região de Campina Grande nas áreas com e sem pavimentação. A AFE apresentou diferenças significativas entre os ambientes C/P BS e S/P BS, bem como diferenças no AFE dos indivíduos em S/P BS e S/P CG. Em relação à altura, os indivíduos do C/P CG diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. O número de hastes diferiu apenas em C/P BS. A distância entre internódios não apresentou diferença estatística. O caráter plástico da *Turnera subulata* permite-lhe aclimatar-se a diferentes condições urbanas, estabelecendo-se em ambientes pavimentados e não pavimentados. A natureza ruderal confere a esta espécie maior adaptabilidade, mas os fatores

físicos e abióticos impostos pela presença de pavimentação tendem a influenciar os traços funcionais a se modularem de forma a garantir a permanência da espécie no ambiente.

Palavras-Chave: traços funcionais; plasticidade fenotípica; área urbana.

ABSTRACT

The increasing growth of urban areas has required plant species to be more adaptable to the conditions imposed by urbanisation. Exposure to environmental factors tends to modify the functional characteristics of organisms. This modification is understood as phenotypic plasticity and can be of an anatomical, physiological, morphological or phenological nature, or in multiple aspects. For native plant species with spontaneous growth characteristics in urbanised contexts, it is expected that their functional characteristics will be more favourable to these environments, being able to adapt and differentiate when subjected to different contexts in urban areas. The aim of this study was to analyse the plastic behaviour of *Turnera subulata* Sm. in two conditions in an urban area, environments with (C/P) and without paving (S/P), both in the municipalities of Campina Grande (CG) and Barra de Santana (BS), in the state of Paraíba. To analyse phenotypic plasticity, 10 individuals of *Turnera subulata* Sm. were selected for each of the two pre-established conditions. To obtain the leaf traits, 10 leaves were collected from each individual. We calculated leaf area (LA), leaf dry mass (DBM), leaf fresh mass (FFM), leaf thickness (LS), specific leaf area (SLA), plant height (H), number of stems (NH) and distance between internodes (ID). Due to the non-normal distribution of the data, confirmed by the Shapiro-Wilk test, with $p \geq 0.05$, the Kruskal-Wallis non-parametric test and Dunn's post hoc test were used to investigate differences in functional traits between the different environments. All analyses were carried out in the Past 4.03 programme. Statistical differences were observed for the AF and MFF characteristics in C/P BS compared to the other sites studied. EF was statistically different only in C/P CG and S/P BS. For leaf dry mass (DSM), the C/P environment differed statistically between the Campina Grande region in the areas with and without paving. EF was statistically different only in C/P CG and S/P BS. For leaf dry mass (LSM), the C/P environment differed statistically between the Campina Grande region in the areas with and without paving. The EFA showed significant differences between the C/P BS and S/P BS environments, as well as differences in the EFA of individuals in S/P BS and S/P cg. In terms of height, the individuals in C/P CG differed statistically from the other areas. The number of stems differed only in C/P BS. The distance between internodes did not differ statistically. The plastic nature of *Turnera subulata* allows it to acclimatise to different urban conditions, establishing itself in paved and unpaved environments. The ruderal nature gives this species greater adaptability, but the physical and abiotic factors imposed by the presence of paving tend to influence the functional traits to modulate in such a way as to guarantee the species' permanence in the environment.

Keywords: functional traits; phenotypic plasticity; urban area.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Localização das áreas de estudo: Campina Grande e Barra de Santana, Paraíba, Brasil.....21
- Figura 2.** Boxplot dos traços foliares de *Turnera subulata* Sm. em áreas urbanas com pavimentação (C/P) e sem pavimentação (S/P), nas cidades de Barra de Santana (BS) e Campina Grande (CG). Área foliar (AF, mm²); Área foliar específica (AFE, mm².mg⁻¹); Massa fresca foliar (MFF, mg); Massa seca foliar (MSF, mg); Espessura foliar (EF, mm). Letras iguais indicam que não há diferenças entre os ambiente;.....24
- Figura 3.** Boxplot da altura (H), número de hastes dos indivíduos (H) e distância internódios (DI) de *Turnera subulata* Sm. em áreas urbanas com pavimentação (C/P) e sem pavimentação (S/P), nas cidades de Barra de Santana (BS) e Campina Grande (CG). Letras iguais indicam que não há diferenças entre os ambientes;.....25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação dos traços funcionais e o seu significado funcional.....	22
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	HIPÓTESES.....	13
3	OBJETIVOS	14
3.1	Objetivo Geral.....	14
3.2	Objetivos Específicos.....	14
4	JUSTIFICATIVA	15
5	REVISÃO DE LITERATURA	16
5.1	Plasticidade fenotípica.....	16
5.2	Traços Funcionais	17
5.3	Vegetação em áreas urbanas	17
5.4	Chanana (<i>Turnera subulata</i> Sm.).....	18
6	METODOLOGIA.....	20
6.1	Caracterização da área de estudo	20
6.2	Coleta de dados	20
6.3	Traços funcionais	21
6.4	Análises estatísticas.....	22
7	RESULTADOS.....	23
8	DISCUSSÃO	26
9	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A distribuição ecológica das espécies vegetais está associada à adaptabilidade individual (SULTAN, 1995). As pressões ambientais impostas pelo clima, disponibilidade hídrica, incidência solar (CARDOSO; LOMÔNACO, 2003) e qualidade do solo são alguns dos fatores que determinam a ocupação das plantas em diferentes ambientes, exigindo estratégias fisiológicas e morfológicas para maior aptidão.

Segundo Nicotra (2010), variações ambientais em indivíduos de uma mesma espécie podem levar a fenótipos diferentes em cada indivíduo dessa espécie. Sendo assim, os traços funcionais das plantas podem responder de maneiras diferentes de acordo com as condições do ambiente, e se esses ambientes forem muito distintos são esperadas mudanças extremas. A resposta dos organismos às alterações nas condições ambientais é entendida como plasticidade fenotípica (SCHLICHTING, 1986; SULTAN, 1995; VALLADARES; SANCHEZ-GOMEZ; ZAVALA, 2006). Em plantas vasculares, as adaptações às modificações no ambiente ocorrem mais frequentemente ao nível da folha, uma vez que nesses organismos as folhas estão associadas a uma maior produtividade (VALLADARES *et al.*, 2000). Ao analisar um único indivíduo, observa-se uma diferença no tamanho das folhas e essas diferenças tanto ocorrem pelo período de estágio de desenvolvimento de cada órgão como por diferenças adaptativas (PRADO; TROVÃO, 2023).

Nas áreas urbanas, as plantas estão sujeitas a uma variedade de fatores que podem limitar o seu desempenho ou selecionar os organismos que ocuparam esse espaço. Os efeitos de elevados níveis de temperatura, CO₂, alterações nos regimes de umidade (LAMBRECHT; MAHIEU; CHEPTOU, 2016) e ilhas de calor (CARNEIRO; TRIPLER, 2005; ARNFIELD, 2003) influenciam os organismos vegetais que se estabelecem em áreas urbanas. Os organismos adaptados aos ecossistemas urbanos, são comumente denominados de “vegetação espontânea” (GUO *et al.*, 2018; KÜHN, 2006; ROBINSON; LUNDHOLM, 2012) ou espécies ruderais (CHEN *et al.*, 2014; CHIUFFO *et al.*, 2018). As características associadas ao crescimento entre muros, pavimentos (CARNEIRO; IRGANG, 2005), terrenos baldios e maximização de recursos (NETTO *et al.*, 2016) permitem que estes organismos sejam mais tolerantes às alterações provocadas pela urbanização. Estudos como os de Leung *et al.* (2011) e Avissar (1996), destacam a importância da vegetação em áreas urbanas, uma vez que esta desempenha um papel importante na mitigação dos efeitos antropogênicos.

Um excelente exemplo de uma espécie ruderal adaptada a ambientes urbanos é a *Turnera subulata* Sm. popularmente conhecida como “chanana”. A espécie é nativa do Brasil, de crescimento espontâneo com distribuição em alguns países da América Tropical. Descrita

como heliófila, florescendo e frutificando durante todo o ano (ARBO, 2005), possui ampla distribuição em ambientes naturais e áreas urbanizadas, crescendo em terrenos baldios, canteiros, estradas e entre pavimentos. A presença de componentes químicos que atuam nas atividades biológicas de anti-inflamatório, antioxidante e cicatrizante, concebe a *Turnera subulata* Sm. um grande interesse farmacológico (COSTA, 2023).

Nessa perspectiva, este estudo tem as seguintes questões: traços funcionais de *Turnera subulata* são 'plásticos' em diferentes tipos de substrato (áreas pavimentadas e não pavimentadas) dentro de áreas urbanas? Há variação nos traços considerando as diferenças de disponibilidade hídrica?

2 HIPÓTESES

Espera-se que em ambientes pavimentados, devido a condições menos favoráveis, os indivíduos de *Turnera subulata* Sm. apresentem menor produção de biomassa. A expectativa é de que quanto maior a severidade ambiental presente nas áreas pavimentadas menor investimento em traços foliares e outros fatores que caracterizam o crescimento da planta.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho investigar a plasticidade fenotípica da espécie vegetal *Turnera subulata* Sm. em áreas pavimentadas e em substrato natural, no contexto urbano de duas cidades do Estado da Paraíba.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar traços funcionais da espécie: área foliar, área foliar específica, espessura foliar, altura da planta, número de hastes e distância internódios;
- Verificar se os diferentes ambientes repercutem em diferenças nos traços funcionais analisados;

4 JUSTIFICATIVA

Naturalmente, as espécies respondem às diferentes condições climáticas e edáficas impostas pelo ambiente. Os ambientes urbanos, por sua vez, demandam às espécies vegetais condições ambientais potencialmente mais estressantes, tais como: altas temperaturas, altos níveis de CO₂, poluentes químicos, esgotos, resíduos industriais, além da ocupação de áreas naturais pelo crescimento das cidades. Considerando esses estressores, espera-se que as espécies vegetais, principalmente aquelas de ampla distribuição fitogeográfica, apresentem mecanismos de aclimação, garantindo assim a sua sobrevivência.

Devido ao grande interesse farmacológico e à sua ampla distribuição geográfica no Brasil, *Turnera subulata* Sm. é um excelente exemplo para avaliar como traços funcionais de plantas respondem às diferenças de substrato (pavimentação e solo), dentro de áreas urbanas, visto que áreas urbanas tendem a aumentar e conseqüentemente as plantas têm que se adaptar às novas condições.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Plasticidade fenotípica

Atualmente, o ambiente em que as plantas vivem impõe novos desafios que diferem daqueles enfrentados por seus ancestrais durante o processo evolutivo (ARNOLD; KRUIK; NICOTRA, 2019). Essas mudanças nas condições ambientais têm exigido que animais e plantas desenvolvam modificações importantes em suas características funcionais (GRIME; MACKEY, 2002).

De acordo com Chevin e Hoffmann (2017), a plasticidade fenotípica é a influência do ambiente na expressão fenotípica das características individuais para além da aptidão, acrescentando que, a plasticidade fenotípica adaptativa e a adaptação genética, são as principais formas de as populações isoladas se aclimatar às alterações ambientais, caso não possam deslocar-se para habitats adequados. A capacidade de resposta às alterações nos fatores ambientais está ligada a um genótipo individual que assume características específicas num determinado ambiente, podendo ser uma resposta morfológica ou fisiológica (BRADSHAW, 1965). Segundo Gratani (2014), a plasticidade fisiológica, morfológica e anatômica desempenha um papel diferente na adaptação das plantas às mudanças ambientais. Em organismos biológicos presentes em ambientes com condições extremas, a tolerância ambiental tem como objetivo resistir ao estresse imposto pelo ambiente (CHEVIN; HOFFMANN, 2017).

Por serem organismos extremamente plásticos, as plantas apresentam respostas a diversas condições ecológicas, incluindo variações no ambiente abiótico, perturbações, herbivoria, parasitismo, relações mutualistas e a presença, ausência ou identidade dos vizinhos (CALLAWAY; PENNING; RICHARDS, 2003). Para Chapin, Autumn e Pugnaire (1993), a rápida evolução de populações tolerantes ao estresse em algumas espécies sugere que as populações naturais de algumas espécies podem adaptar-se evolutivamente a mudanças no ambiente estressante.

A capacidade de aclimação concede aos organismos vegetais uma ampla distribuição ocupando áreas que ainda não foram colonizadas pela sua espécie. No entanto, ambientes extremamente alterados podem levar ao desaparecimento de algumas espécies vegetais porque, embora a expressão genética dos organismos vegetais lhes permita exibir diferentes fenótipos em diferentes condições (VAN KLEUNEN; FISCHER., 2007; BRADSHAW, 1965; CALLAWAY; PENNING; RICHARDS., 2003), a pressão do ambiente pode exceder os limites desses organismos, levando à sua extinção local. De acordo com Matesanz, Gianoli e Valladares (2010), a plasticidade fenotípica não só desempenha um papel importante na

colonização e adaptação a novos ambientes, como também é benéfica para os organismos que se encontram em situações em que a dispersão é limitada.

5.2 Traços Funcionais

Traços funcionais são traços morfológicos, fisiológicos e fenológicos que resultam na aptidão física de três componentes do desempenho individual, no crescimento, na reprodução e na sobrevivência Violle *et al.* (2007). As características funcionais dos animais e das plantas, quando sujeitas a fatores ambientais específicos, tendem a modificar as suas estruturas como resposta à exposição (GRIME; MACKEY, 2002). De acordo com Nicotra (2010), a plasticidade adaptativa dos traços funcionais ajuda os organismos a aclimatarem-se rapidamente a novas condições. A estratégia ecológica dos traços funcionais em se aclimatar às alterações no ambiente tem impacto desde as relações tróficas até as propriedades do ecossistema (PEREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013). Para Bradshaw (1965), um indivíduo não deve ser considerado fora do seu contexto natural, porque as suas respostas a diferentes ambientes fazem parte das suas características.

O contexto de vida sésil das plantas as deixa mais suscetíveis às alterações nos efeitos abióticos do ambiente. De acordo com Sultan (1995), plantas submetidas a ambientes sem luminosidade, utilizam de sua resposta funcional adaptativa para maximizar a área de superfície fotossintética em relação a biomassa, maximizando a captura de luz. Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013), aponta que a taxa de crescimento relativo está associada positivamente com a área foliar específica. O estudo feito por Reich, Walters e Ellsworth (1992), mostrou que espécies com baixa área foliar específica expressam maior longevidade foliar.

Os mecanismos funcionais de resposta plástica estão associados à adaptabilidade e à melhoria da aptidão das plantas que são submetidas a condições de estresse. A possibilidade de medição dos traços funcionais permite a compreensão do desempenho das plantas no ambiente que estão inseridas. Com o objetivo de ajudar nas teorias ecológicas e evolutivas, medições e coleta de material, o manual de Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013) representa um conjunto das principais respostas das plantas aos ambientes, abrangendo características foliares, reprodutivas, de crescimento, arquitetura, caule e raiz.

5.3 Vegetação em áreas urbanas

O aumento das áreas urbanas tem afetado diretamente a comunidade de organismos que vivem perto dos limites urbanos (LAMBRECHT; MAHIEU; CHEPTOU, 2016). De

acordo com Dubois e Cheptou (2016), a fragmentação de habitats e a urbanização reduziram a diversidade de plantas e animais, além de criar novos habitats aos quais algumas espécies podem se aclimatar rapidamente.

Do ponto de vista de McKinney (2006), a urbanização é uma atividade antropogênica homogeneizadora porque à medida que as cidades se expandem, as espécies adaptadas a contextos urbanos tendem a ocupar essas áreas tornando-se mais abundantes, levando a uma homogeneização biológica. Carneiro e Irgang (2005), aponta que espécies com características fisiológicas e morfológicas semelhantes, tendem a ser mais favorecidas em relação às adversidades das condições ambientais impostas pela urbanização.

As espécies vegetais com maior capacidade de adaptação a ambientes urbanos são chamadas de ruderais. Segundo Netto *et al.* (2016), as plantas ruderais possuem mecanismos eficientes de competição, dispersão de propágulos e capacidade de maximizar o uso de recursos, o que confere a esses organismos maior grau de adaptabilidade aos contextos urbanos, podendo contribuir para a biodiversidade das áreas urbanas (GUO *et al.*, 2018). A urbanização não altera somente a comunidade biótica, as condições abióticas são um outro fator que influencia a ocorrência ou ausência da vegetação na região. De acordo com Arnfield (2003), as cidades urbanas formam "ilhas de calor", com temperaturas mais elevadas durante a noite devido aos materiais utilizados na construção de pavimentos e ruas. As altas temperaturas fazem com que os organismos vegetais tenham maior taxa de respiração e fotossíntese, resultando em maior evaporação de água do solo, reduzindo o ganho líquido de carbono fotossintético (LAMBRECHT; MAHIEU; CHEPTOU, 2016).

Outros fatores abióticos associados aos altos níveis de CO₂, radiação solar, emissão de poluentes químicos (CARREIRO; TRIPLER, 2005), e descarte inadequado de resíduos domésticos e industriais, estão afetando diretamente os organismos vegetais, criando um novo ambiente semelhante às mudanças que ocorrem globalmente, mas em menor escala (DUBOIS; CHEPTOU, 2016; OTTO, 2018) e na visão de Santangelo (2022) a urbanização é o agente de mudança ambiental e evolutiva.

5.4 Chanana (*Turnera subulata* Sm.)

Considerada como representativa da vegetação espontânea, a *Turnera subulata* Sm., conhecida popularmente como chanana ou flor-do-guarujá, é nativa do Brasil, possuindo registros de ocorrência em quase todo o território brasileiro. Esta espécie está distribuída nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (FLORA DO

BRASIL, 2020). Além disso, a chanana apresenta registro de ocorrência em alguns países da América Latina e na Ásia (ARBO, 2005)

Classificada como uma espécie ruderal, ubíqua e heliófila (ARBO, 2005; BARBOSA; SILVA; AGRA, 2007; CABREIRA; MIOTTO, 2020), *Turnera subulata* é amplamente encontrada no Nordeste e em áreas impactadas pela atividade humana. Esta espécie prefere solos arenosos, pedregosos, argilosos e secos e é frequentemente considerada uma planta daninha devido à sua eficácia na dispersão de sementes e ao seu rápido crescimento (ARBO, 2010; CABREIRA; MIOTTO, 2020).

Turnera subulata, do gênero *Turnera* e família *Turneraceae*, é um subarbusto que mede cerca de 15-70 cm de altura, possuindo caules estrigosos, tricomas tectores simples e glandulares microcarpitados, as folhas com pecíolo 0,3-1,5 cm de comprimento e 1 par de nectários, basilaminares, suas flores são heterostilas com corola creme de base castanho-escuro (ROCHA *et al.*, 2017). A chanana é uma PANC (Planta Alimentar Não Convencional), as flores podem ser consumidas *in natura* e as folhas podem ser utilizadas no preparo de chás e temperos (LORENZI; KINUPP, 2014).

Além disso, *Turnera subulata* é de grande interesse farmacológico devido às suas propriedades anti-inflamatória, antioxidante, antitumoral, analgésica, cicatrizante, antibacteriana e cardiovascular (GRACIOSO, *et al.*, 2002; KUMAR; TANEJA; SHARMA, 2005; BARBOSA; SILVA; AGRA, 2007; SILVA, 2010; CHAI; WONG, 2012; ESTRADA-REYES; CARRO-JUÁREZ; MARTÍNEZ-MOTA, 2013; BRITO FILHO, *et al.*, 2014; SOUZA, *et al.*, 2016; FREITAS, *et al.*, 2020; NASCIMENTO JÚNIOR, *et al.*, 2020).

6 METODOLOGIA

6.1 Caracterização da área de estudo

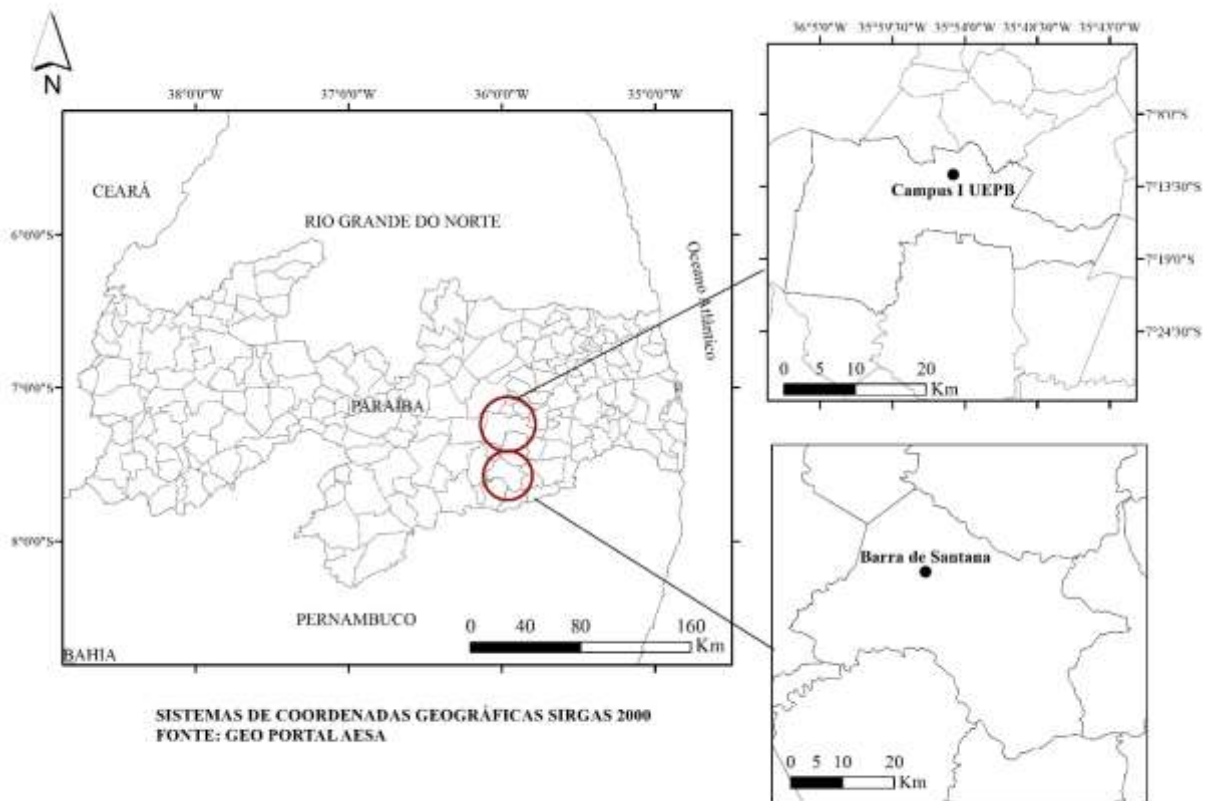
O estudo foi realizado em dois municípios do Estado da Paraíba: Barra de Santana e Campina Grande. O município de Barra de Santana está localizado na mesorregião da Borborema e na microrregião do Cariri Oriental; situa-se a 350 m acima do nível do mar (a.n.m.), apresentando temperatura média anual de 25°C, área urbanizada de 0,72 km² (IBGE, 2019) e população de 8.059 pessoas (IBGE, 2024). De acordo com os dados fornecidos pela AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas), a precipitação média anual dos últimos 20 anos é de 450,46 mm. O clima é do tipo BSh (ALVARES *et al.*, 2013). Já o município de Campina Grande está localizado na região oriental do Planalto da Borborema, na mesorregião do Agreste Paraibano com altitude de 551 m (a.n.m.), apresentando temperatura média anual de 23,3°C (Climate Data, 2024), com área urbanizada de 66,64 km² (IBGE, 2019) e população de 419,379 pessoas (IBGE, 2024). De acordo com os dados da Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs), a precipitação média anual nos últimos 20 anos foi de 801,49 mm. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima de Campina Grande é considerado do tipo BSh (ALVARES *et al.*, 2013). De março a maio de 2024, quando realizada as coletas deste estudo, os níveis de precipitação, em ambas as localidades, foram de 364,7 mm em Barra de Santana e 431,3 mm em Campina Grande (AESAs, 2024), contribuindo para haver uma semelhança de precipitação em ambas as cidades,

6.2 Coleta de dados

As coletas foram realizadas em áreas sem pavimentação (áreas de substrato) e em áreas com pavimentação (calçamento e/ou presença de meio fio) nos dois municípios (Figura 1). Em Campina Grande, foi escolhido o Campus I da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB (7°12'36.2"S 35°54'58.5"W), enquanto no município de Barra de Santana as coletas ocorreram na área urbana (7°31'24.9"S 35°59'58.4"W).

As coletas foram realizadas no período de 8h até 10h da manhã. Foram selecionados aleatoriamente 10 indivíduos adultos de *Turnera subulata* Sm. em cada condição pré-estabelecida (com/sem pavimentação) e em cada área para a coleta e análise dos dados.

Figura 1 – Localização das áreas de estudo: Campina Grande e Barra de Santana, Paraíba, Brasil.



Fonte: GEOPORTAL AESA, 2024

6.3 Traços funcionais

A análise da plasticidade foliar dos indivíduos nas condições pré-estabelecidas foram realizadas a partir da coleta de 10 folhas adultas completamente expandidas e sem marcas de senescência ou injúria. Seguindo o protocolo de Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013) na obtenção e coleta dos traços foliares, as folhas foram coletadas no período da manhã, embrulhadas em papel úmido colocando-as em sacos plásticos e, posteriormente levadas ao laboratório para coleta dos dados. Após a coleta, foi calculada a área foliar (AF, em mm^2), por meio de um software *Image J* v. 1.54, posteriormente, pesadas para obtenção da massa fresca foliar (MFF, em mg). Após medição da área e massa fresca foliar, as folhas foram colocadas numa estufa por 72h em temperatura de 70° e depois pesadas para coletar o dado de massa seca foliar (MSF, em mg).

Na mensuração da área foliar específica (AFE, em $\text{mm}^2 \text{mg}^{-1}$), foi dividida a área foliar (AF) sobre a massa seca foliar (MSF). A espessura foliar (EF, em mm) foi medida com auxílio de um paquímetro digital a partir da lâmina foliar e da nervura central.

Também foram avaliados a altura da planta (H, cm), o número de hastes (NH) e a distância internódios (DI, cm). A H foi medida dos tecidos fotossintéticos superiores da planta até o nível do solo (CORNELISSEN *et al.*, 2003), e para a coleta de dados da distância dos

internódios, foram selecionadas três hastes e com auxílio de uma régua. Para AF, MFF, MSF, EF e DI, foram calculados os valores de mediana, para cada indivíduo.

A **Tabela 1** apresenta a relação dos traços funcionais analisados neste estudo e o seu significado funcional.

Tabela 1: Relação dos traços funcionais e o seu significado funcional

Traços Funcionais	Significado Funcional	Tipos de dados (unidade)	Referências
Área foliar (AF)	Importância no balanço energético e hídrico da folha	contínuos (mm ²)	Cornelissen <i>et al.</i> , 2003
Área foliar específica (AFE)	Longevidade foliar, defesa foliar, correlação positiva com a taxa de crescimento relativo e a taxa fotossintética máxima baseada na massa	contínuos (mm ² mg ⁻¹)	Cornelissen <i>et al.</i> , 2003
Espessura foliar (EF)	Resistência física das folhas	contínuos (mm)	Perez-Harguindeguy <i>et al.</i> , 2013
Altura (H)	Forma de crescimento, vigor competitivo, tamanho reprodutivo, tempo de vida potencial	contínuos (cm)	Perez-Harguindeguy <i>et al.</i> , 2013
Número de hastes (NH)	Forma de crescimento, vigor competitivo	contínuos (número)	
Distância internódios (DI)	Produtividade, investimento	contínuos (cm)	

Fonte: Cornelissen *et al.*, 2003; Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013

6.4 Análises estatísticas

Para investigar diferenças nos traços funcionais entre os diferentes ambientes, foi utilizado teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e post hoc de Dunn, considerando $p < 0.05$. Esse teste foi utilizado devido à distribuição não normal dos dados, confirmado pelo teste de Shapiro-Wilk, com $p \geq 0.05$. Todas as análises foram realizadas no programa Past 4.03 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

7 RESULTADOS

Na Figura 2, observa-se que a área foliar (AF) dos indivíduos de *Turnera subulata* na área pavimentada em Barra de Santana variou entre 19,7 e 60,3 mm², sendo menor do que aquela registrada para os demais locais, fato confirmado pelo teste Kruskal-Wallis ($p=0,01$). Para os demais locais, AF variou entre 40 e 50 mm², considerando a mediana. Observou-se também que no ambiente não pavimentado em Campina Grande, os valores de AF apresentaram uma maior amplitude, variando entre 19,8 e 161,6 mm².

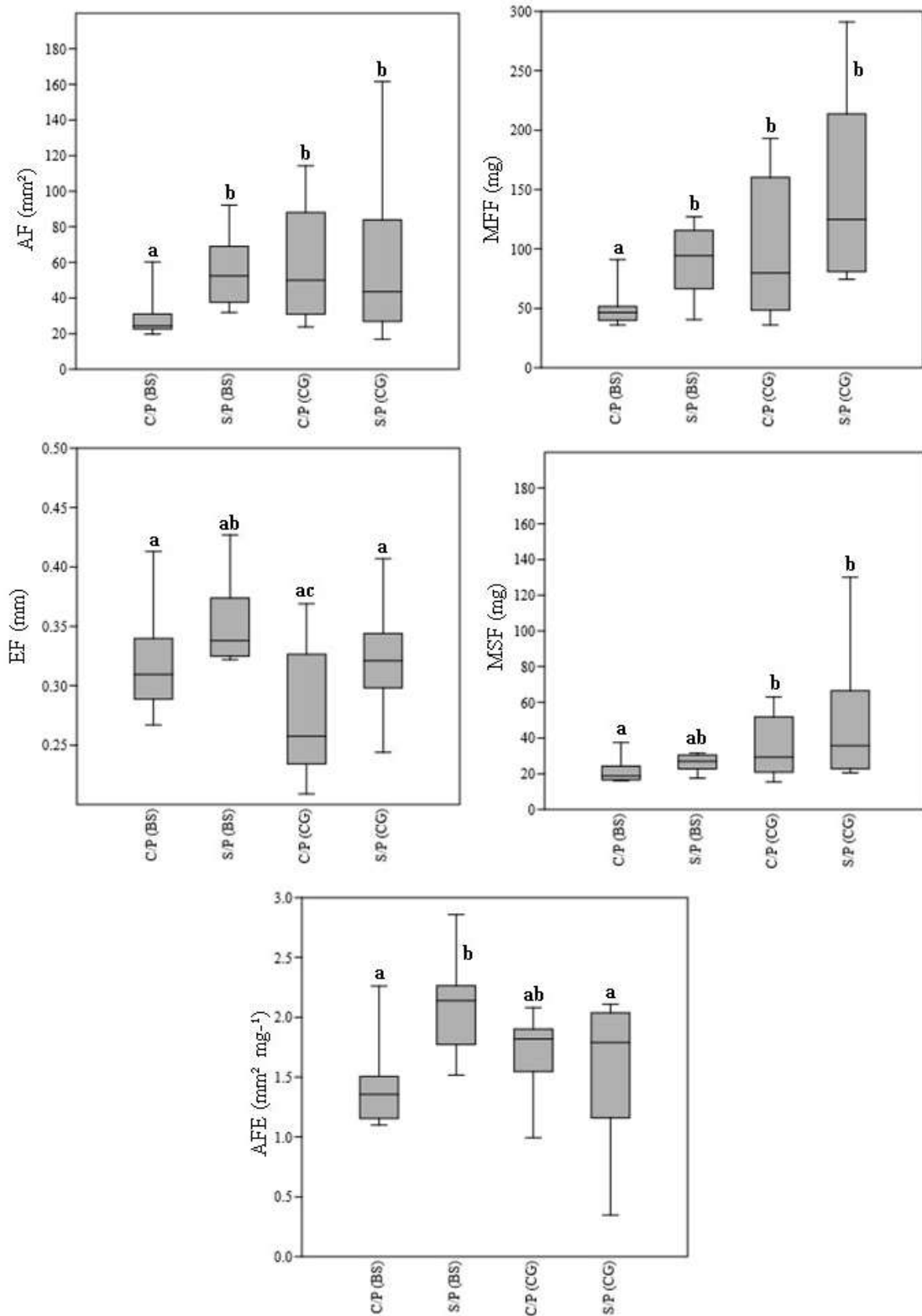
Os valores de massa fresca foliar (MFF) que é obtido a partir da AF seguiram o perfil da AF (Figura 2). No ambiente C/P BS, os dados de MFF apresentaram valores inferiores ($p=0,001$) e com menor amplitude, com mediana de 46,5 mg, variando entre 36 e 91 mg. No ambiente não pavimentado de Barra de Santana, a mediana da MFF foi de 94,2 mg, enquanto em Campina Grande foi de 79,5 mg e 124,7 mg, com (C/P CG) e sem pavimentação (S/P CG), respectivamente. Em Campina Grande, os indivíduos de *T. subulata* apresentaram maior variação dos dados de MFF, com valores extremos de 291 mg.

A massa seca foliar (MSF) corresponde ao investimento de carbono realizado nas folhas através do processo de fotossíntese. Foi encontrada diferença na MSF dos indivíduos amostrados no ambiente C/P BS e entre aqueles amostrados na região de Campina Grande (CG), com e sem pavimentação ($p=0,01$). Os indivíduos analisados em CG apresentaram maior MSF, com mediana de aproximadamente 30 mg, chegando a valores extremos de 130 mg (Figura 2). Os valores de MSF encontrados em S/P de Barra de Santana não diferiram dos demais ambientes ($p \geq 0,05$).

Quando comparamos a espessura foliar (EF) entre indivíduos das mesmas áreas não houve diferença significativa. Porém em S/P (BS), as folhas analisadas foram mais espessas com mediana de 0,34 mm em comparação com as amostras foliares dos indivíduos do ambiente C/P CG (Figura 2).

Em relação à área foliar específica (AFE), observou-se diferenças significativas ($p=0,007$) entre os ambientes C/P BS e S/P BS, indicando que a população de *T. subulata* no ambiente não pavimentado de BS apresenta maior AFE (Figura 2), com mediana de 2,14 mm² mg⁻¹ (Figura 2). Também foi identificada diferença na AFE dos indivíduos analisados em S/P (BS) e S/P (CG), demonstrando existir menor AFE de 1,79 mm² mg⁻¹ neste último ambiente.

Figura 2 - Boxplot dos traços foliares de *Turnera subulata* Sm. em áreas urbanas com pavimentação (C/P) e sem pavimentação (S/P), nas cidades de Barra de Santana (BS) e Campina Grande (CG). Área foliar (AF, mm²); Área foliar específica (AFE, mm².mg⁻¹); Massa fresca foliar (MFF, mg); Massa seca foliar (MSF, mg); Espessura foliar (EF, mm). Letras iguais indicam que não há diferenças entre os ambientes.

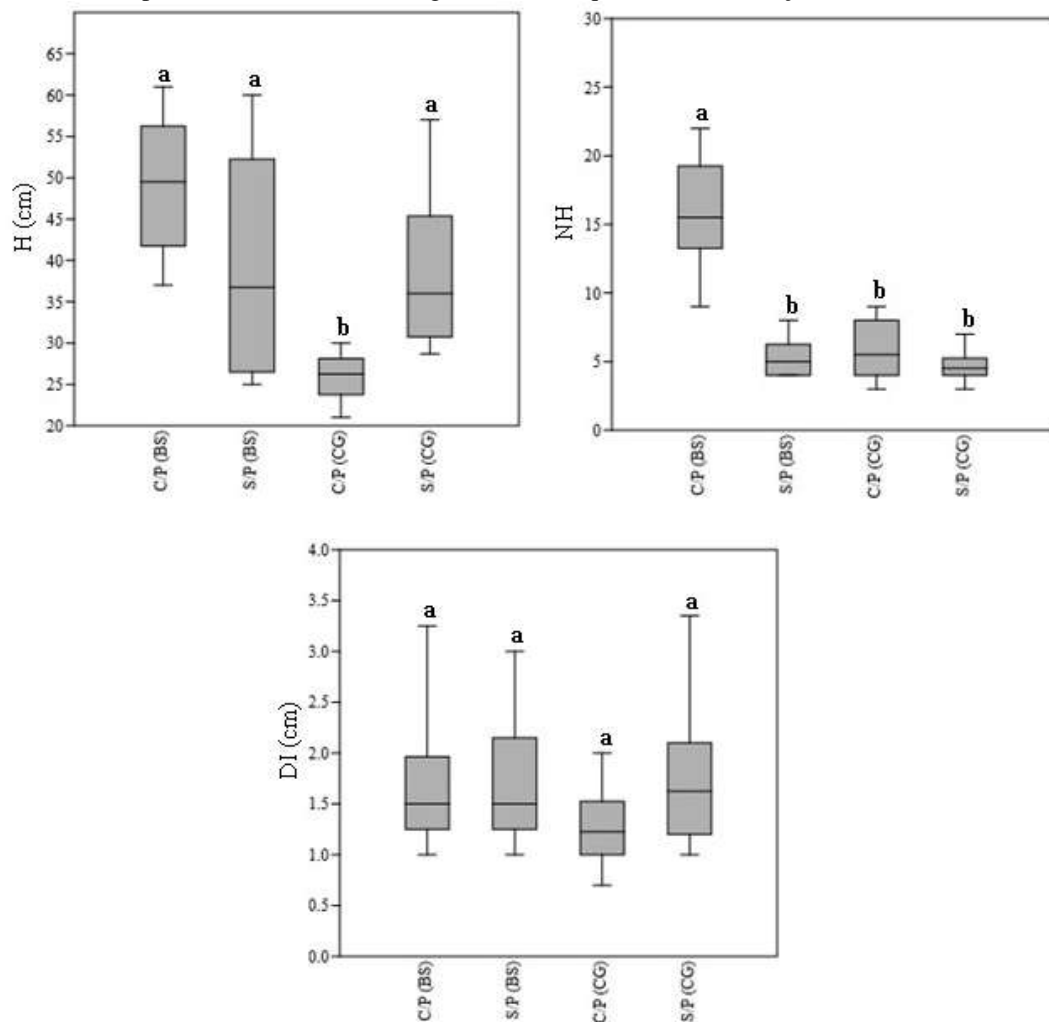


Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Analisando os demais traços (Figura 3), observou-se que a altura dos indivíduos foi menor com mediana de 26,25 cm no ambiente pavimentado de Campina Grande ($p=9,154E-05$), variando entre 21 e 30 cm. Nos demais ambientes, os dados de altura apresentaram uma maior amplitude, com destaque para o ambiente SP(BS), com valores mínimos e máximos de

25 e 60 cm. Os indivíduos amostrados no ambiente com pavimentação e em Barra de Santana (C/P BS) apresentaram maior ramificação ($p=3,217E-05$), com mediana de 15 hastes por indivíduo, enquanto nos outros ambientes foi encontrada mediana de aproximadamente 5 hastes por indivíduos (Figura 3), não havendo diferença entre estes (S/P BS, CP CG e S/P CG). Não houve diferenças quanto à distância internódios entre as populações de *T. subulata* ($p \geq 0.05$).

Figura 3 - Boxplot da altura (H), número de hastes dos indivíduos (NH) e distância internódios (DI) de *Turnera subulata* Sm. em áreas urbanas com pavimentação (C/P) e sem pavimentação (S/P), nas cidades de Barra de Santana (BS) e Campina Grande (CG). Letras iguais indicam que não há diferença entre os ambientes.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

8 DISCUSSÃO

Os traços analisados em plantas de *T. subulata* em diferentes condições de substrato (com e sem pavimentação) em áreas urbanas revelaram diferenças em seus traços funcionais, o que demonstra a capacidade plástica dessa planta de ocorrência espontânea no Brasil.

Nas áreas pavimentadas, os indivíduos apresentaram menor mediana da área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e massa fresca foliar (MFF). Valor mais baixo da mediana de AF, caracterizado como um menor investimento nesse traço, denota redução na área absorviva, fato que normalmente está associado à alta incidência luminosa (CORNELISSEN *et al.*, 2003), mas também pode estar relacionado a limitação no acesso a recursos, causada pela pavimentação o que reduz o crescimento das plantas, comprometendo o tamanho/área da folha (GALL *et al.* 2015). Encontrar baixos valores para AFE nas áreas pavimentadas reforça o fato de que também houve menores investimentos em MFF nos indivíduos na mesma condição, o que confirma a limitação de recursos para o crescimento e desenvolvimento e por conseguinte na menor produção de biomassa (FARRIOR *et al.*, 2013).

Os dados de AFE para os indivíduos de *T. subulata*, em Barra de Santana, foram maiores no ambiente sem pavimentação, o que era de se esperar, uma vez que espécies que vivem em ambientes com mais recursos, devido à ausência de obstáculos físicos, tendem a ter um AFE maior do que aquelas que vivem em ambientes com recursos limitados (CORNELISSEN *et al.*, 2003). Maiores valores de AFE no ambiente sem pavimentação de Barra de Santana podem ter relação com o maior EF encontrados no mesmo ambiente, visto ambos os traços proporcionam uma maior longevidade foliar e o aumento na espessura garante a essas espécies resistência física e defesa contra o aumento de temperatura (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013; LEIGH *et al.*, 2012).

No caso de ambientes com pavimentação, a análise dos dados mostrou que não encontramos diferença significativa entre as duas condições para AFE, provavelmente pelo fato de que em Campina Grande as plantas encontraram condições semelhantes nos dois substratos (com e sem pavimentação). Isso deve estar associado à similaridade das duas condições na área. Os espécimes de *T. subulata* foram coletados em ambientes contíguos (embora sob condições contrastantes quanto a pavimentação) em um *Campus* universitário onde, embora exista o substrato solo, a matriz circundante é toda urbana, sem resquícios de área preservada nas imediações, enquanto em Barra de Santana, mesmo no centro.

Ainda sobre as plantas de Campina Grande, urbano, a matriz circundante é de áreas vegetadas conservadas, preservadas e/ou cultivadas, ou seja, a matriz circundante é zona rural.

Analisando a diferença encontrada quanto à espessura foliar (EF) verificamos diferenças apenas entre os indivíduos da área não pavimentada em Barra de Santana e aqueles analisados na área pavimentada de Campina Grande, porém essa não é uma relação válida, pois são áreas com condições diferenciadas quanto ao entorno e não podem ser comparadas para efeito de nossos objetivos. Pelos resultados é possível inferir que esse traço não foi tão plástico, ou seja, não houve mudança de investimento em EF. Portanto, provavelmente para *T. subulata*, nas condições do estudo, não sofreu interferência mesmo em condições distintas, sendo, provavelmente, melhor garantir o *fitness* da planta do que a maior permanência das folhas no ambiente (TANDON; SHIVANNA; KOUL., 2020)

Quanto às distâncias dos internódios, a investigação seria se a planta investiria de forma diferente nesta característica em ambientes contrastantes quanto a pavimentação. A distância entre os internódios relaciona-se a fatores de crescimento como a disponibilidade de recursos, a *trad offs*, e a estágios de crescimentos (LIU *et al.*, 2015). Porém, neste estudo, não houve diferenças significativas para este parâmetro avaliado, o que pode ter relação com a característica padrão da espécie de estudo, *T. subulata*, de ser heliófila e como ela não encontrou restrição quanto a exposição solar (TREVISAN *et al.*, 2012), em todas as condições avaliadas este traço, não sofreu alteração. Em relação ao número de hastes, os indivíduos da área pavimentada de Barra de Santana apresentaram maior número de ramificações. O aumento da ramificação em espécies vegetais é benéfico, pois auxilia no transporte de água da base para o ápice, principalmente para espécies submetidas ao estresse hídrico (PRADO; TROVÃO, 2023).

Quanto à altura (H) em Campina Grande houve diferença estatística para a altura entre as condições testadas, mas não houve em Barra de Santana. Já para o número de hastes, em Barra de Santana teve diferença estatística entre as condições, mas não houve em Campina Grande. Essa aparente contradição indica a necessidade de aumento em estudos do tipo, para evidenciar como esses traços podem se comportar para a espécie de estudo e outras também. Pode-se inferir que na condição pavimentada o menor investimento em altura foi compensado no investimento em número de hastes. Em Barra de Santana, os indivíduos de *T. subulata* apresentaram maior amplitude em altura na área de substrato, o que pode estar relacionado à maior disponibilidade de nutrientes e/ou a matriz circundante ser mais conservada do ponto de vista da presença de vegetação e menor urbanização característicos de um pequeno município (IBGE, 2019).

9 CONCLUSÃO

Em condições de pavimentação *Turnera subulata* Sm. apresenta menor produção de biomassa. Porém quanto a plasticidade funcional *Turnera subulata*, nas condições de estudo, não apresentou diferenças que possam ser consideradas padrões. Embora que em traços como Área Foliar (AF), Massa Fresca Foliar (MFF), área foliar específica (AFE) e altura (H) tenham sido encontradas diferenças nas condições contrastantes (com e sem pavimentação), elas não se repetiram da mesma forma nas áreas de estudo distintas, o que denota que a plasticidade dessa planta possa ser maior do que aquelas representadas nos traços funcionais analisados, ou seja, o sistema que cada planta representa pode ter muito mais propriedades emergentes, ou traços plásticos, que a capacidade de registrar com os traços analisados.

A característica ruderal confere a esta espécie maior adaptabilidade e os fatores físicos e abióticos impostos pela presença de pavimentação, tendem a influenciar os traços funcionais a se modular de forma a garantir a permanência da espécie no ambiente. A realização de estudos sobre a influência de diferentes condições urbanas nos organismos vegetais contribui para a compreensão das respostas das espécies a essas condições e essas informações são extremamente importantes para ações práticas de manejo e conservação das espécies , bem como para implementação de políticas públicas visando mitigar esses efeitos através da implantação de infraestrutura verde nos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

- ARBO, M. M. Estudos sistemáticos em Turnera (Turneraceae). III. series anomalae y turnera. 2005.
- ARBO, M. M. Turneraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. 2010.
- Área urbanizada: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, Áreas Urbanizadas do Brasil 2019
- População ocupada: IBGE, Censo Demográfico 2022, IBGE, Cadastro Central de Empresas 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2024
- ARNFIELD, A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International Journal Of Climatology**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 1-26, jan. 2003. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.859>.
- ARNOLD, P. A.; KRUIK, L. E. B.; NICOTRA, A. B.. How to analyse plant phenotypic plasticity in response to a changing climate. **New Phytologist**, [S.L.], v. 222, n. 3, p. 1235-1241, 25 jan. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/nph.15656>.
- AVISSAR, R. Potential effects of vegetation on the urban thermal environment. **Atmospheric Environment**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 437-448, fev. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/1352-2310\(95\)00013-5](http://dx.doi.org/10.1016/1352-2310(95)00013-5).
- BRADSHAW, A.D.. Evolutionary Significance of Phenotypic Plasticity in Plants. **Advances In Genetics**, [S.L.], p. 115-155, 1965. Elsevier. [http://dx.doi.org/10.1016/s0065-2660\(08\)60048-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0065-2660(08)60048-6).
- BARBOSA, D. D. A.; SILVA, K. N.; AGRA, M. D. F. Estudo farmacobotânico comparativo de folhas de Turnera chamaedrifolia Cambess. e Turnera subulata Sm. (Turneraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 396-413, set. 2007. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2007000300016>.
- BRITO FILHO, S. G. de *et al.* CHEMICAL CONSTITUENTS ISOLATED FROM Turnera subulata Sm. AND ELECTROCHEMICAL CHARACTERIZATION OF PHAEOPHYTIN B. **Química Nova**, [S.L.], v. 37, n. 4, p. 603-609, mar. 2014. GN1 Sistemas e Publicacoes Ltd.. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140099>.
- CABREIRA, T. N.; MIOTTO, S. T. S. Turneraceae (Passifloraceae s.l.) na Região Sul do Brasil. **Rodriguésia**, [S.L.], v. 71, p. 1-34, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-78602020971081>.
- CALLAWAY, R. M.; PENNING, S. C.; RICHARDS, C. L.. PHENOTYPIC PLASTICITY AND INTERACTIONS AMONG PLANTS. **Ecology**, [S.L.], v. 84, n. 5, p. 1115-1128, maio 2003. Wiley. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[1115:ppaiap\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[1115:ppaiap]2.0.co;2).
- CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de Eugenia calycina Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Revista Brasileira**

de Botânica, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 131-140, mar. 2003. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-84042003000100014>

CARNEIRO, A. M.; IRGANG, B. E. Origem e distribuição geográfica das espécies ruderais da Vila de Santo Amaro, General Câmara, Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 60, n. 2, p. 175-188, 2005.

CARREIRO, M. M.; TRIPLER, C. E.. Forest Remnants Along Urban-Rural Gradients: examining their potential for global change research. **Ecosystems**, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 568-582, 31 jul. 2005. Springer Science and Business Media LLC.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10021-003-0172-6>.

CHAI, T. T.; WONG, F. C. Whole-plant profiling of total phenolic and flavonoid contents, antioxidant capacity and nitric oxide scavenging capacity of *Turnera subulata*. **Journal Of Medicinal Plants Research**, [S.L.], v. 6, n. 9, p. 1730-1735, 9 mar. 2012. Academic Journals.
<http://dx.doi.org/10.5897/jmpr11.1541>.

CHAPIN, F. S.; AUTUMN, K.; PUGNAIRE, F. Evolution of Suites of Traits in Response to Environmental Stress. **The American Naturalist**, [S.L.], v. 142, p. 78-92, jul. 1993. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/285524>.

CHEN, X. *et al.* Dynamics of ruderal species diversity under the rapid urbanization over the past half century in Harbin, Northeast China. **Urban Ecosystems**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 455-472, 6 nov. 2013. Springer Science and Business Media LLC.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11252-013-0338-8>.

CHEVIN, L. M.; HOFFMANN, A. A.. Evolution of phenotypic plasticity in extreme environments. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 372, n. 1723, p. 20160138, 8 maio 2017. The Royal Society.
<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2016.0138>.

CHIUFFO, M. C. *et al.* Response of native and non-native ruderals to natural and human disturbance. **Biological Invasions**, [S.L.], v. 20, n. 10, p. 2915-2925, 28 abr. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-018-1745-9>.

CLIMATE DATA. CLIMA CAMPINA GRANDE (BRASIL). Disponível em:
 <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/paraiba/campina-grande-4449/#google_vignette>. Acesso em: 04/06/2024.

CORNELISSEN, J. H. C. *et al.* A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal Of Botany**, [S.L.], v. 51, n. 4, p. 335, 2003. CSIRO Publishing. <http://dx.doi.org/10.1071/bt02124>.

COSTA, M. E. M. D. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO PERFIL FITOQUÍMICO E ATIVIDADES BIOLÓGICAS DA *Turnera subulata* SM. **Biodiversidade**, v. 22, n. 2, 2023.

DUBOIS, J.; CHEPTOU, P. O. Effects of fragmentation on plant adaptation to urban environments. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 372, n. 1712, p. 20160038, 19 jan. 2017. The Royal Society.
<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2016.0038>.

ESTRADA-REYES, R.; CARRO-JUÁREZ, M.; MARTÍNEZ-MOTA, L.. Pro-sexual effects of *Turnera diffusa* Wild (Turneraceae) in male rats involves the nitric oxide pathway. **Journal Of Ethnopharmacology**, [S.L.], v. 146, n. 1, p. 164-172, mar. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2012.12.025>.

FARRIOR, Caroline E. *et al.* Resource limitation in a competitive context determines complex plant responses to experimental resource additions. **Ecology**, [S.L.], v. 94, n. 11, p. 2505-2517, nov. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1890/12-1548.1>.

FLORA DO BRASIL, 2020. Disponível em<<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB21354>>. Acesso em: março de 2024

FREITAS, C. L. A. *et al.* Enhancement of antibiotic activity by phytochemicals of *Turnera subulata*. **Natural Product Research**, [S.L.], v. 34, n. 16, p. 2384-2388, 14 fev. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2018.1537273>.

GRACIOSO, J. D. S. *et al.* Effects of Tea from *Turnera ulmifolia* L. on Mouse Gastric Mucosa Support the Turneraceae as a New Source of Antiulcerogenic Drugs. **Biological And Pharmaceutical Bulletin**, [S.L.], v. 25, n. 4, p. 487-491, 2002. Pharmaceutical Society of Japan. <http://dx.doi.org/10.1248/bpb.25.487>.

GALL, H. L. *et al.* Cell Wall Metabolism in Response to Abiotic Stress. **Plants**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 112-166, 16 fev. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/plants4010112>.

GRATANI, L. Plant Phenotypic Plasticity in Response to Environmental Factors. **Advances In Botany**, [S.L.], v. 2014, p. 1-17, 22 abr. 2014. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/208747>.

GRIME, J. P.; MACKEY, J. M. L. The role of plasticity in resource capture by plants. **Evolutionary ecology**, v. 16, p. 299-307, 2002.

GUO, P. *et al.* Response of Ruderal Species Diversity to an Urban Environment: implications for conservation and management. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 15, n. 12, p. 2832, 12 dez. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15122832>.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A.T; RYAN, D. P. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 1, 2001.

KITAJIMA, K. Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. **Oecologia**, v. 98, p. 419-428, 1994.

KÜHN, N. Intentions for the Unintentional. **Journal Of Landscape Architecture**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 46-53, set. 2006. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/18626033.2006.9723372>.

KUMAR, S.; TANEJA, R.; SHARMA, A. The Genus *Turnera*: a review update. **Pharmaceutical Biology**, [S.L.], v. 43, n. 5, p. 383-391, jan. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/13880200590962926>.

LAMBRECHT, S. C.; MAHIEU, S.; CHEPTOU, P. O. Natural selection on plant physiological traits in an urban environment. **Acta Oecologica**, [S.L.], v. 77, p. 67-74, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2016.09.002>.

LEUNG, D. Y. C. *et al.* Effects of Urban Vegetation on Urban Air Quality. **Landscape Research**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 173-188, 17 mar. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01426397.2010.547570>.

LIU, Zhiying *et al.* Contrasting strategies of alfalfa stem elongation in response to fall dormancy in early growth stage: the tradeoff between internode length and internode number. **PLoS One**, v. 10, n. 8, p. e0135934, 2015.

LORENZI, H.; KINUPP, V. F. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2014.

MATESANZ, S.; GIANOLI, E.; VALLADARES, F. Global change and the evolution of phenotypic plasticity in plants. **Annals Of The New York Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 1206, n. 1, p. 35-55, set. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05704.x>.

MCKINNEY, M. L.. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 127, n. 3, p. 247-260, jan. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>.

NASCIMENTO JÚNIOR, W. D *et al.* Caracterização do perfil fitoquímico das flores de *Turnera ulmifolia* L. (Chanana). **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. e398997310-e398997310, 22 ago. 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7310>.

NETTO, M. J. *et al.* Plantas ruderais com potencial para uso alimentício. **Agroecol. Dourados-MS, 2º Seminário de Agroecologia da América do Sul**, 2016.

NICOTRA, A.B. *et al.* Plant phenotypic plasticity in a changing climate. **Trends In Plant Science**, [S.L.], v. 15, n. 12, p. 684-692, dez. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>.

OTTO, S. P.. Adaptation, speciation and extinction in the Anthropocene. **Proceedings Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 285, n. 1891, p. 20182047, 14 nov. 2018. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.2047>.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. *et al.* New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal Of Botany**, [S.L.], v. 61, n. 3, p. 167, 2013. CSIRO Publishing. <http://dx.doi.org/10.1071/bt12225>.

PRADO, C. H. B. de A; TROVÃO, D. M. de B. M. The woody crown network model incorporates maximum height. **Ecological Modelling**, v. 481, p. 110345, 2023.

REICH, P. B.; WALTERS, M. B.; ELLSWORTH, D. S.. Leaf Life-Span in Relation to Leaf, Plant, and Stand Characteristics among Diverse Ecosystems. **Ecological Monographs**, [S.L.], v. 62, n. 3, p. 365-392, set. 1992. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2307/2937116>.

ROBINSON, S. L.; LUNDHOLM, J. T.. Ecosystem services provided by urban spontaneous vegetation. **Urban Ecosyst**, [S.L.], v. 15, p. 545-557, fev. 12.

ROCHA, L. *et al.* Flora da Região de Xingó, Alagoas e Sergipe (Brasil): turneraceae. **Rodriguésia**, [S.L.], v. 68, n. 2, p. 569-579, jun. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201768219>.

SANTANGELO, J. S. *et al.* Global urban environmental change drives adaptation in white clover. **Science**, [S.L.], v. 375, n. 6586, p. 1275-1281, 18 mar. 2022. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.abk0989>.

SILVA, J. O. DA. **Avaliação das atividades antiinflamatórias, antitumoral, e citotóxica de extratos brutos de extratos brutos de Turnera ulmifolia**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SCHLICHTING, C D. THE EVOLUTION OF PHENOTYPIC PLASTICITY IN PLANTS. **Annual Review Of Ecology And Systematics**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 667-693, nov. 1986. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.003315>.

SOUZA, N. C. *et al.* Turnera subulata Anti-Inflammatory Properties in Lipopolysaccharide-Stimulated RAW 264.7 Macrophages. **Journal Of Medicinal Food**, [S.L.], v. 19, n. 10, p. 922-930, out. 2016. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/jmf.2016.0047>.

SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity and plant adaptation. **Acta botanica neerlandica**, v. 44, n. 4, p. 363-383, 1995.

TANDON, Rajesh; SHIVANNA, Kundaranahalli R.; KOUL, Monika (Ed.). Reproductive ecology of flowering plants: patterns and processes. Berlin/Heidelberg, Germany: **Springer**, 2020.

TREVISAN, E. *et al.* Crescimento acumulado dos ramos, distância de internódios e número de nós do café conilon sob diferentes níveis de sombreamento. 2012.

VALLADARES, F. *et al.* Low leaf-level response to light and nutrients in Mediterranean evergreen oaks: a conservative resource :use strategy?. **New Phytologist**, [S.L.], v. 148, n. 1, p. 79-91, out. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00737.x>.

VALLADARES, F.; SANCHEZ-GOMEZ, D.; ZAVALA, M. A.. Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications. **Journal Of Ecology**, [S.L.], v. 94, n. 6, p. 1103-1116, 14 set. 2006. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01176.x>.

VAN KLEUNEN, M.; FISCHER, M. Progress in the detection of costs of phenotypic plasticity in plants. **New Phytologist**, [S.L.], v. 176, n. 4, p. 727-730, 8 nov. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02296.x>.

VIOLLE, Cyrille *et al.* Let the concept of trait be functional! **Oikos**, [S.L.], v. 116, n. 5, p. 882-892, maio 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>.