

**Indicação da economia hídrica a partir dos estômatos e tricomas das espécies
Hymenaea martiana Hayne e *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae,
Caesalpinioideae) em áreas antropizadas de Caatinga dos municípios de Irecê e
Morro do Chapéu – BA**

*Indication of Water-Use Economy Based on the Stomata and Trichomes of the Species
Hymenaea martiana Hayne and *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae,
Caesalpinioideae) in Anthropized Caatinga Areas of the Municipalities of Irecê and
Morro do Chapéu, Bahia, Brazil*

Leonardo Santos Rocha

Universidade do Estado da Bahia

E-mail: leozaorocha7@gmail.com

Darcy Ribeiro de Castro

Universidade do Estado da Bahia

E-mail: dcastro@uneb.br

Resumo

Estudos relacionados às estruturas e processos biológicos de vegetais da Caatinga são escassos. Este trabalho teve como objetivo analisar as influências dos estômatos e tricomas na economia hídrica das espécies *Hymenaea martiana* Hayne e *Hymenaea courbaril* L. em áreas antropizadas de Caatinga dos municípios de Irecê e Morro do Chapéu - BA. Envolveu metodologia quali-quantitativa, descritiva/experimental em campo e laboratório. Os dados obtidos foram categorizados e analisados, comparativamente. Identificaram-se estômatos paracíticos, folhas/folíolos anfiestomáticos e metabolismo C3 nas duas espécies. Encontraram-se uma menor abertura estomática (1,7% dos estômatos), os menores estômatos (12,2 µm), maior densidade (245,12/mm²) e maior frequência 34,7% na área 1 (*H. martiana*) e a maior abertura (43,6% dos estômatos), maiores estômatos (21,6 µm), menor densidade (124,6/mm²) e menor frequência (20,5%) na área 2 (*H. courbaril*). A menor abertura, tamanho reduzido, maior densidade, maior frequência dos estômatos e os tricomas indicam maior economia hídrica na área 1 com estresse predominante.

Palavras-chave: Anatomia vegetal. Indicadores ecológicos. Processos biológicos.

Abstract

Studies related to the biological structures and processes of Caatinga plants are scarce. This work aimed to analyze the influences of stomata and trichomes on the water economy of the species **Hymenaea martiana** Hayne and **Hymenaea courbaril** L. in anthropized areas of Caatinga in the municipalities of Irecê and Morro do Chapéu, Bahia, Brazil. It involved a qualitative-quantitative, descriptive/experimental methodology in the field and laboratory. The data obtained were categorized and analyzed comparatively. Paracytic stomata, amphistomatic leaves/leaflets, and C3 metabolism were identified in both species. Stomatal openings (1.7% of stomata), smaller stomata (12.2 μm), higher density (245.12/mm²) and higher frequency (34.7%) were found in area 1 (*H. martiana*), while larger openings (43.6% of stomata), larger stomata (21.6 μm), lower density (124.6/mm²) and lower frequency (20.5%) were found in area 2 (*H. courbaril*). The smaller opening, reduced size, higher density, higher frequency of stomata and trichomes indicate greater water conservation in area 1, which is predominantly stressed.

Palavras-chave: Plant anatomy. Ecological indicators. Biological processes.

Introdução

O Bioma Caatinga é o único exclusivamente brasileiro, ocupa cerca de 11% do território nacional e caracteriza-se pela vegetação xeromórfica, com folhas pequenas, decíduas, raízes e caules com vacúolos desenvolvidos (suculentas), plantas com Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) (Fernandes; Queiroz, 2018). A Caatinga possui expressiva biodiversidade e endemismos, com cerca de 1439 espécies de vertebrados (548 aves, 183 mamíferos, 224 répteis, 98 anfíbios, 386 peixes), 23% endêmicas (Costa *et al.*, 2021). A sua vegetação típica é denominada de Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secas (FATSS), com a maior biodiversidade dentre os núcleos de FATSS das Américas. Ocorrem no mínimo 3.150 espécies vegetais (950 gêneros e 152 famílias de angiospermas). Destaca-se a maior diversidade nas famílias Leguminosae e Euphorbiaceae, além das suculentas com fotossíntese MAC, Cactaceae e Bromeliaceae (Fernandes; Queiroz, 2018).

Encontram-se no domínio das Caatingas diversas fitofisionomias, inclusive áreas de enclaves e ecótonos com Mata Atlântica e Cerrado. Apesar da grande relevância biológica, estudos sobre as interações entre esses ecossistemas, como as alterações nas dinâmicas fisiológicas e metabólicas de suas espécies, sob a influência de microclimas, solos, relevo, altitude e ações antrópicas são escassos na literatura. A Caatinga possui grande relevância econômica, científica, social e ambiental, ainda assim, é subvalorizada e as iniciativas de conservação desse bioma são incipientes.

Diante desse cenário de invisibilidade, este trabalho possibilita preencher grandes lacunas, promover e valorizar a Caatinga, indicar caminhos para convivência e conservação de seus bens naturais. Este estudo abrange e relaciona os estômatos e tricomas das espécies *Hymenaea martiana* Hayne e *Hymenaea courbaril* L. (jatobá) com aspectos taxonômico, morfológico, anatômico, edáfico, climático, altitude, relevo, luminosidade, temperatura e umidade. Estes últimos aspectos podem influenciar em mudanças nos processos biológicos vegetais (respiração, fotossíntese e

transpiração), tal como nos seus padrões ecológicos (distribuição, densidade, ocorrência etc.) dentro do ecossistema.

Esse estudo considera a relação do tecido epidérmico/estômatos/tricomas com as variáveis luminosidade, temperatura e umidade nas áreas remanescentes de florestas semidecíduas (manchas de Mata Atlântica), próximas à Lagoa Nova, Morro do Chapéu-BA, áreas antropizadas para produção agropecuária, além de áreas urbanizadas de Caatinga (área verde do *Campus XVI*, Irecê-BA). Busca-se Indicadores Ecológicos (IEs) relacionados a adaptações aos regimes de estiagem, cada vez mais severos, a partir dos estômatos e tricomas. Isso poderá sinalizar a resiliência das espécies *H. martiana* e *H. courbaril* às adversidades impostas pela região macroclimática semiárida, na perspectiva das mudanças climáticas que avançam vertiginosamente. Para isso, tem-se como parâmetro preliminar a observação das diferenças (morfoanatômicas e fisiológicas) nos espécimes que ocorrem nas “ilhas” de umidade, mantidas sob a influência do relevo e da altitude que atuam sobre o microclima local, comparando-as com espécimes submetidas às condições xeromórficas da Caatinga.

Diante do contexto apresentado, uma questão fundamental investigada neste trabalho é a seguinte: é possível inferir sobre os processos biológicos associados às espécies *H. martiana* e *H. courbaril* em ambientes antropizados de Caatinga e transição para Mata Atlântica a partir dos estômatos e tricomas? Para isto, algumas questões subsidiárias foram avaliadas: em que aspectos os estômatos e tricomas das espécies *H. martiana* e *H. courbaril* se diferenciam em ambientes antropizados de Caatinga e transição para Mata Atlântica? Em que medida as características adaptativas das espécies *H. martiana*, *H. courbaril*, a cada ambiente/bioma se refletem nas diferenças entre os estômatos e tricomas? Qual a relação entre os estômatos e tricomas de *H. martiana*, *H. courbaril*, e a indicação de qualidade de cada ambiente?

A partir das questões acima anunciadas, esse trabalho tem como hipótese principal que: a espécie *H. martiana* do bioma Caatinga (áreas naturais/Caatinga urbanizada, UNEB, *Campus XVI*) apresenta uma maior eficiência nos processos biológicos relacionados à economia de água em relação a espécie *H. courbaril* das áreas de transição para Mata Atlântica devido a adaptações nos estômatos e tricomas ao déficit hídrico e a temperaturas mais elevadas.

Esse trabalho teve como objetivo analisar as influências dos estômatos e tricomas na economia hídrica das espécies *Hymenaea martiana* Hayne e *Hymenaea courbaril* L. em áreas antropizadas de Caatinga dos municípios de Irecê e Morro do Chapéu- BA.

Metodologia

Trata-se de um trabalho quali-quantitativo, descritivo/experimental em campo e laboratório, em que se utilizou como instrumento a observação direta, registros em nota de bordo e fotografias efetuadas com auxílio de um celular posicionado sobre a ocular do microscópio óptico (Alvez-Mazzotti; Gewandsznajder, 1999; Martins; Theóphilo, 2008; Prodanov; Freitas, 2013; Gil, 2019).

O trabalho de Campo

O estudo foi realizado no período 06/10/2023 e 20/08/2025 na Universidade do Estado da Bahia- UNEB, *Campus XVI*, Irecê (área 1) e na comunidade de Lagoa Nova, em Morro do Chapéu (área 2), ambas no estado da Bahia, compreendidas no domínio fitogeográfico e morfoclimático do bioma Caatinga, onde predomina o clima semiárido.

Escolheu-se as espécies *H. martiana* e *H. courbaril* devido sua importância ecológica e social, seu potencial econômico, alimentar, para recuperação de ambientes degradados e enriquecimento de sistemas agroflorestais, tendo por base as consultas bibliográficas. As coletas foram feitas no pátio do *Campus XVI* (área 1, Figura 1) integrante de uma área municipal de 336,8 Km².

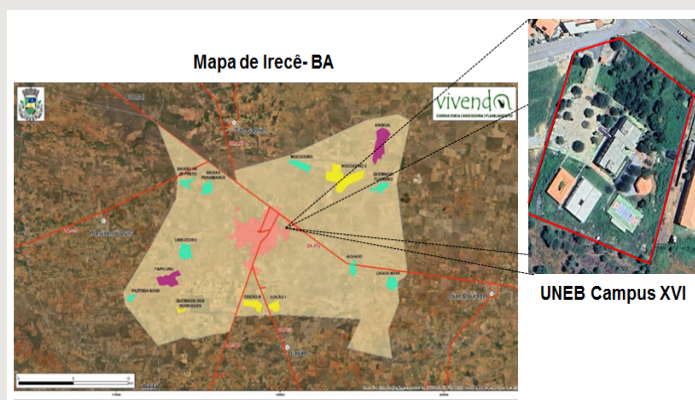


Figura 1 - Área 1, *Campus* da UNBE, Irecê-BA.

Fonte: Prefeitura de Irecê (2024), Google Earth (2024).

No município de Irecê encontra-se a floresta de Caatinga, em estado de degradação avançado, restando cerca de 11,9% de cobertura florestal (Santos *et al.*, 2024) com precipitações irregulares entre 500 a 700 mm/ano, temperaturas médias acima de 28°, 2.800 horas de sol por ano e 3.000 mm/ano de evapotranspiração, onde 85% da precipitação evapora, 7% infiltra no solo e 8% escoam superficialmente (MDA, 2010).

Para obter um comparativo entre espécimes coletados na condição de semiaridez mais acentuada em relação àquelas oriundas das regiões de altitude da Chapada Diamantina, efetuaram-se coletas de material botânico em enclaves de Florestas Estacionais Semidecíduais, na

região de Lagoa Nova (área 2, Figura 2), com mesoclima classificado como Tropical de Altitude com Verão Quente, com temperatura média anual de 21 °C e pluviometria entorno 800 mm anuais (CPRM, 1995). Morro do Chapéu possui uma área territorial de 5.744,969 km² e o estudo abrange a região sul do município.

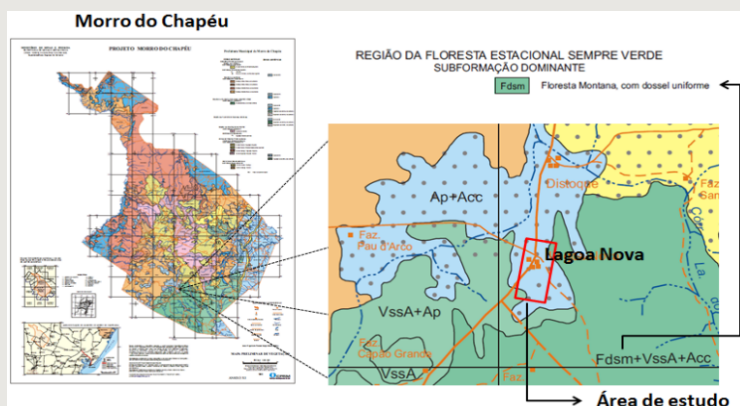


Figura 2 - Lagoa Nova, Morro do Chapéu - BA.

Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 1995).

Os enclaves úmidos e subúmidos da Mata Atlântica estão distribuídos de maneira dispersa pela região semiárida e são considerados subespaços de exceção. Encontram-se em altitudes elevadas, sobre relevo serrano, com dimensões variadas e influenciadas por mesoclimas de altitude (Souza; Oliveira, 2006). Em Morro do Chapéu, a compartimentação do relevo, com grande variação espacial, temporal e de intensidade do regime pluviométrico, pode explicar o revestimento de um mesmo tipo de solo por diferentes subformações vegetais, além das diferenças de temperaturas, com dias quentes e noites amenas na primavera/verão e um período de outono-inverno frio e nebuloso (CPRM, 1995).

Foram feitas análises estomáticas das folhas do jatobá coletadas na borda do enclave de Floresta Semidecidual (Figura 2), no perímetro “urbanizado” de Lagoa Nova e no seu entorno (áreas antropizadas para produção animal, com pastagens degradadas e capoeiras ralas).

Para identificação do vegetal, utilizou-se a coleção Espécies Arbóreas Brasileiras da EMBRAPA (2003), o Estudo Taxonômico de *Hymenaea* L.: Complexo *H. courbaril*, *H. martiana* e *H. stigonocarpa* desenvolvido por Pestana (2010) e a plataforma do projeto Flora e Funga do Brasil (Brasil, 2020). Posteriormente, o material coletado (folha) foi levado para o Laboratório de Biologia do Instituto Federal da Bahia (IFBA), de Irecê. Efetuou-se a montagem das lâminas, com a impressão da epiderme das faces abaxial e adaxial foliar e a obtenção de folhas para cortes in-vivo. Para isso, coletaram-se 2 folhas de 4 organismos de cada espécie (Barbosa; Porto; Bertolde, 2018).

As amostras (4) foram extraídas da região central do corpo de indivíduos maduros¹. Posição considerada também nas folhas para fins de impressão digital e cortes *in vivo*. Coletaram-se 20 amostras (impressões) foliares abaxiais, em 4 indivíduos para área 1 e 4 para área 2, somando 10 por área e 20 no total. Todas foram observadas em 5 campos microscópios (4 laterais e 1 mediano), o que proporciona 100 observações para este estágio de desenvolvimento (face foliar). Para análise da face adaxial utilizaram-se 4 amostras, 2 por área (verificou-se a ocorrência/ausência de estômatos). Acrescentaram-se 2 amostras mínimas selecionadas para as observações *in vivo* (folhas), realizadas apenas na área 1, devido a distância da área 2 para o laboratório (igualmente observadas em 5 campos microscópios), somando-se com estas, 130 observações no total do quadro amostral.

Para impressão digital e análise *in vivo*, efetuaram-se as coletas às 08h00min da manhã. Para realizar a impressão adicionou-se uma pequena quantidade de adesivo instantâneo universal (Super Bonder®) nas lâminas de vidro, a área de adesão foi encostada nas faces foliares abaxial e adaxial. Após a desidratação do adesivo, procedeu-se a impressão, como orienta Santana Filho (2012).

O trabalho de laboratório

No Laboratório de Biologia do IFBA, as impressões foliares e cortes *in vivo* (folhas) foram observadas a partir de técnicas histológicas básicas, conforme orienta Junqueira e Carneiro (2013). Cada lâmina preparada foi levada ao Microscópio Óptico Comum (MOC), sendo visualizada por meio de objetivas de 4x, 10x, 20x, 40x e 100x, usando-se de óleo de imersão para a última (amostras *in vivo*). Consideraram-se para análise o aumento de 400x. Procederam-se cortes paradérmicos² *in vivo* que permitem uma avaliação complementar para o estado funcional (abertura-fechamento, processos, adaptações) das células estômáticas. O uso integral das técnicas histológicas permite uma melhor descrição acerca das estruturas (localização, forma e distribuição) das células vegetais.

Os registros de temperatura e umidade foram coletados com auxílio de um termo higrômetro. Os dados obtidos a partir de registros fotográficos (em campo e laboratório com auxílio

¹Tendo em vista a variação na distribuição dos estômatos e tricomas em relação ao estágio de desenvolvimento e a posição dos órgãos vegetativos, fez-se preliminarmente várias amostras em diferentes posições do vegetal e da folha. Com isso, estabeleceu-se que essas posições representam melhores condições comparativas para amostragem em função de as folhas maduras apresentarem estômatos em estado completo de desenvolvimento, as jovens (em diferentes posições) e aquelas com amadurecimento avançado (geralmente fixadas na base do vegetal) apresentarem, respectivamente, estômatos em fase de desenvolvimento (multiplicação celular) e em declínio (degeneração celular).

² Utilizados para observações de superfícies dos órgãos vegetais: sistema de revestimento, sobretudo para a epiderme foliar que permite a identificação de estômatos, tipos de paredes das células epidérmicas, presença e tipos de tricomas etc. Este corte possibilita observar a epiderme em vista frontal, ou seja, vista de cima ou de frente (Arruda, 2021).

de um celular) e anotações em diário de bordo foram utilizados nas etapas de identificação, caracterização e análise anatômica das estruturas vegetais. Para análise de abertura e fechamento estomático, considerou-se a curvatura do ostíolo, que aumenta proporcionalmente a abertura do estômato.

As impressões possibilitaram quantificar os Indicadores Ecológicos (IEs) como Tamanho dos Estômatos (TE), a Densidade (DE), Frequência Estomática (FE) e Tricomas (T) na superfície abaxial da região mediana da folha (Kedrovski; Oliveira; Rocha, 2009). Além de, observar a presença ou ausência de estômatos na face adaxial. Para fins de análise qualitativa, considerou-se a localização, a forma, a distribuição, abertura-fechamento etc. dos estômatos na folha. Usou-se o Microsoft Excel para tratamento e apresentação dos dados quantitativos e qualitativos por meio de planilhas, priorizando os IEs ou categorias Abertura-fechamento (AE), como Tamanho dos Estômatos (TE), a Densidade Estomática (DE), Frequência Estomática (FE) e Tricomas (T) para análise de dados.

Para calcular o TE, mediu-se a diagonal do campo visual fotografado (57 mm) e o tamanho dos estômatos em mm, determinando quantos estômatos cabem nessa diagonal, sob ampliação de 400x, considerando que a ocular de 10x - objetiva de 400x, ocupa uma área de 350 micrômetros (μm). Prosseguiu-se com a divisão da medida da diagonal em micrômetros (μm) pelo número de estômatos para obter o tamanho real aproximado do estômato em μm .

Para o cálculo da DE, adaptou-se o método aplicado por Zoulias *et al.* (2020), considerando a média de estômatos em cinco campos por lâmina (face abaxial) e que uma ampliação de 400x representa uma área de 0,39 mm². Estimou-se a mensuração da DE por mm², através de regra de três, considerando o número de estômatos encontrados em 0,39 mm².

A (FE) é uma variável que quantifica as Unidades de Estômatos (UE) pelo número de Células Epidérmicas (CE) na área considerada, expressa em porcentagem, seguindo o método aplicado por Paz Lima, Lopes e Café Filho (2010). Para mensuração deste indicador, utilizou-se o campo central de cada amostra (face abaxial), sob aumento de 400x.

Para observação dos tricomas (T), presença/ausência, contagem e distribuição, definiu-se o campo central de cada amostra (face abaxial), sob ampliação de 100x. Usaram-se ampliação de 400x para identificação do tipo/quantidade de células.

Análise de dados

Os dados obtidos em campo e laboratório foram categorizados, seguindo uma caracterização geral para os estômatos, formando os (IEs), conforme orientação de Andrade (2010).

Os dados referentes à impressão foliar foram analisados à luz da pesquisa quantitativa com base em (Reis; Reis, 2002). Os dados oriundos da observação em campo e laboratório (impressão foliar e cortes *in vivo*) foram também analisados qualitativamente por meio do método comparativo descritivo (Gil, 2019).

Resultados e discussão

Em geral, para as amostras foliares investigadas da espécie *H. martiana* coletadas na área 1, UNEB, Campus XVI, Irecê-BA e *H. courbaril* na área 2, Lagoa Nova, Morro do Chapéu-BA, identificaram-se estômatos paracíticos (Figura 4), distribuídos aleatoriamente na face abaxial das folhas/foliolos e localizados no mesmo nível das demais células epidérmicas, as quais possuem paredes sinuosas e espessas em ambas as faces foliares (Silva; Leite; Saba, 2012; Tiago et al., 2020).

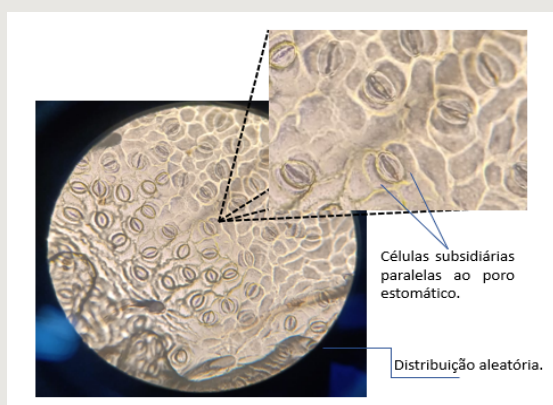


Figura 4 - Distribuição dos estômatos na face abaxial e posição das células subsidiárias.

Fonte: Autores. 2025.

Identificaram-se estômatos em menor número próximos a nervura central na face adaxial das folhas/foliolos anfiestomáticos (Figuras 5 e 6).

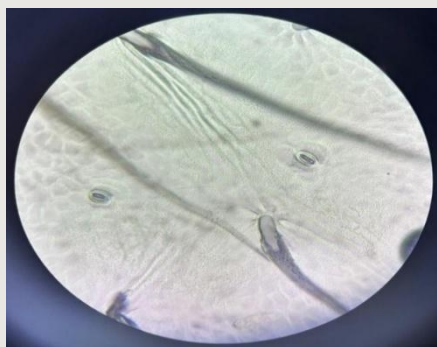


Figura 5 - Estômatos na face adaxial de *H. martiana*.

Fonte: Autores, 2025.

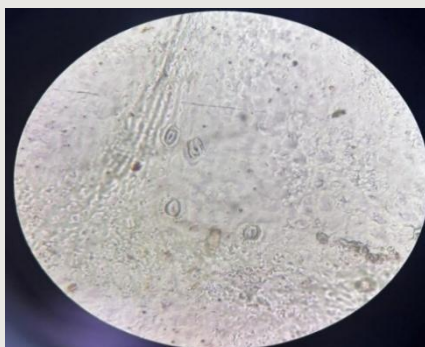


Figura 6 - Estômatos na face adaxial de *H. courbaril*.

Fonte: Autores, 2025

Em 20 amostras das folhas de 8 organismos adultos coletadas no período de estiagem, outono-inverno (atenuado por chuvas orográficas na área 2) e chuvoso primavera-verão, observaram-se diferenças em relação à Abertura-Fechamento Estomático (AE) (Quadro 1), Tamanho dos Estômatos (TE), Densidade Estomática (DE), Frequência Estomática (FE) e Tricomas (T) (Quadro 2).

Quadro 1 - Relação temperatura e umidade na Abertura-fechamento Estomático (AE).

Coletas	Horário	Ponto de Coleta	Temperatura / umidade do ar	Estômatos abertos / fechados
Área 1	08:00h da manhã	UNEB-C16 <i>H. martiana</i>	19°C / 75%	78 (25%) / 233 (75%)
			21°C / 71%	8 (1,7%) / 470 (98,3%)
Área 2	08:00h da manhã	Lagoa Nova <i>H. courbaril</i>	17°C / 79%	106 (43,6%) / 137 (46,4%)
			20°C / 81%	26 (9,9%) / 236 (90,1%)

Fonte: Autores, 2025.

Quanto ao IE AE, verificaram-se estômatos abertos em todas as estações, com maior número no outono/inverno e menor na primavera/verão. Percebeu-se nas duas áreas uma correlação entre o aumento da AE com temperaturas mais amenas e umidade relativa do ar mais alta (padrão mais expressivo para a área 2, Quadro 1). Acredita-se que a disponibilidade hídrica do solo, que é naturalmente maior para área 2 e determinada por intervenção antrópica (regas) na área 1 possa causar dissonâncias quanto aos dados de abertura para esta área, com o indivíduo 4, livre de regas, sendo mais representativo. O indivíduo 4 (área 1) apresentou a menor AE/número (1,7%), sob temperatura de 21°C e umidade 71%, evidenciando uma tendência de fechamento proporcional a maior temperatura/radiação e estresse hídrico, padrão observado também na área 2.

Campos *et al.* (2024) sugerem que as alterações na disponibilidade hídrica (conforme rega, pluviometria, permeabilidade e retenção no solo), o relevo, tipo de solo (compactação) e a localização dos indivíduos em floresta primária, secundária, pioneira, isolados, ou em ambiente urbano, podem induzir as plantas a responderem por meio de mudanças fenotípicas. Tais respostas modulares são plásticas e tendem a contribuir para que as espécies se estabeleçam em ambientes distintos.

No decorrer de uma estação do ano ou mesmo num único dia, a oscilação de temperatura, luminosidade e umidade, pode induzir os vegetais a produzir respostas anatômicas e fisiológicas sofisticadas, como efeito da plasticidade. Nota-se diferenças nos padrões/número de AE.

Observou-se que quando a célula fica túrgida, a parede anticlinal afastada da fenda dilata-se em direção à célula anexa, retraindo a parede anticlinal que delimita a fenda, a qual, consequentemente, se abre. Quando o inverso acontece e a célula perde a turgescência, as paredes anticlinais voltam à posição normal, causando o fechamento da fenda (Appezzato-da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2006).

Em relação aos IEs, Tamanho dos Estômatos (TE), Densidade Estomática (DE), Frequência (FE) e Tricomas (T), evidencia-se um melhor controle hídrico para espécie *H. martiana* em área urbana de Caatinga do que para *H. courbaril* em área de transição, em Lagoa Nova (quadro 2).

Quadro 2 - Economia de água para organismos das espécies *H. martiana* e *H. courbaril*

Áreas Amostradas	nº de Organismos	nº de Amostras	Tamanho dos Estômatos (TE)	Densidade Estomática (DE)	Frequência a Estomática (FE)	Tricomas (T)
Área 1- DCHT-UNEB, Campus XVI	4	10	18,4 > 12,2 μm	245,12 > 144,6/mm ²	34,7% - 23%	78 > 48
Área 2- Lagoa Nova, Morro do Chapéu-BA.	4	10	21,6 > 15,3 μm	168,2 > 124,6/mm ²	23% - 20,5%	Ausente

Fonte: Autores, 2025.

A menor AE (1,7%), menor TE (12,2 μm), maior DE (245,12/mm²), maior FE (34,7%) e a presença de (T) indicam melhor controle hídrico para os jatobás da área 1 devido ao maior regime de estiagem, temperaturas mais altas e menor umidade (Quadros 1 e 2). As regas efetuadas nos jardins (área 1) tendem a minimizar as diferenças dos IEs para esse ambiente, exceto no indivíduo 4, que está distante dos jardins regados e indicou os resultados mais próximos do esperado para esse ambiente. Neste indivíduo encontrou-se a menor AE, menor TE e a maior DE, indicados nos quadros 1 e 2.

A maior AE (43,6%), maior TE (21,6 μm), a menor DE (124,6/mm²), a menor FE (20,5%) e ausência de tricomas, indicam que *H. courbaril*, (área 2), desenvolve mecanismos menos sofisticados para economia hídrica do que de *H. martiana* (área 1), contudo, apresenta melhor fotoassimilação e crescimento, favorecidos pelo clima ameno, a maior umidade do ar e disponibilidade hídrica do solo, corroborando com o indicado por Medici *et al.* (2021). Segundo o autor, a disponibilidade quantitativa e regularidade no suprimento de água permitem maior grau de abertura dos ostíolos, ou seja, diminui a resistência estomática a difusão do carbono (maior condutância). Aumenta-se o incremento de CO₂ para o interior da folha, o que eleva a fotossíntese.

Porém, eleva a perda de água durante a respiração, pois a abertura estomática promove ao mesmo tempo, a entrada de carbono e a saída da água.

O menor controle hídrico para os indivíduos da área 2, em relação à área 1, indica um menor impacto (condições climáticas favoráveis) da temperatura, luminosidade e umidade do ar sobre o desenvolvimento do vegetal. Tal condição é mantida mesmo considerando que os indivíduos de Floresta Semidecidual presentes nesse enclave encontram condições adversas semelhantes a ambiente urbanizado (ausência de árvores no entorno, solo exposto, compactado e microclima alterado).

Verificou-se a presença de tricomas tectores unicelulares (Figura 8), compridos, projetados sobre os estômatos dos exemplares de *H. martiana* (área 1), distribuídos no limbo foliar, com predominância nas nervuras, direcionados para as extremidades das folhas e projetados acima do tecido epidérmico. Na área 2 ficou constatada a ausência de tricomas (Figura 9).

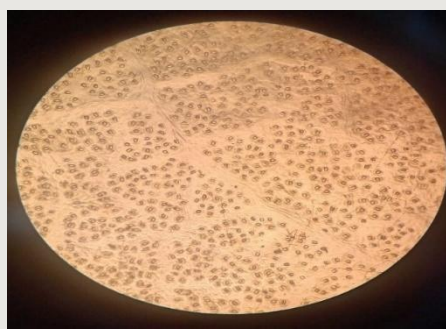


Figura 8 - tricomas nas folhas de *H. martiana* (Área 1). **Figura 9** - ausência de tricomas nas folhas de *H. courbaril* (Área 2).

Fonte: Autores, 2024.

Fonte: Autores, 2024.

A incidência de tricomas proporcionam benefícios às plantas em ambientes estressantes, tais como: proteção física, química e mecânica, contra insetos e patógenos. Favorecem a proteção contra radiação, reduzem a temperatura e a perda de água (Simplicio; Conce; Dallagnol, 2022). Essa densa “pilosidade” atenua a insolação sobre a epiderme foliar e minimiza os efeitos da fotorrespiração³.

O primeiro ambiente reduz mais os efeitos destrutivos da fotorrespiração sobre o aparelho fotossintético do vegetal diante de situação de estresse hídrico, em relação ao segundo. Além disso, *H. martiana* é uma planta secundária, heliófita (que prospera melhor sob intensa exposição solar, exigindo luz direta para realizar a fotossíntese de forma eficiente) e seletiva higrófito (Silva *et al.*, 2022). Por tanto, os indivíduos que recebem regas ocasionais devido à proximidade com os jardins do campus (estresse minimizado), estão em uma situação que “simula” as condições de várzea onde

³ O ciclo fotorrespiratório (mais ativo nas plantas C3) relaciona-se com a oxigenação da Rubisco, resultando na perda de CO₂ e na diminuição da eficiência fotossintética, que com o aumento na temperatura diminui a solubilidade dos gases e afeta mais a solubilidade do CO₂ do que a do O₂, o que reduz a assimilação líquida de CO₂ e reduz a fotossíntese líquida (Ihlenfeld, 2016).

H. martiana normalmente ocorre. Em contra partida, o fechamento estomático quase total no indivíduo distante dos jardins (sob estresse severo) demonstra a sua adaptação anatômica (plasticidade) para sobreviver em ambientes com déficit hídrico (tolerância a estiagem).

H. martiana apresenta também, cutícula espessa, elevada concentração de cristais (proteção contra herbívoros), grande quantidade de esclerênquima, tricomas tectores, parênquima paliçádico (com células alongadas e justapostas), espessamento da parede celular e elevada enervação, que são características comuns em plantas xerófitas (Silva; Leite; Saba, 2012). Além de redução no tamanho dos estômatos, número maior de estômatos, que somados a redução na abertura/número de estômatos diurnos contribuem para evitar a perda de água (Bianchi; Germino; Silva, 2016).

A intensidade da radiação, solos rasos, a menor umidade do solo e do ar, com aumento progressivo do déficit hídrico, resultante do estado de degradação ambiental da área 1 limitam o crescimento do jatobá que, para manter a sua integridade fisiológica, fecha parcial ou total os estômatos durante o dia para economizar água. A redução no número de estômatos abertos (Quadro 1) limita a absorção de CO₂ e minimiza as taxas fotossintéticas, implicando em menor porte desse vegetal em relação a área 2 (Medici *et al.*, 2021). No entanto, a sua resistência a estas condições evidencia uma maior capacidade de economia hídrica, adaptabilidade a climas severos e outras adversidades (Pacheco; Lazzarini; Alvarenga, 2021). Fato que corrobora para sua indicação na recuperação de áreas muito degradadas de Caatinga arbórea, que estão em processos de avanço da aridez, a exemplo da região do Platô de Irecê (Macêdo, 2011).

H. courbaril, é uma espécie secundária tardia à clímax, semi-heliófita (tolerante a sombra), que se desenvolve em sub-bosque, alcançando o dossel florestal e/ou a condição de emergente, especialmente nas florestas estacionais semidecíduais (Tonini; Arco-Verde, 2003; Mayorga, 2010). Verificou-se uma aptidão de *H. courbaril* para recomposição de áreas degradadas, especialmente de florestas semidecíduais, para reflorestamentos mistos destinados à preservação permanente e em projetos paisagísticos de arborização urbana (Neto; Batista, 2021), respeitados o seu porte grande e copa ampla. Tem potencial para compor sistemas agroflorestais e por suas exigências fisiológicas próprias as plantas secundárias tardias e clímax desenvolvem-se melhor em arranjos biodiversos e sucessionais, criadas por pioneiras e secundárias iniciais, até que atinjam o dossel, embora, sob condições favoráveis se estabeleçam bem a sol pleno (Tonini; Arco-Verde, 2003).

Conclusão

Identificaram-se estômatos paracíticos, localizados nas faces abaxial e adaxial das folhas/folíolos (anfiestomáticas), situados no mesmo nível das demais células epidérmicas. A

menor abertura/número, o menor tamanho, a maior densidade dos estômatos, a maior frequência e a presença de tricomas indicaram melhor controle hídrico para *H. martiana* (área 1) do que para *H. courbaril* (área 2). O menor controle hídrico para os indivíduos da área 2, embora seja também ambiente antropizado, possibilita uma melhor fotoassimilação e crescimento do vegetal.

Estes IEs evidenciam que se pode estabelecer protocolos ambientais para o planejamento de ações de mitigação de impactos em áreas de diferentes fitofisionomias no Domínio Fitogeográfico das Caatingas (Caatinga Arbórea, em ambiente urbano) e enclaves florestais da Mata Atlântica. Podem servir de parâmetro para a implantação de agroecossistemas biodiversos e resilientes ao avanço das mudanças climáticas, como os sistemas agroflorestais.

Referências

- ALVEZ-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1999.
- ANDRADE, M. M. Pesquisa de campo. In: ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Atlas, 2010. p. 139-161.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2006.
- ARRUDA, E. C. P. **Guia teórico-prático de anatomia vegetal** Identificando células e tecidos. Recife, Ed. UFPE, 2021.
- BARBOSA, L. C.; PORTO, S. M.; BERTOLDE, F. Z. **Análise estomática de duas espécies arbóreas nativas de Mata Atlântica**. *Revista Pindorama*, Eunápolis, BA, v.X, n.X, 2018.
- BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. A. **Adaptação das Plantas ao Déficit Hídrico**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu, Brasil, 2016.
- CAMPOS, J. Á. S.; AGUIAR, B. A. S.; RODRIGUES, B. G. M.; LOPES, C. G. R.; MEDEIROS, M. J. L. Avaliação da tolerância à redução hídrica: estudo de alterações morfológicas em plântulas de ipê-amarelo. Universidade Federal do Piauí-UFPI, Portella, Ininga, Teresina, Piauí, Brasil. *Journal of Environmental Analysis and Progress* v. 09 n. 04 (2024) 377-387.
- COSTA, D. R.; MATTOS, S. H.; BESSA, M. J. C.; PERIGOSO, T. J. de S. **Um Estudo Acerca do Bioma Caatinga: a prática de biopirataria e a sua biodiversidade**. XII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador, BA, nov. 2021.
- EMBRAPA. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 2003. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/305634>. Acesso em: 7 jul. 2024.
- FLORA E FUNGA DO BRASIL**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 6 Jul 2024.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e Flora da Caatinga. **Cienc. Cult.** v. 70 n. 4, São Paulo, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

IHLENFELD, R. G. K. **Análise dos Impactos dos Cenários de Mudanças Climáticas na Produção Vegetal na Região do Planalto Norte do Rio Grande do Sul, com Uso do Modelo EPIC**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2016.

JUNQUEIRA C. L.; CARNEIRO. **Histologia Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2013.

KEDROVSKI, H. R.; OLIVEIRA, F. M. C.; ROCHA, D. C. **Morfoanatomia dos estômatos de seis espécies de Cyperaceae**. In: Anais do XVII Encontro Anual de Iniciação Científica, Londrina – PR, 2009. <https://www.sbcpd.org/uploads/trabalhos/morfoanatomia-dos-estomatos-de-seis-especies-de-cyperaceae-974.pdf>.

MACÊDO, L. R. L. **Dinâmica Socioprodutiva de Territórios Susceptíveis à Desertificação no Estado da Bahia: o caso de Irecê**. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, março de 2011. <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1532>.

MAYORGA, A. Y. **Desenvolvimento e Efeito da Concentração de CO₂ e da Temperatura em Plantas juvenis de *Hymenaea courbaril* L., Jatobá**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Produção Científica em Contabilidade no Brasil: Dez Pecados**. In: LOPES, J.; RIBEIRO FILHO, J. F.; PEDERNEIRAS, M. (Orgs). Educação contábil: tópicos de ensino e pesquisa. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2008, p. 1-14.

MEDICI, L.; MAJEROWICZ, N.; MARTIM, S.; BORELLA, J. **Aspectos Ecofisiológicos da Fotossíntese**. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Ciências Fisiológicas, RJ, 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, PREFEITURA DE MORRO DO CHAPÉU. **Projeto Mapas Municipais, Município de Morro do Chapéu (BA), Informações Básicas para o Planejamento e Administração do Meio Físico**. Salvador – 1995. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/10053>. Acesso em 07 de set. 2023.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO - MDA. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável**. MDA - Secretaria de Desenvolvimento Territorial, Conselho de Desenvolvimento Sustentável do Território de Irecê. Irecê, BA, Brasil, 2010.

NETO, R. M. R.; BATISTA, L. A. S. **Regeneração artificial de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) com sementes pré-germinadas para restauração florestal**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v. 12, n. 12, p. 15-22, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.012.0002>.

¹PACHECO, F. V.; ²LAZZARINI, L. E. S.; ¹ALVARENGA, I. C. **Metabolismo Relacionado com a Fisiologia dos Estômatos**. ¹Pos-doutorandos no programa de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. ² Professor Substituto,

Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola Agrícola de Jundiaí, Macaíba - RN, 2021.

PAZ LIMA, M. L.; LOPES, C. A.; CAFÉ FILHO, A. C. **Padrão estomático de *Capsicum* spp. resistentes e suscetíveis a *Oidiopsis haplophylli***. Summa Phytopathologica, v. 36, n. 1, p.25-29, 2010.

PESTANA, L. T. C. **Estudo Taxonômico de *Hymenaea* L.: Complexo *H. courbaril*, *H. martiana* e *H. stigonocarpa* (Fabaceae: Caesalpinioideae: Detarieae)**. Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS, Brasil, Mar. 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRECÊ, ESTADO DA BAHIA. **Lei Complementar Municipal Nº 33, de 19 de Junho de 2024. (Projeto de Lei complementar Nº 01/2023) “Institui o Plano Diretor de Irecê Adequado à Lei Federal N.º 10.257/01 (Estatuto da Cidade), e dá Outras Providências.”** Irecê, BA, 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Nova Hamburgo: Feevale, 2013. *E-book*.

REIS, E. A.; REIS I. A. **Análise Descritiva de Dados**. Minas Gerais: Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), 2002.

SANTANA FILHO, D. M. **Influência da luz nos parâmetros epidemiológicos da Sigatoka-amarela da bananeira**. 2012. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas - BA, 2012.

SANTOS, K. B. S.; SANTOS, A. F. R.; ALMEIDA, M. A.; SOUZA, S. O. **Mapeamento do Uso e Ocupação da Terra no Município de Irecê-BA nos Anos de 2008 e 2022**. XX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada (SBGFA), Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa, PB, 2024. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/sbgfa/2024/TRABALHO_EV206_MD1_ID684_TB352_13112024095407.pdf. Acesso em 10 de out. 2024.

SILVA, J. N.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, M. L. S.; PÁDUA, G. V. G.; SILVA, M. J.; RODRIGUES, M. H. B. S.; BERNARDO, M. K. F.; CRUZ, J. M. F. L.; SOUZA, A. G.; ARAÚJO, L. D. A. Caracterização morfológica de frutos e sementes em uma população natural de *Hymenaea martiana* Hayne. **Scientia Forestalis**, 50, e3929. (2022). <https://doi.org/10.18671/scifor.v50.44>

SILVA, M. S.^{1*}; LEITE, K. R. B.²; SABA, M. D.³ Anatomia dos órgãos vegetativos de *Hymenaea martiana* Hayne (Caesalpinioideae-Fabaceae): espécie de uso medicinal em Caetité-BA. ¹Universidade do Estado da Bahia, Paulo Afonso. ²Universidade Federal da Bahia, Salvador. ³Universidade do Estado da Bahia, Senhor do Bonfim. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 14, n. 4, p.673-679, Brasil, 2012.

SIMPLÍCIO, V. D. S.; CONCE, M. C.; DALLAGNOL, L. J. **Tricomas: Defesa ou Vulnerabilidade Para a Planta na Interação com Microrganismos?**. Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, S/N - CEP 96160-000, Capão do Leão, RS, Brasil, 2022.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. **Os Enclaves Úmidos e Subúmidos do Semiárido do Nordeste Brasileiro**. Universidade Estadual do Ceará. Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 09, 2006.

TIAGO, P. V.; LAROCCA, D.; SILVA, I. V.; CARPEJANI, A. A.; TIAGO, A. V.; DARDENGO, J. F. E.; ROSSI, A. A. P. **Caracterização Morfoanatômica, Fitoquímica e Histoquímica de *Hymenaea courbaril* (Leguminosae), ocorrente na Amazônia Meridional**, 2020.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. **O Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.); crescimento, potencialidades e usos**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003.

ZOULIAS, N.; BROWN, J.; ROWE, J.; CASSON, S. A. **HY5 is not integral to light mediated stomatal development in Arabidopsis**. *Plos One*, v. 15, n. 1, p. 1-13, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0222480.