

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CAMPUS LARANJAL DO JARI
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ELAENE FREIRE DA SILVA

**ESTRATÉGIAS FUNCIONAIS E EFEITO DA ABUNDÂNCIA DE *Acacia mangium*
Willd NA RIQUEZA DE ESPÉCIES NATIVAS EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA SECUNDÁRIA EM LARANJAL DO JARI, AMAPÁ**

Laranjal do Jari

2022

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CAMPUS LARANJAL DO JARI
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ELAENE FREIRE DA SILVA

**ESTRATÉGIAS FUNCIONAIS E EFEITO DA ABUNDÂNCIA DE *Acacia mangium*
Willd NA RIQUEZA DE ESPÉCIES NATIVAS EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA SECUNDÁRIA EM LARANJAL DO JARI, AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Prof.^a Darley Calderaro Leal Matos

Laranjal do Jari

2022

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- S586e Silva, Elaene Freire da
Estratégias funcionais e efeito da abundância de *Acacia mangium* Willd na riqueza de espécies nativas em um fragmento de floresta secundária em Laranjal do Jari, Amapá / Elaene Freire da Silva - Laranjal do Jari, 2022.
44 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Laranjal do Jari, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, 2022.
- Orientadora: Dra. Darley Calderaro Leal Matos.
1. *Acacia mangium* Willd. 2. Estratégias funcionais. 3. Riqueza de espécies. I. Matos, Dra. Darley Calderaro Leal, orient. II. Título.
-

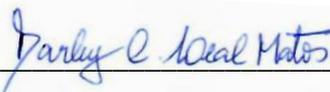
ELAENE FREIRE DA SILVA

**ESTRATÉGIAS FUNCIONAIS E EFEITO DA ABUNDÂNCIA DE *Acacia mangium*
Willd NA RIQUEZA DE ESPÉCIES NATIVAS EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA SECUNDÁRIA EM LARANJAL DO JARI, AMAPÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Prof.^a Darley Calderaro Leal Matos

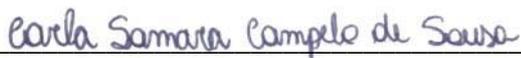
BANCA EXAMINADORA



Dra. Prof.^a Darley Calderaro Leal Matos
Instituto Federal do Amapá – Campus LRJ
Orientadora/Presidente da Banca



Dr. Salustiano Vilar da Costa
Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (Iepa)
Avaliador titular



Me. Carla Samara Campelo de Sousa
Avaliador titular externo



Dr. Prof. Jonas de Brito Campolina Marques
Instituto Federal do Amapá – Campus LRJ
Avaliador titular interno

Aprovada (o) em: **15/12/2022**

Nota: **9,7**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, a Deus por até aqui ser o meu sustento, renovo, força, mesmo com todas as adversidades foi o meu refúgio, dando-me saúde e animo para vencer todas as dificuldades, permitindo que eu alcançasse os meus objetivos no decorrer dessa caminhada.

À minha mãe, por seu amor incondicional, sendo minha fortaleza, não medindo esforços para que eu tivesse a melhor educação e que nunca me faltasse nada, desde o início sempre me apoiando e incentivando a buscar pelos meus sonhos.

Aos meus amigos de infância e de faculdade, pela amizade e consideração a minha jornada nesses cinco anos, pelas palavras de incentivo, por compreender os momentos de ausente e ainda sim, se fizerem presentes, contribuindo para a realização desse sonho.

À minha orientadora Darley, que me aceitou e que se dispôs a estar comigo nesse processo, possibilitando a construção do meu trabalho. Pela orientação, compreensão, paciência, amizade e apoio, por ceder parte do seu dia a se dedicar ao desenvolvimento do meu trabalho, não medindo esforço para que ficasse excelente, por compartilhar parte do seu conhecimento comigo contribuindo para o meu aprendizado. Aqui dedico minha eterna gratidão por estar ao meu lado nesse último ano e por não desistir de mim.

Ao Instituto Federal do Amapá campus Laranjal do Jari, pela oportunidade, a todos os docentes que passaram ao longo desses cinco anos com grandes ensinamentos contribuindo para a minha formação, todos foram essenciais por me tornar a discente que sou hoje, sendo importantes para a minha formação profissional.

Aqueles que estiveram presentes na minha coleta de dados, Fabiana, Lana, seu Aldo Matos, Cristian, deixo minha gratidão por me ajudarem.

Ao professor André, que disponibilizou do seu tempo para me ensinar a montar lindos mapas geográficos.

RESUMO

Acacia mangium Willd é uma espécie arbórea exótica de rápido crescimento e quando inserida em um ambiente diferente pode se adaptar e apresentar potencial invasor em florestas secundárias. Pouco se conhece a combinação de atributos funcionais que são exibidos por *A. mangium* Willd no habitat que foi inserida, que prevê as diferentes estratégias ecológicas em relação às condições da disponibilidade de nutrientes no solo, os quais garantem o aumento da abundância o que pode afetar a riqueza de espécies nativas. Nesse contexto, este estudo visa compreender as estratégias ecológicas ou funcionais de *A. mangium* Willd, bem como o efeito da abundância desta espécie e de fatores edáficos na riqueza de espécies nativas em um fragmento de floresta secundária. Para isto, foram estabelecidas dez parcelas de 200 m² (10m x 20m) no fragmento florestal da Trilha Ecológica de WAJÃPI, localizada atrás do campus do Instituto Federal do Amapá campus Laranjal do Jari. Foram identificados e estimada a altura máxima de todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 10 cm em cada parcela. Amostras de solo foram coletadas nas parcelas e enviadas para análise de fertilidade e granulometria. Foram também coletadas cinco folhas entre três a seis acácias nas parcelas para mensurar três atributos funcionais relacionados à aquisição de recursos no solo e competição: área foliar (LA), espessura foliar (LT) e área foliar específica (SLA). Foram amostrados no total 145 indivíduos arbóreos distribuídos em 16 espécies, sendo a espécie *A. mangium* Willd a mais abundante com 95 indivíduos. Houve uma relação negativa entre a abundância relativa de *A. mangium* Willd e a riqueza de espécies nativas. A espécie utilizou-se de estratégias de crescimento distintas para maximizar seu crescimento e abundância em solo mais ácido e de menor fertilidade no fragmento, que influenciou na diminuição da riqueza de espécies nativas. No entanto, solos de maior fertilidade favoreceu o aumento da riqueza de espécies, diminuindo a abundância de *A. mangium* Willd, ainda assim, a espécie manteve estratégia de crescimento (maior área foliar específica) em relação a outros indivíduos arbóreos. Ressalta-se a importância de desenvolver ações de monitoramento e controle de espécies exóticas invasoras como *A. mangium* Willd no fragmento florestal analisado, visto que, a espécie dispõe de caráter oportunista, inibindo a regeneração de espécies nativas após perturbações locais.

Palavras-chave: Estratégias Ecológicas. Atributos Funcionais. Espécie invasora. Amazônia. Capoeira.

ABSTRACT

Acacia mangium Willd is a fast-growing exotic tree species that, when inserted in a different environment, can adapt and present an invasive potential in secondary forests. Little is known about the combination of functional attributes that are exhibited by *A. mangium* Willd in the habitat it was inserted, which predicts the different ecological strategies in relation to the conditions of nutrient availability in the soil, which guarantee an increase in abundance, which can affect the richness of native species. In this context, this study aims to understand the ecological or functional strategies of *A. mangium* Willd, as well as the effect of abundance of this species and edaphic factors on native species richness in a secondary forest fragment. For this, ten plots of 200 m² (10m x 20m) were established in the forest fragment of the Ecological Trail of WAJÃPI, located behind the campus of the Instituto Federal do Amapá campus Laranjal do Jari. The maximum height of all tree individuals with diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm in each plot was identified and estimated. Soil samples were collected in the plots and sent for fertility and granulometry analysis. Five leaves were also collected from three to six acacia trees in the plots to measure three functional attributes related to soil resource acquisition and competition: leaf area (LA), leaf thickness (LT) and specific leaf area (SLA). A total of 145 tree individuals distributed in 16 species were sampled, with the species *A. mangium* Willd being the most abundant with 95 individuals. There was a negative relationship between the relative abundance of *A. mangium* Willd and native species richness. The species used different growth strategies to maximize its growth and abundance in more acidic and less fertile soil in the fragment, which influenced the decrease in native species richness. However, soils with higher fertility favored the increase in species richness, decreasing the abundance of *A. mangium* Willd, even so, the species maintained a growth strategy (larger specific leaf area) in relation to other tree individuals. It is important to develop actions for monitoring and controlling invasive exotic species such as *A. mangium* Willd in the analyzed forest fragment, since the species has an opportunistic character, inhibiting the regeneration of native species after local disturbances.

Keywords: Ecological Strategies. Functional Attributes. Invasive species. Amazon. Capoeira.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 <i>Acacia mangium</i> Willd.....	12
3.1.1 Características Taxonômicas e Morfológicas	13
3.2 Florestas Secundárias.....	18
3.3 Atributos Funcionais	21
3.3.1 Estratégias Ecológicas, Teoria de Nicho Ecológico e <i>Trade-off</i>	22
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	25
4.1 Área de Estudo e Amostragem.....	25
4.3 Atributos Funcionais e Solo	26
4.4 Análise de Dados	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
6 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é considerada a maior área de floresta tropical do mundo, onde 12,6% de sua cobertura são representadas por florestas secundárias, que segundo pesquisas apresentam elevada importância para a conservação da biodiversidade, além de, fornecer serviços ecossistêmicos. As florestas secundárias ou capoeiras são áreas sucessionais em desenvolvimento após a degradação da floresta original (NEEFF *et al.*, 2006; BRANCALION *et al.*, 2012).

Dentro do contexto Amazônico, são áreas de crescimento espontâneo de uma vegetação secundária em consequência de modificações que ocorrem constantemente dentro de ecossistemas florestais, levando poucas décadas para que novamente se tenha uma floresta semelhante, seja na composição e na estrutura da floresta primária (CHOKKALINGAM; DE JONG, 2001; SCHWARTZ; LOPES, 2017; PEREIRA; VIEIRA, 2001).

De acordo com Schwartz e Lopes (2017, p. 260) as “florestas secundárias têm baixo acúmulo de biomassa, devido a perdas de nutrientes no solo”, o que pode contribuir para o uso do termo inutilidade relacionado às capoeiras, contudo, as florestas secundárias apresentam elevado valor econômico e ecológico, necessitando de planejamentos e cuidados como quaisquer ecossistemas presente na Amazônia (PEREIRA; VIEIRA, 2001). Com base nisso, espécies de vários grupos taxonômicos foram transportadas e introduzidas por muitos anos, sendo expostas a novas condições biológicas, por diversos motivos, como, produção de alimentos e uso comercial.

Florestas secundárias podem apresentar diversas características ecossistêmicas que podem ser suscetíveis à invasão biológica de espécies exóticas como, por exemplo, a espécie *Acacia mangium* Willd, tais como: baixa diversidade de espécies, ausência de interações biológicas, além dos níveis de estresse ambiental que esse tipo de floresta possui (SCHWARTZ; LOPES, 2017).

A. mangium Willd é uma espécie de leguminosa com maior ocupação de área dentro do território brasileiro, e apresenta potencial de rápido crescimento o que garante seu estabelecimento, podendo resultar na perda da diversidade das espécies nativas (BALIEIRO *et al.*, 2018; SILVA, 2016), devido a espécie se desenvolver em regiões de maior acidez e baixa fertilidade, sobressaindo espécies nativas na competição por recursos (KAHILUOTO *et al.*, 2000; BROCKWELL *et al.*, 2005). Logo, tem influência negativa na composição florística e diversidade arbórea de florestas secundárias (SOUZA *et al.* 2010).

Na perspectiva ecológica, segundo McGill (2006), vários fatores podem influenciar na abundância e riqueza das espécies, e os atributos funcionais abrem um caminho na busca por essas respostas, visto que, atributos funcionais são quaisquer características mensuráveis de um indivíduo (morfológicos, fisiológicos, anatômico etc.) que podem aumentar o crescimento, a sobrevivência e a reprodução do organismo (VIOLLE *et al.*, 2007).

Os atributos funcionais estão relacionados à ocupação do nicho ecológico, alterando o desenvolvimento, a reprodução e a capacidade competitiva das espécies. Na teoria de nicho um fator importante para que diferentes indivíduos possam coexistir em um mesmo nicho são os *trade-offs* ou compensações, que é uma relação negativa entre dois atributos de um indivíduo. Plantas ao destinarem recursos para desenvolver um atributo o tornam indisponíveis para outro atributo da sua história de vida. Os *trade-offs* estão diretamente relacionados às estratégias de plantas, e possibilita a coexistência em diferentes disponibilidades de luz, água e nutrientes para alcançar maior crescimento, espessura e idade (TILMAN, 1982; CHESSON, 2000; CIANCIARUSO *et al.*, 2009; GILLISON, 2013; MATOS; FERREIRA; CARLUCCI, 2018).

A combinação de diferentes atributos funcionais em um organismo pode definir a estratégia ecológica e assim também a distribuição do organismo num habitat (MATOS; FERREIRA; CARLUCCI, 2018). Comumente, as estratégias aquisitivas são expressas por uma maior taxa de crescimento, maior área foliar e maior área foliar específica, proporcionando vantagens quanto a maior disponibilidade de recursos, entretanto, as estratégias conservativas acabam refletindo atributos funcionais antagônicos, oferecendo vantagens frente à escassez de recursos (REICH, 2014; APAZA-QUEVEDO, 2015; SOBOLESKI, 2017).

Sendo assim, estudos focados nos atributos funcionais possibilitam maior compreensão acerca das estratégias ecológicas adotadas por espécies arbóreas invasoras que influenciam no aumento de sua abundância quando inseridas em áreas de floresta secundária, o que pode ter um efeito direto na riqueza de espécies nativas nessas florestas.

Conhecer as diferentes estratégias ecológicas possibilita identificar e explicar os atributos funcionais das espécies arbóreas exóticas, como de *A. mangium* Willd, em relação a vários fatores como disponibilidade de nutrientes no solo, perturbações e competição, os quais influenciam também na permanência de espécies de árvores nativas em florestas secundárias (LAVOREL *et al.* 2007).

No estado do Amapá, clones da espécie foram testados em monoculturas de plantios experimentais da Embrapa, a partir de 1995, buscando contribuir com a diminuição das taxas

de desmatamento se utilizando de estratégias de reflorestamento em áreas desmatadas e abandonadas (LIMA *et al.* 1999; BALIEIRO *et al.* 2018).

Assim, a espécie se torna invasora por causa da vantagem e dominância em relação às espécies nativas, visto que, não apresentam inimigos naturais, como predadores, herbívoros ou competidores na área introduzida, possibilitando que alta taxa de crescimento que será percebida quando a espécie tiver alcançado grande distribuição (VALÉRY *et al.* 2008; KEANE; CRAWLEY, 2002; SAMPAIO; SCHMIDI, 2013).

Entretanto, escassos são os estudos que relacionam estratégias ecológicas ou funcionais de espécies invasoras em diferentes condições de solo, os quais influenciam no aumento da abundância da espécie e conseqüentemente pode influenciar na riqueza de espécies nativas em florestas secundárias no estado do Amapá. Partindo desse princípio, pretende-se responder as seguintes questões: (a) a abundância da *A. mangium* Willd influencia na riqueza de espécies nativas dentro do fragmento? (b) atributos funcionais e abundância de *A. mangium* Willd e a riqueza de espécies nativas está relacionada às condições granulométricas e de fertilidade do solo?

Diante disso, a hipótese deste estudo é a de que maior abundância de *Acacia mangium* Willd influencia negativamente a riqueza de espécies nativas dentro de um fragmento de floresta secundária em Laranjal do Jari, Amapá. Espera-se que maior abundância de acácia esteja relacionada a uma estratégia de maior crescimento (maior área foliar e área foliar específica) em solo mais ácido e de menor fertilidade no fragmento, devido *A. mangium* Willd apresentar vantagem na fixação do nitrogênio e fósforo através de suas raízes sob esta condição.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar as estratégias ecológicas ou funcionais de *Acacia mangium* Willd e o efeito da abundância desta espécie na riqueza de espécies nativas em um fragmento de floresta secundária em Laranjal do Jari-AP.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar se a abundância da *A. mangium* Willd influencia na riqueza de espécies nativas no fragmento de floresta secundária;
- Verificar quais estratégias funcionais de *A. mangium* Willd em relação às variáveis do solo no fragmento;
- Analisar de que forma atributos funcionais e abundância de *A. mangium* Willd, fertilidade e granulometria do solo influenciam na riqueza de espécies nativas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 *Acacia mangium* Willd

Representando aproximadamente 7% das 20 mil espécies de leguminosas descritas na família Fabaceae encontra-se o gênero *Acacia*, sendo a *Acacia mangium* Willd uma das espécies com maior ocupação de área dentro do território brasileiro. Ocorrem naturalmente na Austrália, sendo distribuída pela África, Ásia e as Américas, Papua-Nova Guiné e porção oriental da Indonésia, com *habitats* de áreas áridas de chuvas baixas ou sazonais a florestas úmidas e margens de rios, podendo ser encontrada em diversos tipos de solo (ACTI, 1983; NETO, 2010; BALIEIRO *et al.*, 2018; BROCKWELL *et al.*, 2005).

A espécie exótica *A. mangium* Willd foi introduzida no Brasil há pouco mais de 100 anos com o principal intuito para reflorestamento em áreas degradadas, visto que, apresenta bom desenvolvimento em solos pobres e ácidos, contudo, se espalhou ligeiramente, em especial no Espírito Santo, estando presente em quase todas as Unidades de Conservação estaduais (ELESBON *et al.*, 2015; COSTALONGA, 2017). Os plantios experimentais iniciais com *A. mangium* Willd originaram-se em 1979, através da Embrapa Florestas, além de, em 1985 plantios para teste de procedência foram estipulados em Minas Gerais. Em 1998, foi incorporado de modo experimental em Roraima, mas a partir de 1999, em virtude dos resultados antecedentes, realizaram-se novos aproveitamentos em florestamentos comerciais nas áreas de Boa Vista (TONINI *et al.*, 2010; BALIEIRO *et al.*, 2018).

Conforme Aguiar *et al.*, (2014), os avanços dos plantios na região Norte ocorreram por meio de plantios experimentais testadas em monocultivos nos estados de Roraima, Amapá e Rondônia pela Embrapa, por volta de 1995, que buscava colaborar na diminuição das altas taxas de desmatamento que ocorreram na região, pretendendo conceder ao mercado madeira

de áreas com menores contenções legais, em vez de florestas nativas. (BALIEIRO *et al.*, 2018). Os plantios de espécies de *Acacia mangium* Willd expandiram em mais de 2 milhões de hectares ao redor do mundo, aproximadamente nos primeiros cinco anos deste século (FAO, 2006; REYES, 2018).

Por conta do potencial de rápido crescimento da espécie, além de, adaptar-se aos solos de média e baixa qualidade a mesma serviu de recurso em plantações florestais sendo utilizada tanto para os principais produtos madeireiros, como moirões, construções civis, quebra-ventos, ornamentos e pasta de madeira para a produção de celulose, quanto para os resíduos decorrentes das práticas de cultivo como desbaste, resíduos de serragem e borra de papel podendo ser aproveitados na produção de energia. (OTSAMO *et al.*, 1995; REYES, 2018; ACTI, 1983; NETO, 2010). De *A. mangium* Willd também são obtidos insumos para alimentação, taninos para tintas, biocarvão para energia e correções de solo, postes e fibras para produção de papel (DORAN; SAFLEY, 1997; MERCADO *et al.*, 2008; REYES M. *et al.*, 2018).

Segundo Brockwell (2005), acácias que apresentam baixo crescimento podem servir de abrigo, áreas de alimentação e reprodução para pequenos mamíferos nativos e aves, além do que suas mudas de rápido crescimento são procuradas para parques e beiras de estradas, servindo de arbustos fornecendo sombras e paisagens. Contudo, espécies exóticas como *Acacia mangium* Willd podem se adaptar e se dispersar além do local de introdução, pois, não apresentam inimigos naturais, tornando-se espécies invasoras alterando completamente o ecossistema nativo no qual foram inseridas (COUTINHO *et al.*, 2009; SAMPAIO; SCHMIDT, 2013).

3.1.1 Características Taxonômicas e Morfológicas

Acacia mangium Willd é uma espécie pioneira do tipo heliófila com rápido crescimento, adapta-se a áreas com condições ambientais adversas, tendo alta tolerância a situações de estresse hídrico e ausência nutricional, além de, apresentar crescimento satisfatório em vários tipos de solos como erodidos, rochosos e ácidos (pH 4,5 a 6,5), com baixa fertilidade. Pode desenvolver-se em áreas tropicais com baixa pluviosidade, alta radiação solar e altas temperaturas, assim como, em regiões tropicais com curtos períodos secos. Igualmente, desenvolve-se em florestas tropicais úmidas e muito úmidas. Demonstra melhor desempenho em temperaturas mínimas de 12° e 16 °C e máximas de 31° e 34 °C, sendo uma espécie de sol pleno (TURNBULL *et al.*, 1998; YANG *et al.*, 2009; MARENA,

2002; REYES M. *et al.*, 2018; BROCKWELL *et al.*, 2005; SILVA, 2016; ACTI., 1983; NETO, 2010).

Essa espécie atinge altura que pode chegar a 30 metros, possui caule reto e livre de ramos até aproximadamente metade da altura total (Figura 1-A), quando fora de seu habitat tende a bifurcar-se em variadas alturas (Figura 1-B). Contudo, em regiões de baixa nutrição, pode atingir altura de aproximadamente 10 metros. Seu diâmetro à altura do peito (DAP) em florestas naturais quando adultas variam de 60 a 90 cm. Sua floração é tardia, começa de 18 a 20 meses após plantio, podendo perdurar por oito meses em um indivíduo arbóreo adulto. Desde o surgimento dos brotos até os frutos maduros leva aproximadamente 199 dias (STARR *et al.*, 2003; TURNBULL, 1986; HEGDE *et al.*, 2013; REYES M. *et al.*, 2018).

Figura 1 - Espécie Exótica *Acacia mangium* Willd. **1-A:** Árvores de caule reto e livre de ramos. **1-B:** Indivíduo arbóreo com bifurcações.



Fonte: Própria Autoria, 2022.

Suas folhas são anfiestomáticas simples e alternadas (Figura 2), possuem ramos verdes e alados alinhados paralelamente, sendo, largas, coriáceas, com pecíolo curto, ápice alongado e nervuras salientes saindo da base, medem 12 a 18 cm de comprimento e 10 a 25 cm de largura. (MASLIN; MCDONALD, 1996; REYES M. 2018; ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013). Seus estômatos são tipo paracíticos e anisocíticos, composto por células epidérmicas de forma e tamanho irregulares com paredes lisas (SILVA; GARCIA, 2020).

Segundo Camargo e Marengo (2011), tais características surgiram em razão das plantas alterarem as características anatômicas de suas folhas buscando se adaptar a mudanças nas condições ambientais, assim, desenvolvendo estratégias evolutivas e adaptativas de longo prazo.

As folhas anfiestomáticas de *A. mangium* Willd possuem potencialidade para aperfeiçoar o fornecimento de CO₂ aos cloroplastos, acarretando vantagem em folhas grossas, diminuindo o percurso de CO₂ entre a atmosfera e os cloroplastos, contribuindo para o aumento da taxa fotossintética. Entretanto, possuir estômatos em ambos os lados da folha estabelece aquisições elevadas de tecidos de transporte de água nas folhas para compensar a escassez da água por meio da face adaxial, assegurando o abastecimento de água em ambas às extensões dos estômatos, em compensação, favorece a exposição a agentes potenciais de doenças (DRAKE *et al.*, 2018; MUIR, 2019; MCKOWN *et al.*, 2019; SILVA; GARCIA, 2020).

Figura 2 - Folhas anfiestomáticas de *A. mangium* Willd.



Fonte: Própria Autoria, 2022.

A espécie *A. mangium* Willd exibe flores pentâmeras e melíferas que se situam organizadas em espigas desprendidas com 10 cm de comprimento, isoladas ou presas nas

axilas superiores (Figura 3). São formadas por cinco pétalas e cinco sépalas hermafroditas, apesar de flores estaminadas consigam estar igualmente evidentes. Não obstante, suas flores manifestam leve protoginia, andromonoiccia e hibridações interespecíficas restringindo a efetividade do sistema de cruzamento, particularidade essa que intensifica a diversidade genética na progênie (ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013; ZAKARIA; KAMIS, 1991; SEDGLEY *et al.*, 1992; ZAKARIA, 1993; XIE; HONG, 2002; REYES M. 2018; A.C.T.I., 1983; NETO, 2010).

Figura 3 - Flores pentâmeras e melíferas de *A. mangium* Willd organizadas em espigas.



Fonte: Própria Autoria, 2022.

Exibi frutos na forma de vagem (Figura 4), espiralados, marrons e deiscentes, da qual diminutas sementes pretas elípticas e ovais que medem de 3-5 a 2-3 mm, sendo produzidos entre 3 a 4 meses após a floração, em conformidade com a localização geográfica, geralmente, em áreas tropicais amadurecem entre 5 a 7 meses depois da floração. Localizam-se suspensas por meio de arilo alaranjado que são dispersos pelo vento ou por pássaros e por apresentarem dormência tegumentar mantêm-se acessível por vários períodos no solo. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983; TURNBULL, 1986; SEDGLEY *et al.*, 1992; MASLIN; MCDONALD, 1996; KRISNAWATI *et al.*, 2011; REYES M. 2018; ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013; KRISNAWATI; KALLIO; KANNINEN, 2011; COSTALONGA, 2017).

Figura 4 - Frutos de *A. mangium* Willd na forma de vagem espiralados, marrons e deiscentes, sementes pretas elípticas e ovais que medem de 3-5 a 2-3 mm.



Fonte: Própria Autoria, 2022.

Um fator importante é que as espécies de *Acacia mangium* Willd “[...] em associação simbiótica com bactérias de nódulo radicular (*Rhizobium*), são parceiras na fixação do N atmosférico.” (BROCKWELL *et al.*, 2005, p. 17). Ou seja, apresentam elevado potencial na fixação, sendo capaz de modificar a composição florística e funcionalidade dos ecossistemas por causa do aumento da competição por recursos com as espécies nativas (WERNER *et al.* 2010; MORRIS *et al.* 2011; PINTÓ-MARIJUAN; MUNNÉ-BOSCH; 2013; SILVA, 2016). Brockwell *et al.* (2005) propõem que espécies do gênero *Acacia* contribuem com cerca de 70 a 100 milhões de toneladas anuais no total de nitrogênio fixado por leguminosas, sendo

significante o seu uso múltiplo nos ecossistemas terrestres em diferentes regiões tropicais e subtropicais.

Outra característica é a sua associação com fungos micorrízicos que auxilia na absorção de micro e macronutrientes, principalmente o fósforo (P), proporciona vantagem, essencialmente em razão da habilidade dos fungos em operar como condutores de nutrientes. Esta associação fornece um seguimento complexo de inter-relações entre as hifas fúngicas e as células das raízes, contribuindo para uma evolução conjunta dos genomas da planta e dos fungos, resultando em uma excelente integração morfológica, fisiológica, bioquímica e funcional, concedendo maior benefício para a espécie que se encontra em ambientes de baixa fertilidade. Contudo, o crescimento de micorrizas e a eficiência dos fungos podem ser reprimidos por fertilizantes, como por exemplo, o fosfato, embora que em pequenas quantidades. (KAHILUOTO *et al.*, 2000; BROCKWELL *et al.*, 2005; ANGELINI, 2008).

3.2 Florestas Secundárias

Florestas secundárias são formações que acontecem continuamente em ecossistemas florestais, sendo parte da sua dinâmica, independente dos tipos ou alternativas de seu uso. Igualmente, conhecida como sucessão secundária ou capoeira, sendo definida como a vegetação lenhosa que aparece por meio de desenvolvimento sucessional de colonização e extinção de espécies por consequência da perda da floresta primária. Dentro do contexto amazônico, onde 12,6% de sua cobertura são representadas por florestas secundárias (Figura 5), as capoeiras são áreas de crescimento espontâneo de uma vegetação secundária em consequência de modificações dentro de áreas florestais (CHOKKALINGAM; DE JONG, 2001; SCHWARTZ; LOPES, 2017; GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; PEREIRA; VIEIRA, 2001; NEEFF *et al.*, 2006; BRANCALION *et al.*, 2012).

Chokkalingam e De Jong (2001) propõem em seu artigo, as principais características para tais definições, como:

- A vegetação original da floresta foi significativamente perturbada, não envolvendo o desmatamento essencialmente, mais essa alteração deve apresentar significância o suficiente que permita o desenvolvimento da floresta secundária;
- A alteração da vegetação original pode ter ocorrido naturalmente e/ou causada pelo homem, sendo que ambos apresentam impactos significantes e resultam em como a formação da floresta secundária se desenvolverá;

- Pode ocorrer de uma só vez ou progressivamente, ou seja, ocorrendo em apenas um único evento ou ser consequências acumuladas de práticas de longo período;
- A regeneração em sua maioria é espontânea, pós-alterações dentro da vegetação;
- A composição e estrutura florestal devem ser diferentes em relação às florestas primárias próximas a locais semelhantes, pois, possuem em termos de regeneração, estrutura e composição de dossel alterado em relação à floresta primária, que somente ao longo do tempo conforme perturbações menores a floresta secundária irá apresentar semelhança em estrutura e floração às florestas primárias que vivem em áreas de mesmas condições.

Ao final do processo de sucessão, a abundância e diversidade de indivíduos arbóreos de diferentes espécies assim como a ocorrência desses indivíduos se darão em decorrência aos acontecimentos estocásticos e da disponibilidade de recursos. No entanto, quando existe a presença de florestas primárias ao entorno da floresta secundária, esse processo progride de forma mais acelerada, tendo a possibilidade de uma formação mais diversificada (CHAZDON, 2012; SCHWARTZ; LOPES, 2017; FINEGAN, 1992), ou seja, para uma capoeira atingir a mesma composição e diversidade florística de uma vegetação primária, mais próxima de sua remanescente florestal deve estar (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001). Entretanto, ao alcançar um ponto de sucessão, florestas secundárias, podem exibir espécies diferentes das quais estavam formadas inicialmente na floresta primária desmatada, por conta dos fatores estocásticos (CHUA *et al.*, 2013; SCHWARTZ; LOPES, 2017).

Florestas desmatadas e empregadas para a agricultura e posteriormente sobre abandono “os resultados dos processos estocásticos na sucessão secundária dependem, em grande parte, de duas variáveis: a) o tempo em que a área foi utilizada para a agricultura e b) a forma como a área foi utilizada” (SCHWARTZ, G.; LOPES, J. do C. A. 2017, p. 257). Sendo importante na fertilidade de solo e disposição de nutrientes fundamentais para as plantas, ou seja, para se estabelecer em um novo ambiente no decorrer do desenvolvimento sucessional tais fatores tornam-se determinantes no que diz respeito a quais espécies se adequarão nesse ambiente (CARIM; SCHWARTZ; SILVA, 2007).

As sucessões secundárias com menos de 20 anos de idade são consideradas jovens, comumente apresentam altos níveis de acumulação de biomassa, promovendo importante ocupação ambiental, com apropriados fixadores de carbono atmosférico, diferentemente de florestas secundárias com idade superior que oferecem os mesmos benefícios ecossistêmicos, normalmente disponibilizados por florestas primárias (CHAZDON, 2012; CHUA *et al.*, 2013).

Segundo Schwartz e Lopes (2017) quando as florestas secundárias atingem baixos níveis de biomassa, em decorrência da perda de nutrientes no solo, é por provavelmente alcançarem um equilíbrio sucessional com indivíduos arbóreos de pequeno porte. Contudo, ainda que associadas à perda da vegetação primária, florestas secundárias podem apresentar funções ecológicas e econômicas importantes. Do ponto de vista ecológico, é essencial para os níveis de biomassa e acúmulo de nutrientes, conservação de ciclos biogeoquímicos, fluxo genético de espécies originárias e manutenção de paisagem e solo, além do aspecto econômico, com possibilidades como madeira, lenha, matéria prima para artesanato, carpintaria e outros usos domésticos. (SCHWARTZ; LOPES, 2017).

Ambientalmente, o crescimento das capoeiras subsidia a captação de carbono da atmosfera, reconstituindo as funções hidrológicas das florestas primárias, auxiliando na recuperação da biodiversidade, redução das carências potenciais de nutrientes pela erosão, lixiviação e redução da inflamabilidade da paisagem (NEPSTAD *et al.*, 2001; PEREIRA; VIEIRA, 2001).

Figura 5 – Floresta Secundária localizada entorno do Ifap campus Laranjal do Jari, AP.



Fonte: Própria Autoria, 2022.

3.3 Atributos Funcionais

A ecologia de plantas busca compreender como os atributos funcionais alteram-se entre as espécies e entre indivíduos e de que modo essa variação apresenta valor adaptativo, ou seja, se essas características funcionais possuem influencia na capacidade de sobrevivência dos organismos em um mesmo habitat e de que forma se beneficiam de um recurso para seu desenvolvimento (POORTER *et al.*, 2008; MATOS, 2018; VIOLLE *et al.* 2007; SOBOLESKI, 2017).

Segundo McGill (2006), vários fatores podem influenciar na abundância e riqueza das espécies, e os atributos funcionais abrem um caminho na busca por essas respostas, visto que, atributos funcionais são quaisquer características mensuráveis de um indivíduo (morfológicos, fisiológicos, anatômico etc.) que podem aumentar o crescimento, a sobrevivência e a reprodução do organismo (VIOLLE *et al.*, 2007).

As variações dos atributos funcionais entre plantas da mesma espécie podem ser produzidas por diferenças genéticas entre as populações ou por plasticidade fenotípica que é a habilidade do indivíduo alterar seu fenótipo em consequência de uma condição do ambiente, aumentando as chances de indivíduos de uma mesma espécie adaptar seus atributos em resposta às condições presentes no ambiente ou a competição com outras espécies (JUNG *et al.*, 2010; MATOS; FERREIRA; CARLUCCI, 2018; DE BELLO, 2006; HULSHOF *et al.*, 2013). Nesse sentido, atributos funcionais tem relação com a ocupação do nicho ecológico alterando o desenvolvimento, reprodução e capacidade competitiva das espécies (CIANCIARUSO *et al.*, 2009; MATOS; FERREIRA; CARLUCCI, 2018).

De acordo, com PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, (2013), as variações dos atributos funcionais das plantas refletem as estratégias ecológicas utilizadas pelas mesmas em relação aos fatores ambientais que influenciam nas suas propriedades, ou seja, afetam o crescimento, a reprodução e sobrevivência. (KATTGE *et al.*, 2011). No que remete a aquisição de recursos das plantas: a área foliar (LA) está relacionada a fatores alométricos e estratégias em relação aos estresses e disponibilidade de recursos além de fatores filogenéticos que desempenham papel importante; a espessura foliar (LT) é o principal atributo foliar relacionado ao atributo área foliar específica (SLA), pois, é fundamental para determinar a resistência física das folhas, equilibrando os benefícios fotossintéticos e vida útil da folha; e a área foliar específica (SLA) analisa as taxas de crescimento entre as espécies, tem relação positiva com a taxa fotossintética, baseada na massa e na concentração de nitrogênio (N) foliar, em geral, espécies

presentes em ambientes ricos em recursos tendem a apresentar alto teor de SLA. (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013).

A área foliar, área foliar específica são atributos funcionais que correlacionam com a habilidade de obtenção de recursos no solo às estratégias de uso desses recursos pelas plantas. Logo, quando uma espécie apresenta altos valores de área foliar específica pode estar relacionada a uma maior interceptação de luz por unidade de massa foliar, elevando assim as taxas de absorção de recursos, além de dispor de maior concentração de nitrogênio foliar, o qual é um importante componente de enzimas ligadas à fotossíntese (TAKASHIMA *et al.*, 2004; POORTER; GARNIER, 2007; FERNANDES, 2018).

No que concerne às áreas degradadas, estas apresentam diversas limitações tanto bióticas quanto abióticas, assim espécies com maior facilidade em se ajustar as variáveis de atributos funcionais associados à captura de recursos, são mais suscetíveis a se estabelecerem. (ANDRADE *et al.*, 2014). Desse modo, a alta taxa de crescimento relativo também pode ser avaliada como um traço funcional, tendo em vista, sua relação com às estratégias de produtividade das plantas frente às condições ambientais variáveis. (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2016; FERNANDES, 2018).

3.3.1 Estratégias Ecológicas, Teoria de Nicho Ecológico e *Trade-off*

Estratégias ecológicas podem ser desenvolvidas quando às condições abióticas e a disponibilidade de recursos favorecem a coexistência de indivíduos de uma mesma espécie podendo ser agrupadas em dois grupos distintos de estratégias, sendo, as estratégias conservativas que investem em mecanismos de função da biomassa conservando os recursos já adquiridos, ou seja, investe em energia de longo prazo e as estratégias aquisitivas que apresentam características de aperfeiçoar a captura de recursos, logo, investem em energia de curto prazo (DIAZ, 2004; REICH, 2014; SOBOLESKI, 2017; DE BELLO, 2006; DONOVAN, 2011; MATOS, 2018).

Comumente, as estratégias aquisitivas são expressas por uma maior taxa de crescimento, maior área foliar e maior área foliar específica, proporcionando vantagens quanto a maior disponibilidade de recursos, entretanto, as estratégias conservativas acabam refletindo atributos funcionais antagônicos, oferecendo vantagens frente à escassez de recursos (REICH, 2014; APAZA-QUEVEDO, 2015; SOBOLESKI, 2017). Distintas estratégias dentre espécies de plantas colaboram para a manutenção da diversidade e funcionamento dos ecossistemas, podendo ser quantificadas medindo propriedades

funcionais, e quando relacionadas mostram uma extensão de estratégias ecológicas combinadas a *trade-offs*. (KRAFT *et al.*, 2008; WESTOBY *et al.*, 2002).

Estratégias ecológicas bem como a distribuição de indivíduos arbóreos num habitat podem ser determinadas a partir da combinação de diferentes atributos funcionais, onde, indivíduos de uma mesma espécie desenvolvem diferentes estratégias em relação as condições abióticas e da disponibilidade de nutrientes, sendo, importante para descrever diferenças na obtenção de recursos entre plantas, que vai de uma resposta rápida sobre o investimento em nutrientes e matéria seca para uma resposta mais lenta em investimento, aspectos esses que garantem o crescimento, a reprodução e a sobrevivência da planta (MATOS; FERREIRA; CARLUCCI, 2018; DE BELLO, 2006; MATOS, 2018; CRAINE, 2009; WRIGHT *et al.*, 2004).

Dentro da ecologia de comunidades é essencial compreender como as espécies podem coexistir em diferentes comunidades florestais, e um fator importante para coexistência de várias espécies na teoria de nicho são os *trade-offs* ou compensações no uso de diferentes recursos, ou seja, espécies que apresentam vantagem sobre a outra são equilibradas em desvantagens em relação a outras respostas (WESTOBY *et al.*, 2002; MATOS; FERREIRA; CARLUCCI, 2018; TILMAN, 1982; CHESSON, 2000).

Comunidades com alta diversidade são suscetíveis a diferenças na composição de espécies na absorção de nutrientes no solo, pois, tendem a apresentar espécies com atributos funcionais adequados para a exploração de recursos, já ambientes com alta disponibilidade de nutrientes acabam propiciando a permanência de espécies com alta exigência de recursos (WANG *et al.*, 2010; TILMAN *et al.*, 2014). Contudo, ambientes com solos pobres em nutrientes podem apresentar alta diversidade funcional que resultam de diversas estratégias de adição e utilização de recursos pelas espécies nestes ambientes (LAMBERS *et al.*, 2010).

As estratégias de espécies são relacionadas à junção de características que melhor utilizam *trade-offs* na absorção de recursos para atingir máximo crescimento, tamanho e idade, em diversas combinações de disponibilidade de luz, água e nutrientes, que podem ser verificadas pela medição de características funcionais dos indivíduos arbóreos (GILLISON, 2013; MATOS; FERREIRA; CARLUCCI, 2018).

Do mesmo modo, *trade-offs* em meio a atributos funcionais dão origem a espécies aquisitivas e conservadoras em comunidades de indivíduos arbóreos. Logo, espécies aquisitivas apresentam altos níveis de aquisição de recursos e crescimento, sendo bem-sucedidas em habitats com elevada disponibilidade de recursos, enquanto espécies conservadoras são destinadas para conservação de recursos, com alta tolerância e

sobrevivência, se sobressaindo em habitats com baixa disponibilidade de recursos (STERCK, 2011). Sendo assim, *trade-offs* ou compensações trata-se de uma relação negativa entre duas características distintas de um organismo, onde os recursos destinados para uma característica não estão disponíveis para outras (BEGON, 2006; MATOS, 2018).

Além disso, *trade-offs* podem esclarecer a relação entre espécies ao longo da passagem de luz e duas estratégias são observadas, sendo, espécies que são tolerantes a sombra que não alcançam altas taxas de crescimento devido à baixa disponibilidade de luz, porém, apresentam elevada taxa de sobrevivência, com lento crescimento, persistindo ao longo do tempo até que se forme uma clareia e espécies que necessitam de mais luz, onde, apresentam crescimento mais rápido para alcançar ou manter uma localização na copa que favoreça na absorção de luz, através de investimento em folhas de vida mais curtas e mais ativas fisiologicamente (POORTER; BONGERS, 2006; ONODA *et al.*, 2014; POORTER *et al.*, 2004; CLARK; CLARK, 2001).

Por conseguinte, as diferenças nos atributos funcionais, dentro e entre espécies, mostram as estratégias ecológicas das espécies arbóreas em resposta aos fatores ambientais que estão expostos e que estão associadas a vários procedimentos ecológicos importantes (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.* 2013; FERNANDES, 2018). Com base nisso, indivíduos arbóreos que apresentam elevado crescimento em área com solos de baixa disponibilidade de nutrientes, tendem a apresentar estratégias mais conservativas, logo, em áreas florestais com diferentes níveis de nutrientes e disponibilidade de água, as plantas apresentam área foliar específica com alta variabilidade intraespecífica, onde locais com baixa disponibilidade de água, com menor área foliar específica, evitando a perda excessiva de água pelas folhas (DONOVAN *et al.*, 2011; WRIGHT *et al.*, 2004; ANDRADE *et al.*, 2014; FERNANDES, 2018).

Embora estudos que relacionam estratégias funcionais e *A. mangium* Willd sejam poucos, por se tratar de uma espécie pioneira, a mesma utiliza as folhas verdadeiras como estratégia de rápido estabelecimento, contribuindo para o melhor aproveitamento do nitrogênio na fotossíntese do que com os filoides. Esse aproveitamento mais eficaz do nitrogênio da folha acontece através da alta área superficial exposta à radiação, que permite uma alta taxa de fotossíntese. Com o aumento da planta, muda a necessidade de utilização dos recursos nas áreas foliares para absorver fotossíntese em situações ambientais estressantes (REYES M., 2018).

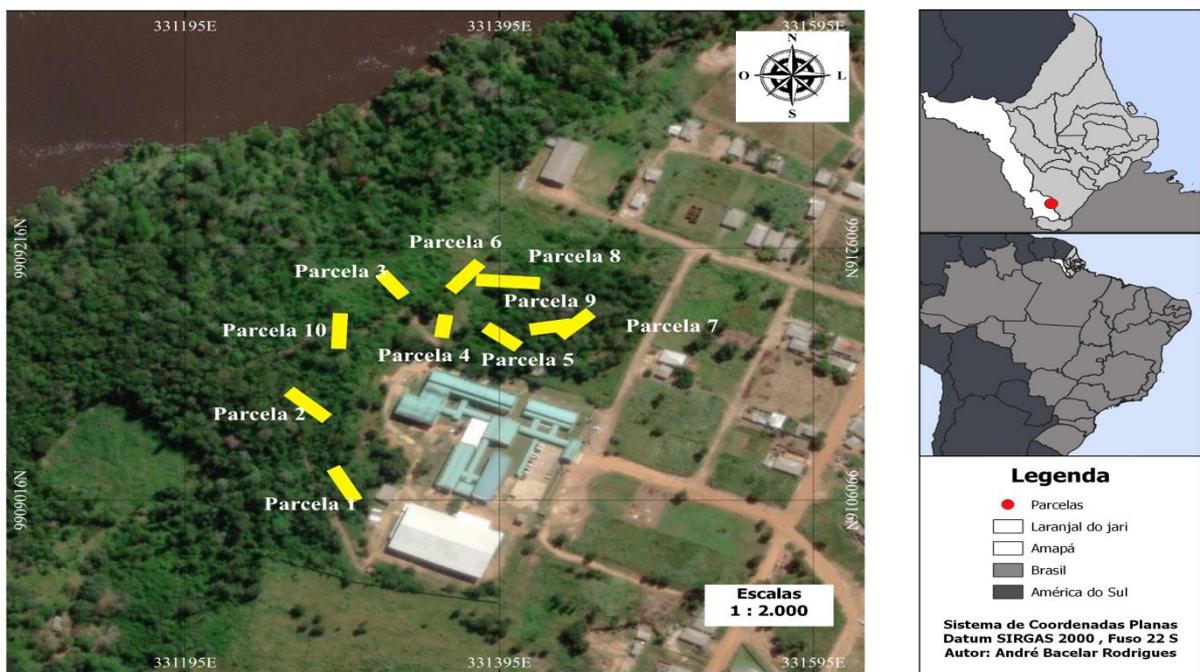
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Área de Estudo e Amostragem

O presente estudo foi realizado em um fragmento de floresta secundária localizado na Trilha Ecológica Wajãpi¹, que se encontra ao entorno do campus do Instituto Federal do Amapá – Ifap, em Laranjal do Jari, sul do estado do Amapá. A área da trilha é um fragmento de floresta secundária denominada de ‘capoeira’ com idade de 12 anos, a qual foi construída com a colaboração dos alunos do campus e é utilizada como ferramenta pedagógica e recreativa, estabelecendo parâmetros para práticas de educação ambiental.

O município de Laranjal do Jari (Figura 6) se caracteriza por apresentar clima tropical, os meses mais chuvosos são março, abril e maio com precipitação total de 41,6%, com índices mensais e anuais de baixa amplitude térmica, típica de região amazônica, que variam de 24,4°C a 28,2°C, com pluviometria total elevada, correspondendo a 1998,2mm a 2347,7mm (SOBRINHO *et al.*, 2012).

Figura 6 - Mapa de localização da área de estudo e das parcelas no fragmento de floresta secundária no entorno do Instituto Federal do Amapá campus Laranjal do Jari.



Fonte: RODRIGUES, A. B., 2022.

¹ Wajãpi é o nome utilizado para representar os indígenas que vivem nas áreas delimitadas pelos rios Oiapoque, Jari e Araguari, sendo estes usuários da língua Tupi, que nos últimos 100 anos migraram dos grandes eixos como o rio Jari para se abrigarem nas cabeceiras e fluentes dos demais rios do Amapá.

Foram estabelecidas dez parcelas de 200 m² (10m x 20m) distribuídas aleatoriamente ao longo do fragmento (Figura 6). Em cada parcela foram identificados, estimada a altura e medida diâmetro a altura do peito (DAP) \geq 10cm de todas as acácias e indivíduos de espécies arbóreas nativas.

4.3 Atributos Funcionais e Solo

Foram coletadas cinco folhas sem sinais de danos de quatro a seis indivíduos de *Acacia mangium* Willd dentro das parcelas, sendo, folhas maduras e expostas ao sol, próximo ao ápice das árvores, guardadas dentro de uma sacola plástica com identificação do número do indivíduo e armazenadas dentro da caixa térmica para conservação da umidade das folhas. (Figura 7).

Figura 7 – Coleta de amostras foliares de *Acacia mangium* Willd próximo ao ápice das árvores.

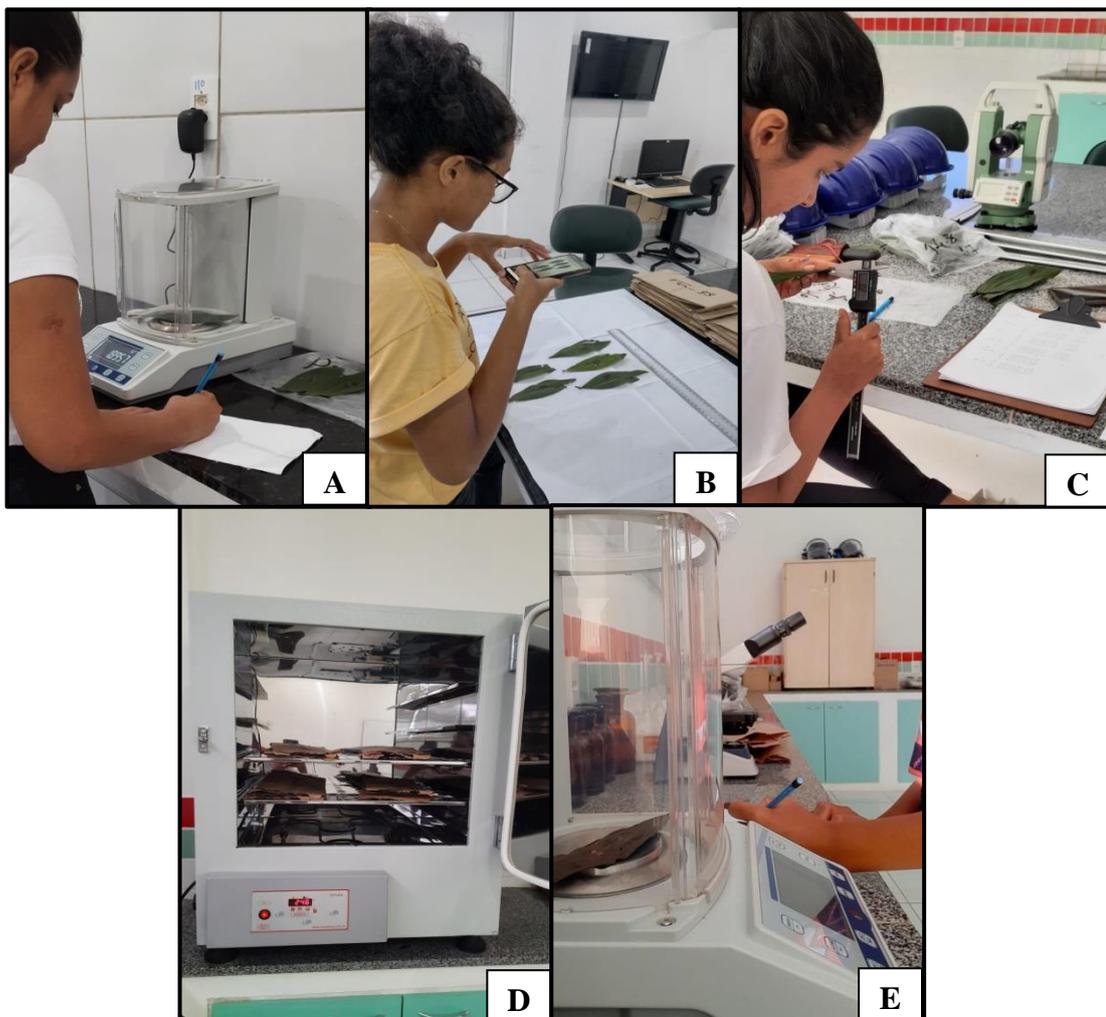


Fonte: Própria Autoria, 2022.

As amostras foliares coletadas nas parcelas foram utilizadas para a medição dos atributos funcionais foliares de indivíduos de *A. mangium* Willd. Primeiramente, as folhas ainda frescas, foram pesadas em uma balança de precisão mínima de 0.001g, buscando obter o peso úmido (g) (Figura 8-A). Em seguida, as folhas foram fotografadas e digitalizadas em um

scanner de *software* chamado Image J, para medir a área foliar ($LA - \text{cm}^2$) (Figura 8-B). Com o auxílio de paquímetro digital foram medidos três pontos de espessura foliar e depois tirada uma média das três medidas para calcular a espessura foliar ($LT - \text{cm}$) de cada amostra coletada (Figura 8-C). Seguidamente, as folhas foram colocadas dentro de sacolas de papel *kraft* e levadas para secar por três dias a 70°C em estufa (Figura 8-D). Finalizada a secagem, cada amostra foliar foi pesada novamente para obter o peso seco (g) (Figura 8-E).

Figura 8 - Medição dos atributos funcionais foliares de indivíduos de *A. mangium* Willd. **8-A:** Amostras foliares sendo pesadas na balança de precisão mínima (0,001g). **8-B:** Amostras foliares sendo fotografadas e digitalizadas em scanner do *software* Image J. **8-C:** Utilização do paquímetro digital para medir os pontos de espessura foliar; **8-D:** Amostras foliares sendo secadas a 70°C em estufa; e **8-E:** Amostras foliares sendo pesadas para adquirir peso seco (g).



Fonte: Própria Autoria, 2022.

Seguindo o protocolo de Perez-Harguindeguy *et al.* (2013), foram medidos no total, três atributos funcionais, relacionados à aquisição de recursos considerados importantes para plantas: (1) Área foliar (cm^2)(LA) relacionada ao equilíbrio hídrico, captação de luz e trocas

gasosas; (2) Espessura foliar (cm)(LT) que está relacionada ao aumento da captura de luz e redução da perda de água por volume; (3) Área foliar específica ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)(SLA), que está relacionada com a taxa de crescimento relativo, fotossíntese máxima e vida útil foliar.

Posteriormente, foram coletadas amostras de solo em cinco pontos de cada parcela, onde quatro foram nas extremidades e uma no centro, em seguida foi feita a mistura e adquirida uma única amostra composta por parcela (Figura 9) que foram encaminhadas ao laboratório da Embrapa para análise da fertilidade (Matéria Orgânica [MO], fósforo [P], potássio [K], sódio [Na], cálcio [Ca], relação cálcio/magnésio [Ca+Mg], alumínio tóxico [Al], acidez potencial [H+Al], Saturação de Bases%), pH, seguindo o protocolo de análises físicas e químicas da Embrapa (1997).

Figura 9 - Coleta de amostras de solo para adquirir uma amostra composta por parcela.



Fonte: MATOS, D. C. L., 2022.

4.4 Análise de Dados

Para analisar se a abundância da *A. mangium* Willd influencia na riqueza de espécies dentro do fragmento foi feita regressão que se ajuste a dispersão dos pontos em um gráfico.

Com intuito de verificar quais estratégias funcionais de *A. mangium* Willd tem relação às variáveis do solo no fragmento foi feita uma análise de componentes principais (PCA) que

é um dos métodos estatísticos de múltiplas variáveis, utilizada para analisar as relações que se dispõe entre um grande número de variáveis dentro de suas dimensões.

A fim de analisar de que forma abundância de *A. mangium* Willd, fertilidade e granulometria do solo influenciam na riqueza de espécies nativas foi feita uma Análise Multivariada de Correspondência Canônica (CCA). Normalmente é utilizada quando se quer identificar e quantificar a relação entre dois conjuntos de variáveis (variáveis de efeito [fertilidade e granulometria do solo] e variáveis resposta [espécies e abundância]). A técnica é apropriada para variáveis quantitativas e tem sido utilizada principalmente na área ambiental. Todas as análises foram realizadas no software Past 4.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados no total 145 indivíduos arbóreos distribuídos em 14 espécies, sendo que destas somente quatro espécies não foi possível identificação. A espécie *A. mangium* Willd foi a mais abundante com 95 indivíduos e em segundo a *Tapirira guianensis* Aubl. com 22 indivíduos (Tabela 1).

Tabela 1 - Forma de vida, família botânica, nome científico e n° de indivíduos por espécie amostrados neste estudo. Das 14 espécies, 4 morfotipos não foi possível a identificação a nível mais específico.

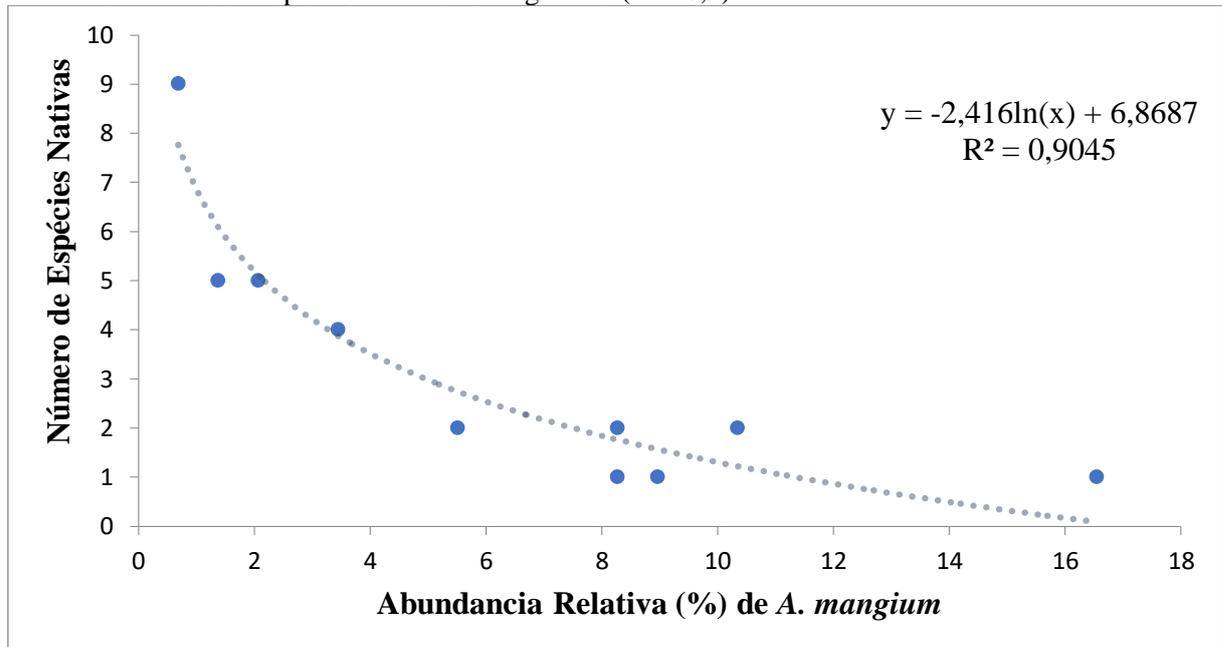
Forma de Vida	Família	Nome Científico	N° de Ind.
Arbóreo	Fabaceae	<i>Acacia mangium</i> Willd	95
Arbóreo	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	22
Arbóreo	Urticaceae	<i>Cecropia obtusa</i> Trecul	12
Arbóreo	Anacardiaceae	<i>Spondias mombim</i> L.	4
Arbóreo	Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	2
Arbóreo		sp3	2
Arbóreo	Arecaceae	<i>Attalea maripa</i>	1
Arbóreo	Malvaceae	<i>Eriotheca longipedicellata</i> (Ducke) A. Robynd	1
Arbóreo	Fabaceae	<i>Inga alba</i> (SW) Willd	1
Arbóreo	Lauraceae	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	1
Arbóreo		sp14	1
Arbóreo	Achariaceae	<i>Lindackeria pauciflora</i> Benth	1
Arbóreo		sp16	1
Arbóreo		sp5	1
Total			145

Fonte: Própria autoria, 2022.

Os resultados apontam que houve uma relação negativa entre a abundância relativa de *Acacia mangium* Willd e a riqueza de espécies nativas (Figura 10), sendo representada por

uma curva logarítmica com $R^2 = 0,90$, $P < 0,05$, isto sugere que conforme aumenta o número de indivíduos de *A. mangium* Willd tende a uma diminuição do número de espécies nativas dentro do fragmento em relação às condições naturais ocasionando competição por recursos (EYLES *et al.*, 2015; REYES M. *et al.*, 2018). Com base nisso, Aguiar Jr. *et al.*, (2014) em seus estudos constatou o caráter invasor da espécie *A. mangium* Willd, pois a espécie é uma ameaça para biodiversidade, por ter relação com o decréscimo na riqueza e diversidade de espécies nativas em diversos ecossistemas (COSTELLO *et al.*, 2000; RASCHER *et al.*, 2011; ALBERIO; COMPARATORE; 2014; SILVA, 2016).

Figura 10 - Regressão Logarítmica mostrando a relação entre abundância relativa de *A. mangium* Willd e o número de espécies nativas no fragmento ($R^2 = 0,9$).



Fonte: Própria autoria, 2022.

Em estudo feito por Souza *et al.* (2020) sobre a influência da espécie *A. mangium* Willd na composição florística e diversidade arbórea em áreas remanescentes florestais de Mata Atlântica, no distrito de Helvécia, município de Nova Viçosa, Bahia, buscando contribuir com ações de conservação, manejo e restauração, evidenciaram o menor número de espécies e de diversidade de espécies nativas na presença da espécie *A. mangium* Willd, além de destacar a soberania da espécie em relação aos demais indivíduos encontrados, possuindo na maioria das vezes apenas um representante.

Por se tratar de uma espécie pioneira, Tong; Ng (2008) justificam tal resultado na sua competitividade, sendo superiores as demais espécies nativas. Em suma, atreladas a sua forte alelopatia, segundo o Instituto Hórus (2018), as espécies de *A. mangium* Willd inibem o

estabelecimento de outros indivíduos arbóreos, dificultando o processo de sucessão ecológica. Logo, sendo evidente a influência negativa da espécie sobre a composição florística no fragmento de floresta secundária em Laranjal do Jari.

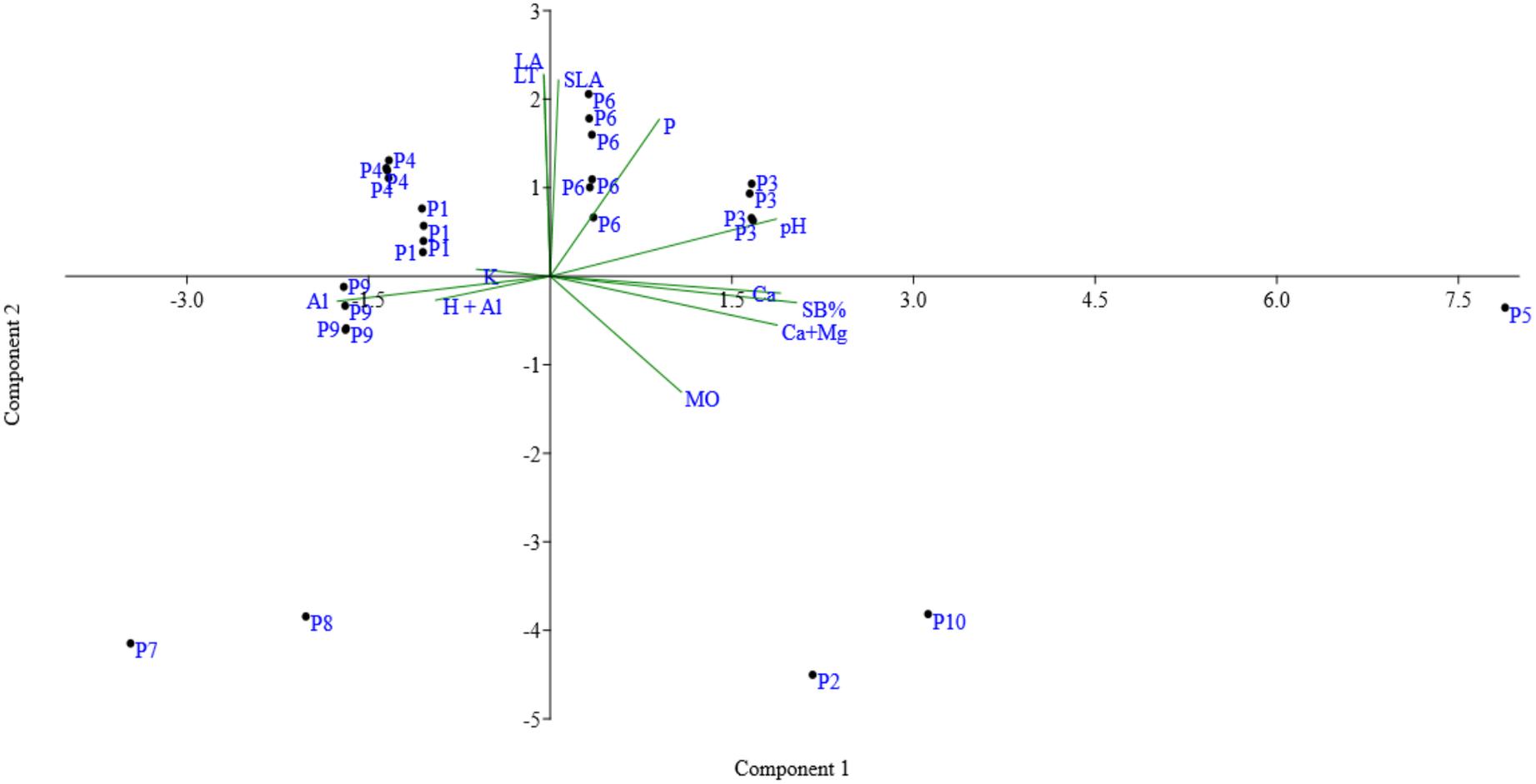
Em contrapartida, um estudo feito por Silva (2016) em áreas invadidas por *Acacia mangium* Willd em vegetação de Mussununga no município de Linhares, Espírito Santo, mostrou efeito contrário, demonstrando maior número de espécies em áreas invadidas por *A. mangium* Willd, contudo, a autora não deixa de ressaltar que a espécie apresentava fase de expansão inicial e que possivelmente com o passar dos anos a riqueza e biodiversidade das espécies na região estaria comprometida, levando em consideração sua relação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, sendo importantes para o seu estabelecimento. (RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, 2011; TYE; DRAKE, 2012).

Na Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 11) que relaciona os atributos funcionais de *A. mangium* Willd e variáveis químicas e granulométricas do solo, a componente 1 (PC1) atende 40,86% da variação e o componente 2 (PC2) 28,89%, resultando em aproximadamente 70% de variação. A PC1 caracteriza-se por apresentar no lado positivo parcelas com indivíduos de acácia com maior área foliar específica (SLA) em solo com maior concentração de fósforo (P), cálcio (Ca), saturação de bases (SB%), relação cálcio/magnésio (Ca+Mg), matéria orgânica (MO) e pH, já no lado negativo apresentou indivíduos de acácias com maior área foliar (LA) e espessura foliar (LT) em solo com maior concentração de potássio (K), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al).

Na PC2, no lado positivo favoreceu os atributos (área foliar [LA], espessura foliar [LT] e área foliar específica [SLA]) em solo com maior concentração de fósforo (P), potássio (K) e maior pH, e no lado negativo abrange somente variáveis de solo alumínio (AL), acidez potencial (H+AL), cálcio (Ca), saturação de base (SB%), relação cálcio+magnésio (Ca+Mg) e matéria orgânica (MO).

No lado positivo da PC1 as parcelas P3 e P6 foram as que apresentaram maior abundância de *A. mangium* Willd e estão em solo com maior concentração de fósforo (P) e maior pH. Além disso, a espécie exibiu estratégia de crescimento devido maior área foliar específica (SLA) (Tabela 2). A estratégia de crescimento em solo com maior concentração de fósforo pode estar relacionada à associação de *A. mangium* Willd e fungos micorrízicos em suas raízes, pois essa associação mostra-se eficiente em promover o crescimento para maior absorção de fósforo em solos de baixa fertilidade (ANGELINI, 2008; GORDINHO, 2015).

Figura 11 - Análise de Componentes Principais (PCA) produzida com valores de atributos funcionais de *A. mangium* Willd e variáveis químicas e granulométricas do solo.



Fonte: Própria autoria, 2022.

Ainda no lado positivo da PC1, as parcelas P2, P5, e P10 apresentaram menor abundância de *A. mangium* Willd em solo com matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), relação cálcio/magnésio (Ca+Mg) e saturação de bases (SB%), ou seja, solo de melhor fertilidade, ainda sim mantendo estratégia de crescimento, devido a maior área foliar específica (SLA) (Tabela 2). Levando em consideração ao fato de tratar-se de espécie pioneira de rápido crescimento, desenvolve facilidade de estabelecimento em diversas condições ambientais, especialmente em áreas tropicais úmidas, características essas que favorecem seu potencial invasor (TONG; NG, 2008; SOUZA, 2020).

Tabela 2 – Informações gerais obtidas da PCA mostra a relação entre atributos de indivíduos de *A. mangium* Willd e variáveis do solo. Abundâncias absolutas da espécie nas parcelas adicionadas para facilitar comparação e interpretação dos resultados.

Atributos/ Estratégia ecológica	Parcela	Ab. Absoluta de <i>A. mangium</i> Willd	Variáveis do solo
SLA	P6	24	P, PH
SLA	P3	15	P, PH
LT, LA	P7	13	K, H+Al, Al
LT, LA	P1	12	K, H+Al, Al
LT, LA	P4	12	K, H+Al, Al
LT, LA	P8	8	K, H+Al, Al
LT, LA	P9	5	K, H+Al, Al
SLA	P5	3	Ca, SB%, Ca+Mg, MO
SLA	P10	2	Ca, SB%, Ca+Mg, MO
SLA	P2	1	Ca, SB%, Ca+Mg, MO

**Maior
abundância de *A.
mangium* Willd**

**Menor
abundância de *A.
mangium* Willd**

Fonte: MATOS, D. C. L., 2022.

Não obstante, no lado negativo da PC1, as parcelas P1, P4, P7, P8 e P9, estão em solo com maior concentração de potássio (K), acidez potencial (H+Al) e alumínio tóxico (Al), apresentando abundância intermediária de *A. mangium* Willd, relacionadas aos atributos de maior área foliar (LA) e espessura foliar (LT), sugerindo estratégia de crescimento devido a característica anatômica da folha, pois folhas maiores aumentam a captura de luz, e apesar de maior espessura foliar (LT) as folhas apresentam estômatos nos dois lados da superfície o que encurta os caminhos de difusão de CO₂, tornando-a fisiologicamente ativa e aumentando as taxas de fotossíntese.

Estudos de densidade estomática de *A. mangium* Willd feitos por Combalicer *et al.* (2012) relatam a alta proporcional da densidade estomática com o aumento da idade, possibilitando manter os níveis fotossintéticos no decorrer do seu desenvolvimento,

justificando seu rápido crescimento e adaptação em ambientes que apresentam diferentes variáveis ambientais garantindo seu estabelecimento (SILVA; GARCIA, 2020).

Na Análise de Correspondência Canônica CCA (Figura 12) mostra a relação das variáveis de solo, riqueza de espécies e abundância de *A. mangium* Willd, seu eixo 1 corresponde a uma variação de 41,04 % e o eixo 2 atende 24,06%. No que concerne ao eixo 1, no lado negativo, encontram-se a maioria das espécies nativas e menor abundância de *A. mangium* Willd, em solos mais férteis (cálcio [Ca], saturação de base [SB%], relação cálcio+magnésio [Ca+Mg] e matéria orgânica [MO]).

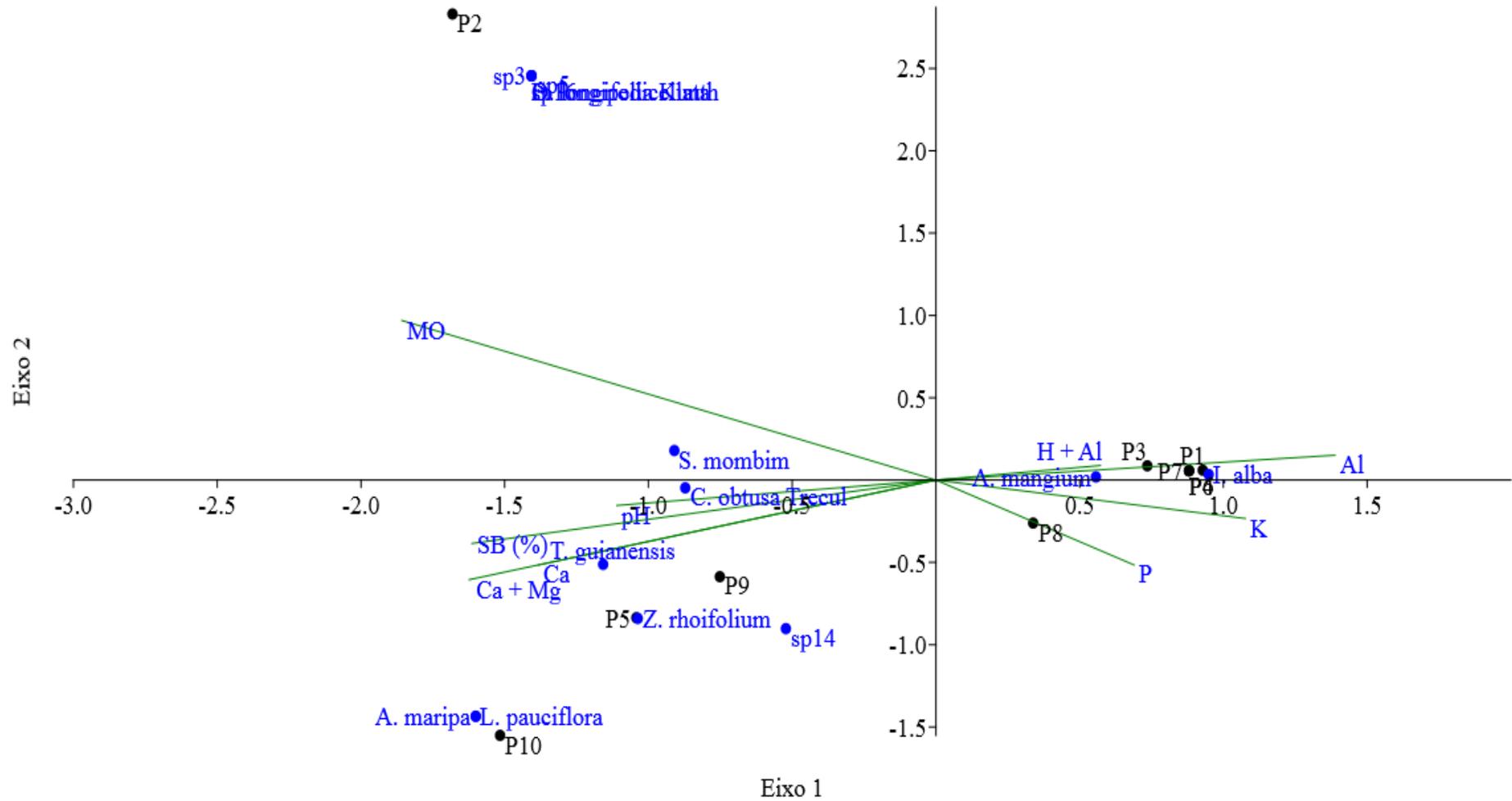
Este resultado foi diferente do encontrado por Souza *et al.* (2020) os quais evidenciam que as espécies nativas se distribuem equilibradamente sob a influência de *A. mangium* Willd, sem nenhuma sobreposição, apresentando seus processos ecológicos em equilíbrio, fornecendo estabelecimento favorável de indivíduos arbóreos no ecossistema (RICKLEFS, 2009; SOUZA, 2020).

Já no lado positivo do eixo 1 da CCA estão as parcelas com maior abundância de *A. mangium* Willd e menor número de espécies nativas dentro do fragmento. De acordo com estudos de plantios realizados por Rodrigues *et al.* (2016) áreas com maior número de indivíduos de *A. mangium* Willd, apresentam menores associações de grupos de espécies diferentes. Sua maior abundância está relacionada à menor fertilidade, maior acidez (fosforo [P], potássio [K], alumínio [AL] e acidez potencial [H+AL]). Em estudos feitos por Paula (2015) a maior abundância, associada às condições do ambiente tem relação com as taxas de fixação de nitrogênio [N₂] da *Acacia mangium* Willd possibilitando vantagem sobre espécies nativas.

Com base, nos resultados obtidos pela PCA e CCA, percebe-se que a espécie *A. mangium* Willd mantém estratégias de crescimento distintas, sejam na presença de variáveis do solo como fósforo (P), pH, potássio (K), alumínio (AL) e acidez potencial (H+AL), contribuindo para maior abundância da mesma, influenciando diretamente na riqueza de espécies nativas, em contrapartida, solos de maior fertilidade favorecendo o aumento da riqueza de espécies, diminui abundância de *A. mangium* Willd, contudo, seu crescimento individual permanece em relação a outro indivíduos arbóreos.

Apresentar tais características permite ter uma alta aptidão competitiva ao explorarem os recursos disponíveis e a capacidade de suportar e/ou adaptar-se aos estresses biótico e abiótico são cruciais para o potencial de um organismo em colonizar um novo habitat. No concernente à ocupação de áreas nativas indivíduos de *A. mangium* Willd dispõem de caráter oportunista, inibindo a regeneração de espécies nativas após perturbações locais.

Figura 12 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) produzida com as variáveis químicas e granulométricas do solo, abundância de *A. mangium* Willd e de espécies nativas no fragmento florestal analisado neste estudo.



Fonte: MATOS, D. C. L., 2022.

6 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados nesse estudo foram favoráveis à hipótese inicial de que maior abundância de *Acacia mangium* Willd influencia negativamente a riqueza de espécies nativas dentro de um fragmento de floresta secundária em Laranjal do Jari-Ap.

Maior abundância de *A. mangium* Willd está relacionada a estratégias de crescimento da espécie em solo mais ácido e de menor fertilidade no fragmento. Por outro lado, em solo com maior concentração de matéria orgânica, macronutrientes e menor acidez propiciaram o aumento da riqueza de espécies nativas e menor abundância de *A. mangium* Willd.

A. mangium Willd se utiliza de estratégias de crescimento distintas para maximizar seu crescimento e abundância em diferentes condições do solo. Quando o pH e a concentração de fósforo no solo aumentam a espécie se utiliza de maior área foliar específica para intensificar suas taxas fotossintéticas estimulando maior crescimento. Porém, quando a acidez e toxicidade do solo são maiores a espécie investe em folhas maiores e mais espessas para capturar mais luz devido às suas folhas anfiestomáticas encurta os caminhos de difusão de CO₂ na folha possibilitando assim aumentar as taxas fotossintéticas em solos mais ácidos.

Por ser uma espécie fixadora de nitrogênio e associada a fungos micorrízicos, sua capacidade de capturar fontes de N e P, favorece a competir ecologicamente contra espécies não simbióticas, conferindo vantagem sobre as espécies nativas do fragmento em solos de menos férteis, promovendo seu rápido crescimento.

Vale ressaltar a importância de desenvolver ações de monitoramento e controle de espécies exóticas invasoras no fragmento analisado, para garantir a conservação da biodiversidade nativa e os processos ecossistêmicos dos quais elas dependem, em conformidade com seus objetivos de criação e manejo. Monitorando os indivíduos de *A. mangium* Willd, será possível conhecer suas taxas de expansão e utilizar estes dados para o controle, que uma vez iniciado é possível aprimorar as ações de recuperação, gerando novos conhecimentos e aumentando a efetividade de ações de manejo.

REFERÊNCIAS

- A.C.T.I. - ADVISORY COMMITTEE ON TECHNOLOGY INNOVATION. **Mangium and other fast-growing acacias for the Humid Tropics: a report of an Ad Hoc Panel.** Washington, D.C : National Academy Press, 1983, p. 62.
- AGUIAR JR., A. *et al.* Invasion of *Acacia mangium* in Amazonian savannas following planting for forestry. **Plant Ecology & Diversity**, v.7, 2014, p.359-369.
- ALBERIO, C.; COMPARATORE, V. Patterns of woody plant invasion in an Argentinean coastal grassland. **Acta Oecologica**, v. 54, 2014, p. 65-71.
- ANDRADE, B. O. *et al.* Boldrini, I. I.; Kollmann, J. Intraspecific trait variation and allocation strategies of calcareous grassland species: results from a restoration experiment. **Basic and Applied Ecology**, v.15, n. 7, 2014, p. 590-598.
- ANGELINI, G. A. R. **Avaliação de fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrízicos para seleção de simbioses eficientes com leguminosas arbóreas do gênero *Acacia*.** Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2008.
- APAZA-QUEVEDO, A. *et al.* **Elevation, topography and edge effects drive functional composition of woody plant species in Tropical Montane Forests.** *Biotropica*. v. 47, n. 4, 2015, p. 449-458. DOI: 10.1111/btp.12232.
- ATTIAS, N; SIQUEIRA, M.F; BERGALLO, H.G. Acácias Australianas no Brasil: Histórico, Formas de Uso e Potencial de Invasão. **Biodiversidade Brasileira**. Brasília: ICMBIO v. 3, n. 2, 2013, p. 74-96.
- BALIEIRO, F. de C.; TONINI, H.; LIMA, R. A. de; **Produção científica brasileira (2007-2016) sobre *Acacia mangium* Willd.: estado da arte e reflexões.** *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 35, n. 1, jan./abr. 2018, p. 45-46.
- BRANCALION, P. H. S. *et al.* 2012. Estratégias para auxiliar na conservação de florestas tropicais secundárias inseridas em paisagens alteradas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém. v. 7, n. 3, 2012, p. 219-234.
- BROCKWELL, J. *et al.* Nitrogen Fixation in Acacias: an Untapped Resource for Sustainable Plantations, Farm Forestry and Land Reclamation. **Australian Centre for International Agricultural Research**, 2005.
- CALAÇA, A. M. & GRELLE, C. E. V. Diversidade funcional de comunidades: discussões conceituais e importantes avanços metodológicos. **Oecologia Australis**. v. 20, n. 4, 2016, p. 401-416. DOI: 10.4257/oeco.2016.2004.01.
- CAMARGO, M. A. B.; MARENCO, R. A. Density, size and distribution of stomata in 35 rainforest tree species in Central Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, 2011, p. 205- 212.

CARIM, S.; SCHWARTZ, G.; SILVA, M.F.F. da. Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 anos no leste da Amazônia. **Acta Botânica Brasileira**, v. 21, 2007, p. 293-308.

CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: ciências naturais**, Belém, v.7, 2012, p.195-218.

CHESSON, P. Mechanisms of maintenance of species diversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 31, 2000, p. 343-366.

CHOKKALINGAM, U.; DE JONG, W. **Secondary forest: a working definition and typology**. Indonesia: International Forestry Review, v.3, n.1, 2001, p. 21-24. ISSN: 1465-5489. Disponível em: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/secondaryforests.pdf. Acesso em: 18 ago. 2022.

CHUA, S.C. *et al.* Slow recovery of a secondary tropical forest in Southeast Asia. **Forest Ecology and Management**, n.308, 2013, p.153-160.

CIANCIARUSO, M.V., SILVA, I.A. & BATALHA, M.A. **Phylogenetic and functional diversities: new approaches to community Ecology**. Biota Neotrop, v. 9, n. 3, 2009.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bn/a/XY7DCLvLHgFnrsV8cjP8yDH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 set. 2022.

COMBALICER, M. S. *et al.* Physiological Characteristics of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth., *Acacia mangium* Willd. and *Pterocarpus indicus* Willd. in the La Mesa Watershed and Mt. Makiling, Philippines. **Journal of Environmental Science and Management**, v. 15, 2012, p. 14-28.

COSTALONGA, S. A. P. **Avaliação alelopática, mutagênica e fitoquímica de extratos vegetais de três espécies exóticas invasoras**. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo. UFES: Vitória, ES. 2017.

COSTELLO, D. A.; LUNT, I. D.; WILLIAMS, J. E. Effects of invasion by the indigenous shrub *Acacia sophorae* on plant composition of coastal grasslands in south-eastern Australia. **Biological Conservation**, v. 96, 2000, p. 113-121.

COUTINHO, C. H. O. *et al.* **Enriquecimento de floresta secundária para recuperação de Áreas alteradas e geração de renda em propriedades de Agricultura familiar**. Embrapa Eastern Amazon, 2009.

CUNHA NETO, F. V. da. **Qualidade do Solo em Área de *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, *Acacia mangium* Wild, *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, floresta secundária e pastagem, em Além Paraíba, MG**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. UFRRJ: Rio de Janeiro, 2010, p. 1-69.

DAVIES, M. A. **Invasion Biology**. Oxford University Press. 2009, p. 244. ISBN: 9780199218769.

DONOVAN, L. A. *et al.* The evolution of the worldwide leaf economics spectrum. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, 2011, p. 88-95.

DORAN, J. W.; SAFLEY, M. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In: PANKHURST, C.; DOUBE, B. M.; GRUPTA, V.V.S.R. (eds.). **Biological indicators of soil health**. CAB International, Wallingford, UK. 1997, p. 1-28.

DRAKE, P.L.; BOER, H. J.; SCHYMANSKI, S. J.; VENEKLAAS. Two sides to every leaf: water and CO₂ transport in hypostomatous and amphistomatous leaves. **New Phytologist**, v. 222, n. 3. 2018, p. 1179-1187. DOI: 10.1111/nph.15652.

ELESBON, A. A. A. *et al.* **Diagnóstico Científico do Rio Doce**. Colatina: Inova, 2015, p. 347.

EYLES, A. Ecophysiology of Acacia species in wet–dry tropical plantations. **Southern Forests: J. Forest Sci**, v. 77, n.3, 2015, p. 1-10. DOI: 10.2989/20702620.2015.1063030.

FAO. **A guide for seed handling with special reference to the tropics**. FAO Forestry Paper 20/2. Roma, 1987.

FERNANDES, Janaina de F. **Variação de atributos funcionais e sua influência no desempenho de espécies arbóreas reintroduzidas em áreas degradadas**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos. 2018. p. 20.

FINEGAN, B. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. **Forest Ecology and Management**, v.47, 1992, p.295- 231.

GILLISON, A. N. Plant functional types and traits at the community, ecosystem and world level. In: VAN der MAAREL, E., FRANKLIN, J. **Vegetation Ecology**. Wiley BlackWell, 2013, p. 347-386.

GODINHO, T. de O. Fertilidade e frações de fósforo em solos sob povoamentos mono-específicos e mistos de *Eucalyptus* e *Acacia mangium*. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2015.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, n.148, 2001, p.185-206.

HARWOOD, C.E.; HARDIYANTO; E.B.; YONG, W.C. Genetic improvement of tropical acacias: achievements and challenges. **Southern Forest: a Journal of Forest Science**, v.77, 2015, p.11-18. DOI: 10.2989/20702620.2014.999302.

HEGDE, M.; PALANISAMY, K.; YI, J.S. *Acacia mangium* Willd. A fast growing tree for tropical plantation. **J. Forest Environ. Sci**, v. 29, n. 1, 2013, p. 1-14. DOI: 10.7747/JFS.2013.29.1.1

INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL.

Acacia mangium. Disponível em:

<http://www.institutohorus.org.br/download/AR%20Plantas%20Horus/AR%20Plantas%20Acacia%20mangium.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2022.

KATTGE, J. *et al.* TRY – Um banco de dados global de características de plantas. **Global Change Biology**, v. 17, 2011, p. 2905-2935. DOI:10.1111/j.1365-2486.2011.02451.x

KEANE, R.M.; CRAWLEY, M.J. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. **Trends in Ecology and Evolution**. v. 17, n. 4, 1 abr. 2002, p. 164–170. DOI: 10.1016/S0169-5347(02)02499-0.

KRISNAWATI, H.; KALLIO, M.; KANNINEN, M. *Acacia mangium* Wild. ecology, silviculture and productivity. CIFOR, Bogor, Indonesia. **National Academy Press**, Washington, DC. 2011.

LAVOREL, S. *et al.* **Plant Functional Types: Are We Getting Any Closer to the Holy Grail?** In: Canadell J.G.; Pataki D.E.; Pitelka L. F.(eds) *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. The IGBP Series, Springer, Berlin, Heidelberg. 2007. DOI: 10.1007/978-3-540-32730-1_13

LIMA, R. M. B. de *et al.* **Zoneamento edafo-climático para plantio de espécies florestais de rápido crescimento na Amazônia**. Amazonas, Manaus: Embrapa-Amazônia Ocidental, 1999, p. 309-331.

MARENA. **Guía de especies forestales de Nicaragua**. 2002. Disponível em: <http://es.scribd.com/doc/60969339/Guia-de-Especies-Forestales>. Acesso em: dez. 2022.

MASLIN, B. R.; MCDONALD, M. W. **A key to useful Australian acacias for the seasonally dry tropics**. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia. 1996.

MATOS, Darley C. L.; FERREIRA, L. V.; CARLUCCI, M. B.; **Estratégias funcionais de *Macaranga angustifolia* (Benth.) R.S.Cowan para coexistir em florestas inundadas na Amazônia oriental**. *Rev. Espacios*. v. 39, n. 39, 19 maio 2018, p. 1-16. ISSN 0798 1015.

MCGILL, B. J. *et al.* **Rebuilding community ecology from functional traits**. *Science Direct: Trends in Ecology and Evolution*. v. 21, n. 4, abr. 2006. DOI: 10.1016/j.tree.2006.02.002

MCKOWN, A. D. *et al.* A role for speechless in the integration of leaf stomatal patterning with the growth vs disease trade-off in poplar. **New Phytologist**, v. 223, n. 4, 2019, p. 1888-1903.

MERCADO, Jr. *et al.* *Acacia mangium* as an intercrop in mixed tree-based contour hedgerow systems on sloping acid upland soils. **Aust. J. Bot**, v. 40, 2008, p. 37-48.

MORRIS, T.L. *et al.* Ecophysiological traits associated with the competitive ability of invasive Australian acacias. **Diversity and Distributions**, v. 17, 2011, p. 898–910.

MUIR, C. D. Is amphistomy an adaptation to high light? Optimality models of stomatal traits along light gradients. **Integrative and Comparative Biology**, v. 59, n. 3, 2019, p. 571-584. DOI: 10.1093/icb/icz085

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Mangium and other fastgrowing *Acacias* for the humid tropics. **National Academic Press**, Washington D.C., USA. 1983.

NEEFF, T. *et al.* **Area and age of secondary forests in Brazilian Amazonia 1978-2002: an empirical estimate.** *Ecosystems*. v.9, n.4. 2006, p. 609-623. DOI: 10.1007/s10021-006-0001-9.

NEPSTAD, D.C.; MOUTINHO, P. R. S.; MARKEWITZ, D. The recovery of biomass, nutrients stocks, and deep soil functions in secondary forests. In: MCCLAIN, M.; VICTORIA, R.; RICHEY, J. (Eds) **Biogeochemistry of the Amazon**. Oxford University Press: London, 2001, p. 416.

NETO, FELIPE V. da C. **Qualidade do Solo em Área de Mimosa artemisiana Heringer & Paula, Acacia mangium Wild, Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla, floresta secundária e pastagem, em Além Paraíba, MG.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. Seropédica, RJ. mar. 2010, p.16.

OTSAMO, A. *et al.* Effect of site preparation and initial fertilization on the establishment and growth of four plantation tree species used in reforestation of *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. Dominated grasslands. **For. Ecol. Manage**, v. 73, 1995, p. 271-277. DOI: 10.1016/0378-1127(94)03483-D.

PASSOS, G. B. dos; SILVA, D. A. da. **Florística, diversidade e estrutura populacional de Espécies arbóreas como suporte à educação ambiental.** VI Jornada de Iniciação Científica do Ifap. 2019.

PEREIRA, C. A.; VIEIRA, I. C. G. **A Importância das Florestas Secundárias e os Impactos de sua Substituição por Plantios Mecanizados de Grãos na Amazônia.** *Interciencia*, v. 26, n. 8, ago. 2001, p. 337. ISSN 0378-1844. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237033008_A_Importancia_das_Florestas_Secundarias_e_os_Impactos_de_sua_Substituicao_por_Plantios_Mecanizados_de_Graos_na_Amazonia. Acesso em: 17 ago. 2022.

PEREZ-HARGUINDEGUY, N. *et al.* New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 61, 2013, p. 167–234. DOI: 10.1071/BT12225.

PINTÓ-MARIJUAN, M. P.; MUNNÉ-BOSCH, S. M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends in Plant Science**, v. 18, 2013, p. 660-666.

POORTER, H.; GARNIER, E. Ecological Significance of Inherent Variation in Relative Growth Rate and Its Components. In: Pugnaire, F.; Valladares, F. (eds). **Functional Plant Ecology**. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 67-100.

RASCHER, K. G. *et al.* *Acacia longifolia* invasion impacts vegetation structure and regeneration dynamics in open dunes and pine forests. **Biological Invasions**, v.13, 2011, p.1099–1113.

REYES, M. G.; CARMONA, G. S. L.; FERNÁNDEZ, M. E. Aspectos fisiológicos y de aprovechamiento de *Acacia mangium* Willd. Uma revisão. **Revista colombiana de ciências Hortícolas**, v.12, n. 1, 2018, p. 244-253.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. ed. 5. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009, p. 503. ISBN: 978-85-277-0798-5.

RODRIGUES, K. de M. Fauna do solo ao longo do processo de sucessão ecológica em voçoroca revegetada no município de Pinheiral – RJ. **Ciência Florestal**: Santa Maria, v. 26, n. 2, 2016, p. 355-364. DOI: 10.5902/1980509822736.

RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, S. *et al.* Jack-of-all-trades and master of many? How does associated rhizobial diversity influence the colonization success of Australian *Acacia* species? **Diversity and Distributions**, v. 17, 2011, p. 946–957.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDI, I. B. **Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil**. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 2, 17 set. 2013, p. 33-36.

SCHWARTZ, G.; LOPES, J. DO C. **Florestas Secundárias: Manejo, distúrbios e sistemas agroflorestais**. (Org.). Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. Belém, PA: EDUFRA. 2017, p. 255-261. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073640>. Acesso em: 17 ago. 2022.

SEDGLEY, M. *et al.* Reproductive-biology and interspecific hybridization of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. (Leguminosae, Mimosoideae). **Aust. J. Bot.**, v. 40, n.1, 1992, p. 37-48. DOI: 10.1071/ BT9920037

SILVA, F. J. L. da; GARCIA, D. L. F. **Interpretações Ecológicas da Anatomia Foliar de *Acacia mangium* Willd (Fabaceae – Mimosoideae)**. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico. Jandaia, GO. v. 17, n. 31, 15 mar. 2020, p. 121. DOI: 10.18677/EnciBio_2020A10

SILVA, M. C. N. A. da; **Processos ecológicos e invasão biológica por *Acacia mangium* Willd. Nos ecossistemas de mussunungas**. Tese (Doutorado) – Universidade de Viçosa, Viçosa, MG. 2016. p. 24.

SOBOLESKI, V. F. *et al.* Variação de atributos funcionais do componente arbóreo em função de gradientes edáficos em uma floresta nebulosa no sul do Brasil. **Rodriguésia**, [S.L.], v. 68, n. 2, jun. 2017, p. 291-300.

SOBRINHO, T. R. G. *et al.* **Classificação climática conforme a metodologia Köppen do município de Laranjal do Jari/Amapá/Brasil**. VII CONNEOPI (Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação). Tocantins: Palmas, 2012, p. 1-7. Disponível em: [https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/4752/2077#:~:text=Figura%204%3A%20Temperatura%20m%C3%A9dia%20\(mensal,1992\)%2C%20para%20a%20regi%C3%A3o](https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/4752/2077#:~:text=Figura%204%3A%20Temperatura%20m%C3%A9dia%20(mensal,1992)%2C%20para%20a%20regi%C3%A3o). Acesso em: 29 ago. 2022.

SOUZA, A. M. de; *et al.*, Análise da influência da *Acacia mangium* Willd. (fabaceae, caesalpinioideae) na composição florística e diversidade de arbóreas da mata atlântica no distrito de helvécia, Bahia, Brasil. Cap. 10. In: Org. LEMOS; J. R. **Os percursos da botânica e suas descobertas**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

SOUZA, E. B. de; CUNHA, A. C. da. **Climatologia de precipitação no Amapá e mecanismos climáticos de grande escala**. In: CUNHA, A. C. da; SOUZA, E. B. de; CUNHA, H. F. A. (org.). Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do projeto REMETAP no Estado do Amapá. Macapá: IEPA, cap. 10, 2010, p. 177-195. Disponível em: <http://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/418>. Acesso em: 29 ago. 2022.

STARR, F.; STARR, K.; LOOPE, L. *Acacia mangium*. Mangium wattle. United States Geological Survey. **Biological Resources Division**. Haleakala Field Station, Maui, Hawai'i. 2003.

TAKASHIMA, T.; HIKOSAKA, K.; HIROSE, T. Photosynthesis or persistence: nitrogen allocation in leaves of evergreen and deciduous *Quercus* species. **Plant, Cell and Environment**, v. 27, 2004, p. 1047–1054.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa): Manual de Métodos de Análise de Solo**. ed. 3. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p.

TILMAN, D. **Resource Competition and Community Structure**. Princeton University Press: Princeton, 1982.

TONG, P. S. & NG, F. S. P. Effect of light intensity on growth, leaf production, leaf lifespan and leaf nutrient budgets of *Acacia mangium*, *Cinnamomum* spp., *Dysoxylum*, *Eusideroxylon* and *Shorea* spp. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 20, n. 3, 2008, p. 218-234.

TONINI, H.; ANGELO, D.H.; CONCEICAO, J.S.; HERZOG, F. A silvicultura da *Acacia mangium* em Roraima. In: TONINI, H.; HALFELD-VIEIRA, B. de A.; SILVA, S.J.R. da (Ed.). ***Acacia mangium*: características e seu cultivo em Roraima**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Boa Vista: Embrapa Roraima, 2010, p.76-99.

TURNBULL, J.W.; PINYOPUSARERK, K. **Recent developments in acacia planting. Proceedings of an International Workshop held in Hanoi, Vietnam**. ACIAR. Proceedings No, 1998, p. 82.

TYE, D. R. C.; DRAKE, D. C. An exotic Australian *Acacia* fixes more N than a coexisting indigenous *Acacia* in a South African riparian zone. **Plant Ecology**, v. 213, 2012, p. 251–257.

VIOLLE, C. *et al.* Let the concept of trait be functional! **Oikos**, v. 116, 2007, p. 882-892.

WERNER, C. *et al.* High competitiveness of a resource demanding invasive acacia under low resource supply. **Plant Ecol**, v. 206, 2010, p. 83–96.

WRIGHT, I. J. *et al.* The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428, 2004, p. 821-827.

XIE, D.; HONG, Y. Agrobacterium-mediated genetic transformation of *Acacia mangium*. **Plant Cell Rep**, v. 20, n. 10, 2002, p. 917-922. DOI: 10.1007/s00299-001-0397-9.

YAMASHITA, N.; OHTA, S.; HARDJONO, A. Soil changes induced by *Acacia mangium* plantation establishment: Comparison with secondary forest and Imperata cylindrical grassland soils in South Sumatra, Indonesia. **Forest Ecology and Management**, v.254, 2008, p.362–370.

YANG, L *et al.* **Facilitation by two exotic Acacia**: *Acacia auriculiformis* and *Acacia mangium* as nurse plants in South China. *For. Ecol. Manage*, v.257, n. 8, 2009, p. 1786-1793. Doi: 10.1016/j.foreco.2009.01.033.

ZAKARIA, I. *Acacia mangium* – Growing and utilization. MPTS Mono graph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand. **Reproductive biology**, 1993, p. 21-34.

ZAKARIA, I.; KAMIS, A. Comparison of floral morphology, flower production and pollen yield of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*, p. 26-29, 1991. En: Turnbull, J.W. (ed.). *Advances in tropical acacia research. Proceedings of an International Workshop*, Thailand, 1991, p. 11-15.