

**Zoneamento Topoclimático
do Taxi-branco (*Tachigali
vulgaris* L.F.) na Amazônia
Legal: Estratégias de
Planejamento com Metas de
Desenvolvimento Sustentável**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 435

Zoneamento Topoclimático do Taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal: Estratégias de Planejamento com Metas de Desenvolvimento Sustentável

*Lucieta Guerreiro Martorano
Daiana C. M. Tourne
Leila Sheila Lisboa
Vanessa Gomes de Sousa
Leonardo S. dos Santos
Silvio Brienza Júnior*

Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
CEP 66095-903 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Bruno Giovany de Maria*
Secretária-Executiva: *Ana Vânia Carvalho*
Membros: *Luciana Gatto Brito*
Alfredo Kingo Oyama Homma
Sheila de Souza Corrêa de Melo
Andréa Liliane Pereira da Silva
Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Supervisão editorial e tratamento de imagens: *Vitor Trindade Lôbo*
Copidesque e revisão de texto: *Izabel Cristina Drulla Brandão*
Normalização bibliográfica: *Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves*
Edição eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*
Foto da capa: *Vanessa Gomes de Souza*

1ª edição

Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Amazônia Oriental

Zoneamento topoclimático do taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal : estratégias de planejamento com metas de desenvolvimento sustentável / Lucieta Guerreiro Martorano... [et al.]. — Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2018.
70 p. ; 15 cm x 21 cm. — (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513 ; 435).

1. Taxi-branco. 2. *Tachigali vulgaris* L.F. 3. Desenvolvimento sustentável. 4. Zoneamento topoclimático. I. Martorano, Lucieta Guerreiro. II. Embrapa Amazônia Oriental. III. Série.

CDD 631.47

© Embrapa 2018

Autores

Lucieta Guerreiro Martorano

Engenheira-agrônoma e meteorologista, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Daiana C. M. Tourne

Engenheira Florestal, doutoranda em Ecologia Aplicada Esalq/Cena, Piracicaba, SP

Leila Sheila Lisboa

Matemática, doutora em Engenharia de Sistemas Agrícolas, pós-doutoranda Capes/Embrapa/UFGA, Belém, PA

Vanessa Gomes de Sousa

Engenheira Florestal, mestre em Ciências Ambientais, Belém, PA

Leonardo S. dos Santos

Geógrafo, mestre em Ciências Ambientais, Belém,
PA

Silvio Brienza Júnior

Engenheiro Florestal, doutor em Agricultura
Tropical, pesquisador da Embrapa Amazônia
Oriental, Belém, PA

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) / Ações Transversais (0142024289)¹; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) / processo 520058/2011-9² e à Fundação Arthur Bernardes (Funarbe)³, pelo apoio à realização do trabalho.

¹ Fonte financiadora: Convênio/Finep nº 01.11.0013-00 – Projeto Uniformização do Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal.

² Financiador de bolsas de desenvolvimento tecnológico.

³ Execução financeira.

Apresentação

O desenvolvimento de instrumentos capazes de orientar ações de gestão na Amazônia sempre foi alvo de estudos na pesquisa brasileira. Com os avanços tecnológicos, intensa perda da biodiversidade pelo desmatamento e cenários de mudanças climáticas, o uso de geotecnologias e geração de produtos a partir destas trazem uma nova perspectiva para alcançar uma gestão eficiente dos recursos naturais em uma região com extensão continental como a Amazônia. Todavia, a Embrapa, uma empresa de pesquisa pública visionária, prioriza não somente a conservação das áreas naturais florestadas, mas também o uso sustentável em áreas destinadas a sistemas agrossilviculturais e pastoris.

Nesse sentido, o Ministério do Meio Ambiente e a Embrapa vêm trabalhando em parceria no Projeto de Uniformização do Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal (UZEE) para apontar áreas aptas ao plantio de espécies agrícolas e florestais a serem utilizadas em monocultivos e sistemas integrados. Essa estratégia busca atender as demandas mundiais estabelecidas na COP21, ao direcionar a seleção de espécies, as áreas restauráveis e os investimentos; ao aumentar as áreas utilizáveis, a diversidade genética, o aproveitamento de matéria-prima e a produtividade em menor área; ao reduzir os custos, as contribuições brasileiras nas emissões de Gases de Efeito Estufa e os impactos ao meio ambiente.

Neste volume da série Documentos, apresenta-se o zoneamento topoclimático do taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.), uma espécie nativa da Amazônia e promissora para o setor energético; descrevem-se os diversos serviços ambientais e potencialidade de uso da espécie; compartilham-se os conhecimentos discutidos e processos metodológicos para integração de variáveis, análises, critérios e ponderações utilizados. Por fim, o documento contribui para estabelecer diretrizes de planejamento em arranjos produtivos, capazes de recompor paisagens em vias de degradação na Amazônia, inclusive ampliando a conectividade entre as áreas com floresta na região

Adriano Venturieri

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Zoneamento Topoclimático do Taxi-branco (<i>Tachigali vulgaris</i> L.F.) na Amazônia Legal: Estratégias de Planejamento com Metas de Desenvolvimento Sustentável.....	11
Introdução	11
Características da espécie	14
Serviços ecossistêmicos oferecidos pela espécie.....	16
Potencialidades de uso	21
Material e métodos.....	28
Resultados e discussões	36
Conclusão	55
Diretrizes para o planejamento de plantios de taxi-branco na Amazônia Legal	56
Referências.....	58

Zoneamento Topoclimático do Taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal: Estratégias de Planejamento com Metas de Desenvolvimento Sustentável

Lucieta Guerreiro Martorano

Daiana C. M. Tourne

Leila Sheila Lisboa

Vanessa Gomes de Sousa

Leonardo S. dos Santos

Silvio Brienza Júnior

Introdução

A riqueza biológica, assim como as diversidades ecológicas e culturais no bioma Amazônia são características que merecem destaque, incluindo-a como uma das áreas mais exuberantes e, ao mesmo tempo, mais frágeis do planeta. No entanto, somente na Amazônia brasileira, que abrange 64% do bioma, foram desmatados 413.505 km² nos últimos 27 anos, conduzidos pelo crescimento populacional, produção de alimentos e geração de energia elétrica (LEES et al., 2016; PRODES, 2015). As mudanças quanto ao uso do solo têm sido apontadas como as principais forçantes para a perda de biodiversidade nessa região (MOURA et al., 2013).

Estudos (MARENGO et al., 2011; SWANN et al., 2015) têm indicado que o desmatamento promove consequências multiescalares sobre os fluxos de energia e de água, assim como perturbações na dinâmica da atmosfera. De tal modo, no contexto das mudanças climáticas globais, torna-se inquestionável a importância da Amazônia no efeito escala do sistema climático (MARTORANO et al., 2016).

No Acordo de Paris, aprovado na 21ª Conferência das Partes (COP-21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em 2015, o Brasil assumiu compromissos, entre eles o de reduzir as emissões e desenvolver práticas de adaptação nos setores de uso da terra, agropecuária e energias renováveis. Na agenda de conservação e restauração, foram estabelecidas metas para restaurar e reflorestar até 2030 uma área de 12 milhões de hectares de florestas para uso múltiplo, 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e 5 milhões de hectares com sistema de produção que contemple os pressupostos de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, que está em conformidade com o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2015).

A pesquisa brasileira vem avançando no desenvolvimento e transferência de tecnologia de sistemas de produção agrícola, pecuária e florestal mais sustentáveis, como a produção integrada (BRIENZA JÚNIOR et al., 2011; MARTORANO et al., 2016), o plantio direto (FREITAS; LANDERS, 2014), a agricultura orgânica (BOLFE; BATISTELLA, 2011), a integração lavoura-pecuária-floresta (FERNANDES, 2015; MACHADO et al., 2011), a conservação do solo e recuperação de áreas degradadas (LUIZÃO et al., 2009; WADT, 2003). Entretanto, esses sistemas podem ser muito mais eficazes se os gradientes climáticos e ecológicos, responsáveis pela limitação e permanência das espécies nativas, forem identificados e utilizados como base para o desenvolvimento de instrumentos de adequação em propriedades rurais na Amazônia, como o zoneamento.

Nesse sentido, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio do Projeto de Uniformização do Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia

Legal (UZEE), buscam fortalecer o sistema de gestão na Amazônia disponibilizando a indicação de espécies mais adaptadas à região e de áreas aptas para o cultivo.

A avaliação topoclimática é uma técnica orientada ao zoneamento, baseada na ocorrência da espécie, ou seja, na resposta da planta às condições do ambiente, o local onde ocorre os processos de troca, transferência e conversão de matéria e energia (MARTORANO et al., 2011). Os avanços computacionais e a disponibilidade de ferramentas geoespaciais têm contribuído intensamente para essas avaliações, permitindo análises complexas (MONTEIRO, 2013). Desse modo, os efeitos dos gradientes topoclimáticos podem ser utilizados em diversas aplicações, como para explicar a distribuição de espécies (ASHCROFT et al., 2014), para previsões climáticas (SANTIBÁÑEZ et al., 1997), para otimizar a silvicultura (TOURNE et al., 2016), em projetos arquitetônicos sustentáveis (BARBOSA et al., 2012), para o suporte à inclusão de espécies em arranjos produtivos (MARTORANO et al., 2014), entre outras.

A recomposição de novas paisagens na Amazônia e o comprimento das metas mundiais requer um criterioso planejamento brasileiro, onde a academia, a pesquisa e a sociedade estejam envolvidas na tomada de decisão. A seleção de espécies potenciais para fins comerciais (reflorestamento) ou ambientais (restauração ou recuperação) é umas das etapas centrais do projeto de recomposição que demanda conhecimento sobre as espécies (CARVALHO, 2010).

Em geral, as espécies são escolhidas pelas facilidades dos tratamentos silviculturais, disponibilidades de mudas, uso múltiplo (madeireiro ou não madeireiro) e oportunidades de mercados. Todavia, fatores essenciais como as condições topoclimáticas e edáficas são pouco conhecidos ou não considerados, o que pode acarretar o insucesso em projetos que incluam tais espécies em plantios florestais. Contrariamente, evidências de desempenho foram obtidas por Martorano et al. (2016), que instalaram um experimento em sistema

integrado soja (*Glycine max* L.) e paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) em áreas potenciais à espécie florestal, identificadas no zoneamento no Estado do Pará desenvolvido por Monteiro (2013).

Em função da demanda mundial para uso de espécies energéticas, escolheu-se o taxi-branco⁴ (*Tachigali vulgaris* L.F. & H.C), uma leguminosa arbórea nativa da Amazônia, para desenvolvimento das avaliações topoclimáticas e elaboração de zoneamento para a espécie. Diversos estudos apontam a espécie como fonte de biomassa florestal com excelente qualidade para a produção de carvão vegetal, crescimento rápido, produção de folhas e ramos abundantes, simbiose nitrogenada, bem como boa adaptação aos solos pobres e ácidos que ocorrem na Amazônia (BRIENZA JÚNIOR et al., 2011).

Assim, os objetivos nesse trabalho são: a) apresentar os procedimentos metodológicos realizados para as avaliações topoclimáticas do taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.); b) elaborar o zoneamento de áreas potenciais para a espécie no Estado do Pará; c) estabelecer diretrizes de planejamento para a inclusão dessa espécie em sistemas produtivos sustentáveis.

Características da espécie

Tachigali vulgaris L.F. Gomes da Silva & H.C. Lima (taxi-branco) integra a família das leguminosas (Fabaceae) na forma de vida arbórea. Na literatura, também é possível encontrá-lo com a antiga nomenclatura de *Sclerolobium paniculatum* Vogel, cuja alteração ocorreu por motivos de inclusão do gênero *Sclerolobium* em *Tachigali* (SILVA; LIMA, 2007). A espécie é intolerante à sombra, ocorre na região amazônica, em matas de terra firme, em áreas de transição nos cerrados e cerradões (Figura 1).

⁴ Grafia de acordo com o *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*. Taxi: palavra de origem indígena (tacy, taci, taixi, tahýi) para formiga.



Foto: Daiana C. M. Tourne

Figura 1. Regeneração natural de *T. vulgaris*.

Normalmente, inicia a sucessão secundária em áreas abertas e não atrai formigas como, ao contrário, é o caso do taxi-vermelho (*Sclerolobium melanocarpum* Ducke) (SOUZA et al., 2004a). O crescimento do taxi-branco é considerado rápido, incremento médio anual em altura de $2,5 \text{ m.ano}^{-1}$ e em diâmetro $3,4 \text{ cm.ano}^{-1}$ (YARED, 1990), apresenta altas taxas de sobrevivência em solos pobres e bem drenados, elevada produção de serapilheira e capacidade de associação com bactérias

fixadoras de nitrogênio atmosférico, entre outras características que fazem dessa espécie uma alternativa para recuperação em áreas afetadas por alteração antrópica (BRIENZA JÚNIOR et al., 2011; MOCHIUTTI; QUEIROZ, 2006).

A madeira é classificada de densidade média ($0,6 \text{ g.cm}^{-3}$). A espécie tem se destacado como fonte promissora de biomassa para produção de energia, com características comparáveis ao *Eucalyptus sp.* Aos oito anos de plantio, apresenta rendimento de carvão em volume de 55% e poder calorífico de $4,39 \text{ kcal.kg}^{-1}$. Não apresenta diferenças significativas entre a madeira de indivíduos obtidos na floresta e obtidos em plantios (MOCHIUTTI et al., 1999; TOMASELLI et al., 1983).

Nos últimos anos, outras potencialidades do taxi-branco têm sido estudadas, como produção de etanol, bio-óleo, hidrogênio, gás de síntese e biochar, com objetivo de diversificar as fontes bioenergéticas brasileiras e agregar valor em cadeias produtivas. Entre as espécies estudadas, o taxi-branco é a única árvore nativa da Amazônia escolhida como alternativa aos plantios de *Eucalyptus*, devido aos conhecimentos tecnológicos já existentes dessa espécie (AGROENERGIA..., 2012).

Serviços ecossistêmicos oferecidos pela espécie

Após a publicação *Ecossistemas e Bem-Estar Humano* (REID et al., 2005), o termo “serviço ecossistêmico” passou gradualmente da esfera acadêmica para o quadro político e de governança ambiental (MERAL; PESCHE, 2016). Segundo essa avaliação, o funcionamento dos ecossistemas é dividido em quatro categorias de serviços oferecidos pela natureza para o bem-estar humano: provisão, regulação, cultural e suporte.

Nas agendas internacionais, a temática dos serviços ecossistêmicos perpassa pelas avaliações econômicas e monetárias da biodiversidade (MERAL; PESCHE, 2016). O Brasil, por sua vez, tem avançado no

desenvolvimento de ações, projetos e programas de pagamentos por serviços ecossistêmicos, fomentados por fontes públicas (GUEDES; SEEHUSEN, 2011; KOSMUS et al., 2012) e por fontes privadas sem fins lucrativos (WHATELY; HERCOWITZ, 2008; YOUNG; BAKKER, 2015). No entanto, muitos benefícios ecossistêmicos não são considerados nas decisões econômicas, por não existir um mercado e por não haver um planejamento que os considerem, calcule e associe-os às políticas de mercados existentes, como a produção de flores, sementes (Figura 2) e madeira para produção de energia.



Foto: Daiana C. M. Tourne

Figura 2. *T. vulgaris* em período de frutificação.

No plantio de árvores, os serviços ecossistêmicos do taxi-branco são considerados ambientais pela relação de dependência com as atividades humanas e os comumente valorados são os de provisão (madeira e alimento) e regulação (clima). Entretanto, diversos outros benefícios podem ser avaliados, valorados e difundidos entre os produtores rurais, como instrumentos de transformação da sociedade pela diversificação de fonte de renda, conscientização ambiental e conservação da biodiversidade.

O taxi-branco é considerado uma espécie de uso múltiplo. A madeira é o principal produto de **provisão** comumente utilizado para produção de energia pelas indústrias e pelas comunidades tradicionais na Amazônia. A produção estimada de Carvão é $140 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ após oito anos de plantio no espaçamento 3 m x 2 m (MOCHIUTTI et al., 1999). Nas indústrias siderúrgicas, o carvão vegetal tem sido usado para produzir aço, com aproximadamente 11% da produção brasileira obtida a partir do uso do carvão vegetal em alto forno (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2012). As empresas apontam que os investimentos em florestas plantadas e uso da biomassa florestal poderiam ser maiores, pois há disponibilidade de terras degradadas e de baixo valor para agricultura que poderiam estar sendo utilizadas. No entanto, a procura por essências com elevada produtividade mássica por hectare/ano, embargos legislativos e falta de políticas viáveis para o setor tornam-no menos atrativo (ESTUDO..., 2008).

Na carpintaria, a madeira apresenta também outras utilidades, como para a produção de mourões e estacas (SOUZA et al., 2004b). As estacas podem servir como alternativa de fonte de renda e redução de custo em cultivos suspensos, como pimentais (*Piper* sp.) e maracujazeiros (*Passiflora* sp.), pois a aquisição de estacas novas representa 45,2% dos custos nesses cultivos (GOMES et al., 2007).

Com o aumento da demanda por florestas energéticas, o *T. vulgaris* pode ser uma espécie de destaque na produção de mudas em viveiros florestais. As sementes apresentam dormência, portanto recomenda-se a escarificação mecânica das sementes com potencial de germinação de 7 dias (PILON et al., 2012). As maiores taxas de crescimento das plântulas são observadas em ambiente com 50% de luminosidade (FREITAS et al., 2012), porém as mudas apresentam desenvolvimento inicial reduzido em áreas alagadas (CONCEIÇÃO et al., 2013).

Entre as principais contribuições ambientais dos plantios de taxi-branco estão os serviços de **regulação térmica e provisão de biomassa, flores e sementes** (Figura 3). A espécie possui estrutura arbórea e foliar que proporciona rápida cobertura do dossel, assim, com o sombreamento

do solo florestal, ocorre um controle natural de invasoras. O manejo de plantas daninhas em florestas plantadas representa 25% dos custos de implantação, apontado como um fator de preocupação dos silvicultores, pois essas plantas competidoras podem provocar redução de 50% a 80% no crescimento da planta (GOULART et al., 2015). Esse serviço ambiental de regulação oferecido pelo taxi-branco pode ser utilizado para reduzir as aplicações de defensivos agrícolas e minimizar o impacto do processo erosivo das chuvas sobre o solo.



Foto: Acervo do Projeto Rede Biomassa

Figura 3. Folhas e inflorescência de *T. vulgaris*.

A espécie pertence à família das fabáceas e tem capacidade de fazer associação com micro-organismos, conseqüentemente proporciona um aporte de nitrogênio no solo ($117,0 \text{ kg.ha}^{-1}$) superior às áreas de florestas secundárias ($51,4 \text{ kg.ha}^{-1}$) aos 9 anos de plantio. Além disso, a elevada produção de serapilheira (9.646 kg.ha^{-1}) e decomposição de raízes são as mais importantes vias de matéria orgânica no solo, a qual contribui para restaurar propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (MOCHIUTTI et al., 2006).

O teor de carbono no solo e a capacidade de troca de cátions (CTC) são atributos do solo que apresentam incrementos significativos em plantios de taxi-branco. As florestas plantadas de crescimento rápido e os solos florestais têm sido assinalados como principais meios de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para sequestrar e armazenar o carbono atmosférico (UNITED NATIONS, 2016).

Os plantios de taxi-branco têm igualmente a capacidade de prover serviços **culturais** pelo incentivo ao plantio de espécies nativas. Os produtos oferecidos e a possibilidade de consórcio com outras culturas fazem do *T. vulgaris* uma espécie de fácil aceitação pelos produtores rurais amazônicos. A ecologia da espécie pode também ser mais conhecida se o taxi-branco for utilizado em programas de educação ambiental, reflorestamento e arborização.

A sociedade pode ainda usufruir dos benefícios oferecidos pelas árvores como aumento do conforto térmico nas cidades, atração da fauna, inspiração para arte em pintura, fotografia, dança, aulas ao ar livre, locais de entretenimento, necessidades espirituais, psicológicas e estéticas (GUEDES; SEEHUSEN, 2011). Esses são serviços culturais ainda pouco valorados nas políticas de pagamentos por serviços ambientais.

Como suporte, os plantios de *Tachigali vulgaris* podem contribuir para perpetuação e variabilidade genética da espécie, quando não utilizados para fins comerciais. Plantios próximos às áreas de preservação permanente (APPs), quando consorciados a outras espécies, também atuam como corredores ecológicos para a fauna e flora. Quando bem manejados, os plantios permitem que outros processos ecológicos ocorram ao longo do tempo, como acúmulo de matéria orgânica no solo, ciclagem de nutrientes, regulação do microclima, diversidade de micro-organismos, atração de polinizadores e dispersão de sementes, entre outros.

A diversidade de serviços oferecidos por *Tachigali vulgaris* foi esquematizada no diagrama da Figura 4.



Figura 4. Potencialidades de serviços ambientais oferecidos pela inclusão do taxi-branco em sistemas produtivos.

Potencialidades de uso

Em face dos atributos associados ao taxi-branco, do conhecimento tecnológico e do interesse comercial sobre a espécie, o zoneamento de áreas com maior adequabilidade para plantio é um instrumento necessário na gestão de áreas alteradas da Amazônia e desenvolvimento de políticas públicas que têm o envolvimento de diversos setores.

Uso da terra

Os plantios de taxi-branco podem ser utilizados como meios para implementação do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), conforme a Tabela 1. Além de regularizar e diversificar o uso das propriedades rurais, os plantios de árvores também reduzem as pressões antropogênicas (Figura 5) sobre as florestas nativas.

Tabela 1. Trechos do novo Código Florestal brasileiro referentes ao plantio de espécies nativas⁵.

Interesse social

Art. 3º, inciso IX, alínea b) a exploração agroflorestal sustentável praticada na pequena propriedade ou posse rural familiar ou por povos e comunidades tradicionais, desde que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área.

Atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental

Art. 3º, inciso X, alíneas:

h) coleta de produtos não madeireiros para fins de subsistência e produção de mudas, como sementes, castanhas e frutos, respeitada a legislação específica de acesso a recursos genéticos;

i) plantio de espécies nativas produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais, desde que não implique supressão da vegetação existente nem prejudique a função ambiental da área.

Área verde urbana

Art. 3º, inciso XX – espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais.

Da Delimitação da Área de Reserva Legal

Art. 13, inciso II – ampliar as áreas de Reserva Legal em até 50% (cinquenta por cento) dos percentuais previstos nesta Lei, para cumprimento de metas nacionais de proteção à biodiversidade ou de redução de emissão de gases de efeito estufa.

Continua...

⁵ Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Tabela 1. Continuação.**Da exploração florestal**

Art. 33, parágrafo 4º – A reposição florestal será efetivada no Estado de origem da matéria-prima utilizada, mediante o plantio de espécies preferencialmente nativas, conforme determinações do órgão competente do Sisnama.

Do controle da origem dos produtos florestais

Art. 35, parágrafo 1º – O plantio ou reflorestamento com espécies florestais nativas ou exóticas independem de autorização prévia, desde que observadas as limitações e condições previstas nesta Lei, devendo ser informados ao órgão competente, no prazo de até 1 (um) ano, para fins de controle de origem.

Art. 35, parágrafo 3º – O corte ou a exploração de espécies nativas plantadas em área de uso alternativo do solo serão permitidos independentemente de autorização prévia, devendo o plantio ou reflorestamento estar previamente cadastrado no órgão ambiental competente e a exploração ser previamente declarada nele para fins de controle de origem.

Da agricultura familiar

Art. 54 – Para cumprimento da manutenção da área de reserva legal nos imóveis a que se refere o inciso V do art. 3º, poderão ser computados os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais.

Das Áreas Consolidadas em Áreas de Preservação Permanente

Art. 61-A, parágrafo 13 – A recomposição de que trata este artigo poderá ser feita, isolada ou conjuntamente, pelos seguintes métodos: I – condução de regeneração natural de espécies nativas; II – plantio de espécies nativas; III – plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas; IV – plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recomposta.

Das Áreas Consolidadas em Áreas de Reserva Legal

Art. 66, parágrafo 3º – A recomposição de que trata o inciso I do caput poderá ser realizada mediante o plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal, observados os seguintes parâmetros.



Foto: Daiana C. M. Tourne

Figura 5. Diferentes usos do solo: cultivo de dendê (*Elaeis guineensis*) e remanescentes florestais ao fundo, no Município de Acará, PA.

Agropecuária

Setor dos mais importantes para a economia do Brasil, o agropecuário tem o grande desafio de aumentar a produtividade e reduzir a expansão de áreas cultivadas sobre áreas florestadas, em um cenário em que o complexo da soja e as carnes ocupam o primeiro e segundo lugar nas exportações brasileiras. Segundo as estimativas da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, as exportações totais do setor atingiram a marca de US\$ 89 bilhões em 2016 (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2016).

A ciência brasileira vem desenvolvendo estratégias para aumentar a longevidade produtiva das pastagens, suprir as carências de tecnologias de manejo e recuperar áreas degradadas resultantes de um processo de expansão de agropecuária associado ao abandono de áreas improdutivas e ao aumento do desmatamento (DIAS-FILHO, 2015; MACHADO et al., 2011).

Nesse contexto, a adoção de sistemas integrados traz novas oportunidades para o setor agropecuário na Amazônia (Figura 6). Os princípios adotados e as experiências de sucesso nos sistemas de produção Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e Integração Pecuária-Floresta destacaram-se entre as práticas com potencial para mudança de paradigma da região e de mitigação de gases de efeito estufa (BALBINO et al., 2011; FERNANDES, 2015).



Foto: Acervo do Projeto Rede Biomassa

Figura 6. Plantio de *T. vulgaris* em Vigia, PA, aos 2,6 anos com altura média de 7,3 m.

O componente florestal geralmente é inserido em sistemas integrados nos quais a pecuária ou a agricultura são principais atividades, portanto poucos são os investimentos para aumentar o rendimento silvicultural e a diversificação de produtos florestais nesses sistemas. Em geral, os clones do gênero *Eucalyptus* são os mais utilizados devido aos conhecimentos técnico-científicos amplamente difundidos; o mogno africano (*Khaya ivorensis*) e o paricá (*Schizolobium parahyba*

var. *amazonicum*) também têm apresentado bons desempenhos (SILVA et al., 2011; VELOSO et al., 2016). O taxi-branco apresenta características que se enquadram entre as determinantes para inserção nos sistemas integrados, no entanto ainda tem sido pouco utilizado.

Energia

O Brasil dispõe de uma matriz energética predominantemente renovável, com destaque para as fontes hidráulica (65,2%), biomassa (7,3%) e eólica (2,0%), que representam 74,5% da oferta total (Tabela 2). A biomassa vegetal ocupa a terceira principal fonte de energia brasileira, superada apenas pelo gás natural – fonte de energia de origem fóssil (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015).

Tabela 2. Matriz energética brasileira.

Renováveis	%	Não renováveis	%
Hidráulica	65,02	Gás Natural	13
Biomassa	7,3	Derivados de Petróleo	6,9
Eólica	2,0	Carvão mineral e derivados	3,2
Solar	0,01	Nuclear	2,5

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015).

A biomassa agrícola é responsável pela produção em larga escala da energia elétrica e biocombustíveis (BERGMANN et al., 2013) e a biomassa florestal normalmente é utilizada para processos de cogeração industrial ainda de maneira incipiente, devido à dispersão e mistura de matéria-prima, onde qualquer resíduo florestal é considerado biomassa. Geralmente são utilizadas em unidades de pequeno porte, isoladas e distantes dos grandes centros, e também pela associação ao desflorestamento (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015).

As florestas plantadas apresentam-se como potenciais alternativas para esse setor, pois possibilitam maior controle de produtividade, de geração e aproveitamento de subprodutos (Figura 7), tais como carvão vegetal,

alcatrão, lixívia negra e ácido pirolenhoso, assim como a transformação da gaseificação em um processo limpo. No entanto, o mercado florestal concentra-se na exploração de monocultivos de *Eucalyptus*. Cerca de 70% das florestas plantadas são destinadas para fins de produção de papel e celulose (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS, 2013).



Foto: Vanessa Gomes de Sousa

Figura 7. Tronco de *T. vulgaris* aos 4 anos de plantio.

Árvores nativas, como o taxi-branco – espécie cujos aspectos ecológicos e silviculturais são bem conhecidos, assim como o seu crescimento em unidades experimentais avaliadas (BRIENZA JÚNIOR et al., 2011; CARPANEZZI et al., 1983) –, podem ser adotadas como espécies prioritárias e estratégicas para plantios. Existe alta demanda do setor florestal, oriunda tanto do pequeno produtor quanto dos grandes empreendedores rurais, para recomposição de áreas degradadas que agreguem valor econômico e ambiental na Amazônia.

Todavia, para que os plantios de nativas sejam aceitos e difundidos na Amazônia, são necessários maiores investimentos em planejamento florestal. O zoneamento de áreas potenciais para o plantio de

árvores na Amazônia é uma estratégia de planejamento que requer conhecimentos previamente adquiridos sobre a área de distribuição da espécie e dos gradientes ambientais limitantes ao estabelecimento dos plantios para redução de riscos. Conseqüentemente, outros setores, como o industrial, serão fortalecidos pelo suprimento de matéria-prima de qualidade, geração de novas atividades econômicas e baixa emissão de carbono.

Material e métodos

Organização da base de dados

Ocorrências do taxi-branco

As coordenadas dos pontos de ocorrência da espécie na Amazônia Legal foram investigadas na literatura, em planos de manejo, em expedições de campo, em banco de dados de pesquisadores e no Herbário IAN⁶, este sob responsabilidade da Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA), unidade descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que disponibiliza informações sobre a flora amazônica no seguinte endereço eletrônico: <http://brahms.cpatu.embrapa.br/herbario/Explore>.

Também foram pesquisados inventários do Projeto RadamBrasil realizados nas décadas de 1970 a 1980, que apresentam riquíssimas informações sobre a flora amazônica. Os períodos de floração da espécie obtidos no Herbário IAN foram igualmente associados às ocorrências e às variáveis climáticas na tabela de atributos, a fim de identificar variações. Posteriormente, as ocorrências foram espacializadas e padronizadas com o sistema de projeção geográfica Lat/Long e datum WGS-1984, e organizadas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

⁶ Instituto Agronômico do Norte (IAN), criado em 1939, transformado em 1962 no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (Ipean) e este, em 1975, na Embrapa Amazônia Oriental.

Variáveis topoclimáticas

Para esse conjunto de dados climáticos foram utilizados os dois tipos de formatos existentes para a representação de informações no espaço geográfico: dados vetoriais disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009) e pela Agência Nacional de Águas (ANA), e dados matriciais oriundos da plataforma global *WorldClim Global Climate Data* que disponibiliza dados topoclimáticos interpolados a uma resolução espacial de 1km (HIJMANS et al., 2005).

Os dados vetoriais baseiam-se em séries históricas do Inmet com séries de 30 anos das normais climatológicas (1961-1990), disponibilizadas em intervalo de confiança de 95% e erro padrão $\pm 1,96$. Os dados matriciais do *Worldclim* fornecem uma superfície gerada por meio de dados interpolados representativos do período de 1950 a 2000. As variáveis climáticas selecionadas para esse estudo foram a temperatura do ar (máxima, média e mínima), a precipitação pluvial e a umidade relativa do ar.

Os dados topográficos foram obtidos por meio do Modelo de Elevação Global (GMTED2010 – Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010), disponibilizado na resolução espacial de 30-arco-segundos pela Agência Espacial Norte Americana (Nasa)⁷. Após a coleta, os dados foram manipulados e organizados por classes a partir do histograma de distribuição dessa variável visando a posterior elaboração do mapa de declividade do território amazônico, para avaliação integrada entre as variáveis respostas analisadas para elaboração do zoneamento topoclimático do taxi-branco.

Análise multicritério

Trata-se de uma técnica que permite pautar a decisão com base nos critérios considerados relevantes para o problema em questão pelos agentes de decisão, em que a importância dos critérios é definida por estes, em um processo interativo com outros atores técnico-políticos (JANNUZZI et al., 2009).

⁷ http://topotools.cr.usgs.gov/GMTED_viewer/gmted2010_global_grids.php

Essa análise tem sido considerada uma alternativa para melhorar os mapas convencionais (VALENTE; VETTORAZZI, 2008), em razão de estabelecer uma avaliação integrada para problemas complexos, que abrangem diferentes conjuntos de dados e informações, múltiplos interesses e perspectivas, e contam com complexo envolvimento de sistemas biofísicos e socioeconômicos (WANG et al., 2009). Revisões críticas sobre os métodos podem ser encontradas em Mendoza e Martín (2006) e Wang et al. (2009).

Entre os métodos, escolheu-se a Média Ponderada Ordenada (MPO) integrada ao SIG por ser um método mais comumente aplicado no planejamento da conservação e restauração florestal, pela flexibilidade e fácil implementação ao considerar os fatores e restrições, ou seja, os critérios ao evento estudado (GKARAVELI et al., 2004; VALENTE; VETTORAZZI, 2008).

Para a elaboração do mapa de zoneamento e identificação das áreas potenciais ao plantio de taxi-branco, foram utilizadas diferentes variáveis de entrada, organizadas num sistema de banco de dados geográfico.

Para a definição dos critérios essenciais para a análise empregaram-se: a) análises topoclimáticas adotando-se pressupostos metodológicos desenvolvidos por Martorano et al. (2011) e testados por Tourne et al. (2016) na realização do zoneamento topoclimático para o paricá no Estado do Pará; b) técnicas participativas em reunião com especialistas a fim de identificar especificidades quanto à indicação da espécie.

Seleção dos critérios para o zoneamento topoclimático

Os critérios selecionados nesse zoneamento estão relacionados ao fator ambiental e restritos às áreas antropizadas, assim como à legislação florestal vigente. Investigações na literatura, expedições de campo, consulta a especialistas e avaliações topoclimáticas auxiliaram na definição dos critérios para a espécie. Assim, foi definido um conjunto de critérios ambientais considerados decisivos ao estabelecimento de plantios de taxi-branco:

- a) **Precipitação pluvial no trimestre menos chuvoso (mm):** A oferta hídrica no período menos chuvoso é um fator considerado importante para o estabelecimento de plantios de taxi-branco, que suporta deficiência hídrica entre 150 mm a 250 mm (MARTORANO et al., 2011). A deficiência hídrica na planta pode alterar o comportamento fisiológico, como aumento da taxa respiratória, redução do potencial de água na folha, redução do desenvolvimento da folha por fechamento dos estômatos (DALMAGO et al., 2006); conseqüentemente, ocorre redução do aporte nutricional e da produtividade, em grau mais elevado leva ao próprio colapso funcional em níveis citoplasmático (DOMEC et al., 2012; SOUZA et al., 2006).
- b) **Precipitação pluvial anual (mm):** A média da precipitação anual revela os totais pluviais ofertados pela atmosfera ao longo do ano, que variam na área de distribuição da espécie. Próximo à linha do Equador, a precipitação pluvial é, em média, acima de 2 mil mm, todavia existem áreas ao noroeste da bacia que registram precipitação acima de 3 mil mm. A oferta pluvial geralmente diminui das regiões equatoriais em direção aos trópicos e ao nordeste, os quais apresentam precipitações inferiores a 1,5 mil mm (RONCHAIL et al., 2002).
- c) **Temperatura máxima do ar (°C):** As altas temperaturas influenciam nos processos fisiológicos das plantas, na germinação das sementes e nas atividades das raízes (LARCHER, 2004). Essa variável tem fundamental importância para ser considerada no planejamento de plantios florestais, pois é capaz de causar alterações nos processos ecológicos altamente sensíveis, além disso, tendências de aquecimento têm sido observadas na região amazônica de forma estatisticamente significantes a partir de 1970 (VICTORIA et al., 1998).
- d) **Temperatura média do ar (°C):** As médias de temperatura revelam padrões térmicos registrados na região amazônica, bem como anomalias que podem ser positivas e negativas e até mesmo mudanças climáticas. Apesar de pouco variável ela deve ser adotada em zoneamentos por influenciar as taxas das reações metabólicas nas células das plantas (LARCHER, 2004), os processos fenológicos e o incremento diamétrico das espécies florestais (FERREIRA et al., 2004).

- e) **Temperatura mínima do ar (°C):** É uma variável meteorológica que juntamente com a temperatura máxima permite avaliar a amplitude térmica de um local ou a tolerância térmica de uma espécie. O taxi-branco é uma espécie sensível à temperatura mínima, apresentando maiores incrementos em altura em áreas com temperaturas elevadas (LIMA, 2004), portanto, considera-se essa variável como fator limitante para o plantio da espécie e necessária para inclusão no zoneamento.
- f) **Umidade relativa do ar (°C):** As taxas de umidade relativa do ar podem interferir na escolha de áreas para o plantio na Amazônia, pois a mesma varia em função de fatores topoclimáticos (exposição e configuração do terreno) e microclimáticos (cobertura do terreno), além disso, a alta umidade do ar pode favorecer a germinação de patógenos (PEREIRA et al., 2002).
- g) **Declividade (%):** A declividade é uma variável topográfica importante na distribuição das espécies vegetais, porque ela influencia no metabolismo das plantas. O taxi-branco ocorre predominantemente em áreas abaixo de 200 m de altitude (MARTORANO et al., 2011). Nas menores altitudes, as temperaturas são mais elevadas, conseqüentemente ocorre maior demanda em evapotranspiração pela atmosfera e menores valores de condutância estomática, devido ao maior déficit de pressão de vapor. Por outro lado, conforme a elevação, a velocidade das reações enzimáticas é reduzida, assim como as taxas fotossintéticas e respiratórias (LARCHER, 2004).
- h) **Áreas antrópicas:** São áreas que sofreram algum tipo de alteração pela ação do homem, as quais se encontram ou não em estádios de degradação. Esse é um critério restritivo de caráter espacial e com base em álgebra booleana, ou seja, indicando presença ou ausência (1 ou 0, respectivamente).

Pesos dos critérios analisados

Em reuniões de trabalho, especialistas no assunto atribuíram pesos e valores diferenciados para cada critério analisado, cabendo os maiores pesos às variáveis ponderadas com maior importância. As superfícies interpoladas das variáveis climáticas espacializadas foram separadas em faixas de frequência que auxiliaram no cálculo da probabilidade de ocorrência, a partir do qual foi estabelecida a escala de 0 a 10 indicando menores e maiores probabilidades, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Pesos e escalas atribuídos aos critérios de priorização de áreas com potencial topoclimático para o taxi-branco.

Critérios/Unidades	Ponderação (%)	Faixas	Escalas
Precipitação pluvial no trimestre menos chuvoso (mm)	25	< 50,0	2
		50,0 a 100,0	5
		100,0 a 250,0	10
		250,0 a 600,0	4
		> 600,0	2
Altitude (m)	20	< 200,0	9
		200,0 a 300,0	5
		> 300,0	2
Precipitação pluvial anual (mm)	15	< 2.000,0	3
		2.000,0 a 3.000,0	9
		> 3.000,0	4
Temperatura mínima (°C)	13	< 18,0	2
		18,0 a 23,0	9
		> 23,0	2
Temperatura máxima (°C)	9	< 29,5	2
		29,5 a 32,0	9
		> 32,0	2
Temperatura média (°C)	8	< 24,3	1
		24,3 a 25,3	2
		> 25,3	9
Umidade relativa do ar (%)	10	< 75,0	2
		75,0 a 80,0	4
		> 80,0	9

Integração dos planos de informação

Após a definição dos critérios para todas as variáveis e os seus respectivos pesos, a divisão de faixas de ocorrência dentro de cada variável e o escalonamento destas, foi inserido no SIG o somatório de todos os Planos de Informação (PIs) utilizados, cujo resultado foi reclassificado em três classes de potencial de ocorrência: alta, média e baixa.

Recursos de validação do zoneamento

Os locais dos plantios experimentais realizados na Amazônia Legal foram associados às informações silviculturais da espécie e organizados em uma base de dados georreferenciada. Posteriormente, os dados de volume foram plotados a fim de se observar a variação de produtividade (Tabela 4). Assim, mantiveram-se os fatores de forma escolhidos pelos autores dos experimentos.

Uma matriz de dados foi gerada para avaliar o potencial de erros e acertos do zoneamento. Usou-se teste de similaridade na análise de dados de precipitação mensal, temperatura média do ar e deficiência hídrica (CAD = 300 mm) referentes às áreas que apresentaram maior produtividade e alto potencial.

Análise para estabelecer diretrizes e subsidiar o planejamento estratégico de plantios de taxi-branco na Amazônia Legal

Nesse trabalho, as informações existentes sobre o taxi-branco foram organizadas para servirem de base à geração de novas informações, inclusive foram utilizadas técnicas de análise com auxílio de geoprocessamento. Assim, as análises espaciais foram realizadas considerando-se critérios definidos de integração com base na percepção e conhecimento interdisciplinar de especialistas. Essa análise metodológica foi desenvolvida com o propósito de avaliar diretrizes ao planejamento de plantios florestais de espécies nativas da Amazônia, como é o caso do taxi-branco.

Tabela 4. Informações silviculturais (sobrevivência, diâmetro à altura do peito – DAP, altura, volume e biomassa) e coordenadas geográficas encontradas por diferentes autores para *Tachigali vulgaris* (taxi-branco).

Idade (mês)	Espaçamento	Sobrevivência (%)	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³ ha ⁻³)	Biomassa (ton ha ⁻¹)	Latitude	Longitude	Local	Fonte/Ano
11	2 m x 2 m	98,0	***	1,6	***	***	-1,12583	-47,62416	Ufra, Igarapé-Açu, PA	Ferreira et al. (2004)
12	3 m x 2 m	90,0	2,6	2,5	***	***	-0,96715	-48,13004	Vigia, PA	Sousa et al. (2016)
12	3 m x 2 m	61,0	1,4	1,4	***	***	-4,30426	-47,60617	Dom Eliseu, PA	Sousa et al. (2016)
12	3 m x 2 m	82,0	1,5	1,5	***	***	-3,60671	-47,35878	Ulianópolis, PA	Sousa et al. (2016)
20	3 m x 3 m	86,5	5,5	2,4	***	***	-15,78638	-56,07138	Santo Antônio de Leverger, MT	Martinotto et al. (2012)
24	2 m x 1 m	90,0	3,9	4,9	18,0	12,73	-1,15251	-47,60617	Igarapé-Açu, PA	Brienza Júnior (1999)
24	3 m x 2 m	82,0	4,9	4,6	***	***	-3,60671	-47,35878	Ulianópolis, PA	Sousa et al. (2016)
29	3 m x 2 m	60,0	6,1	6,0	***	***	-4,30426	-47,60617	Dom Eliseu, PA	Sousa et al. (2016)
30	3 m x 2 m	***	9,7	8,0	73,3	***	2,25000	-60,66500	Confiança, RR	Arco-Verde et al. (2002)
30	3 m x 2 m	88,0	6,8	8,8	***	***	-0,96715	-48,13004	Vigia, PA	Sousa et al. (2016)
36	2 m x 2 m	89,0	6,6	7,6	31,0	51,8	-1,15251	-47,61524	Igarapé-Açu, PA	Courtinho (2008)
36	3 m x 2 m	***	***	10,4	62,1	***	-2,89167	-59,99583	Iranduba, AM	Sousa et al. (2008)
36	3 m x 2 m	***	***	9,6	58,7	***	-2,89166	-59,99583	Km 26, Iranduba, AM	Sousa et al. (2008)
38	3 m x 2 m	84,0	7,0	11,6	***	***	-0,96715	-48,13004	Vigia, PA	Sousa et al. (2016)
40	3 m x 2 m	82,0	8,7	9,1	***	***	-3,60671	-47,35878	Ulianópolis, PA	Sousa et al. (2016)
41	3 m x 3 m	60,0	8,2	8,7	***	***	-4,30426	-47,60618	Dom Eliseu, PA	Sousa et al. (2016)
41	3 m x 3 m	55,0	9,0	7,8	***	***	-0,36667	-51,06667	Macapá, AP	Castro et al. (1998)
42	3 m x 3 m	90,0	10,0	7,7	***	***	-2,90111	-59,97806	Manaus, AM	Sousa et al. (2004b)
48	3 m x 2 m	***	8,2	12,1	84,9	***	-2,89167	-59,99583	Iranduba, AM	Sousa et al. (2008)
48	3 m x 2 m	***	9,6	11,2	136,2	***	-2,89167	-59,99583	Iranduba, AM	Sousa et al. (2008)
66	3 m x 2 m	94,7	9,1	12,2	106,0	***	-2,63333	-54,95000	Belterra, PA	Yared et al. (1988)
72	3 m x 3 m	63,9	12,1	15,1	***	***	-2,89167	-59,99583	Manaus, AM	Sousa et al. (2010)
72	3 m x 2 m	53,0	17,8	13,7	166,3	***	2,25000	-60,66500	Cantá, RR	Tomini et al. (2006)
84	3 m x 2,5 m	94,0	5,4	4,4	***	***	-0,36667	-51,06667	Macapá, AP	Castro et al. (1998)
84	3 m x 2 m	96,0	5,5	4,4	***	***	-0,36667	-51,06667	Macapá, AP	Castro et al. (1998)
84	2,5 m x 2 m	93,0	4,7	3,8	***	***	-0,36667	-51,06667	Macapá, AP	Castro et al. (1998)
84	2 m x 2 m	97,0	4,7	3,8	***	***	-0,36667	-51,06667	Macapá, AP	Castro et al. (1998)
84	3 m x 1 m	96,0	5,2	4,7	***	***	-0,36667	-51,06667	Macapá, AP	Castro et al. (1998)
84	1,5 m x 1,5 m	93,0	4,8	4,2	***	***	-0,36667	-51,06667	Macapá, AP	Castro et al. (1998)
84	2 m x 2 m	94,0	4,7	4,2	***	***	-0,36667	-51,06667	Macapá, AP	Castro et al. (1998)
90	4 m x 1 m	51,8	14,4	19,7	***	***	-4,55361	-47,81694	Dom Eliseu, PA	Narducci (2014)
90	4 m x 3 m	62,5	15,4	19,0	***	***	-4,55361	-47,81694	Dom Eliseu, PA	Narducci (2014)
90	4 m x 4 m	78,3	15,4	18,9	***	***	-4,55361	-47,81694	Dom Eliseu, PA	Narducci (2014)
108	3 m x 2 m	74,2	15,1	20,9	***	9,6	0,86667	-50,61667	Macapá, AP	Mochiutti e Queiroz (2006)
132	3 m x 3 m	55,6	22,4	16,5	475,6	***	-2,89167	-59,99583	Manaus, AM	Sousa et al. (2008)

***: parâmetro não analisado pelos referidos autores

Fonte: Adaptado de Sousa et al. (2016).

Resultados e discussões

Na Figura 8, os pontos de coleta de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) obtidos na Amazônia Legal identificam locais de ocorrência natural da espécie. Nota-se que a maioria das fontes de informação provém dos inventários realizados pelo Projeto RadamBrasil, evidenciando ampla área mapeada no bioma Amazônia. Os pontos com registros no Herbário IAN (da Embrapa Amazônia Oriental) e os disponíveis na literatura são em menor número.

Com base nas informações da literatura, observa-se que os pontos de coleta retratam uma concentração de pesquisas no Estado do Pará (cinco locais), havendo estudos também nos estados do Amapá, Amazonas (Manaus), Maranhão, Mato Grosso e Roraima.

É possível também verificar que existem registros em praticamente todos os estados da Amazônia Legal. A grande dominância dos pontos está próxima à rede de drenagem, o que é explicado, possivelmente, pela facilidade de acesso durante as atividades de campo. Os locais representados no mapa reforçam a importância de utilizar registros em herbários para ampliar as informações obtidas sobre as espécies nativas da Amazônia em projetos de pesquisa na região.

O levantamento no Herbário IAN identificou 352 registros sobre taxi-branco coletados entre 1931 e 2014, os quais foram contabilizados e analisados. Vale ressaltar que a periodicidade das coletas não foi anual. Portanto, os anos associados a registros são aqueles em que ocorreram campanhas de campo com material depositado no herbário.

A maioria do material de taxi-branco depositado no Herbário IAN é proveniente do Estado do Pará. A capital Belém concentra o maior número de registros contabilizados, com 49 coletas de pontos de ocorrência da espécie em áreas na Embrapa Amazônia Oriental, Bosque Rodrigues Alves, Parque Estadual do Utinga e Companhia de Saneamento do Pará (Cosanpa). Essas coletas foram realizadas nos 23 anos em que ocorreram campanhas de campo no período compreendido

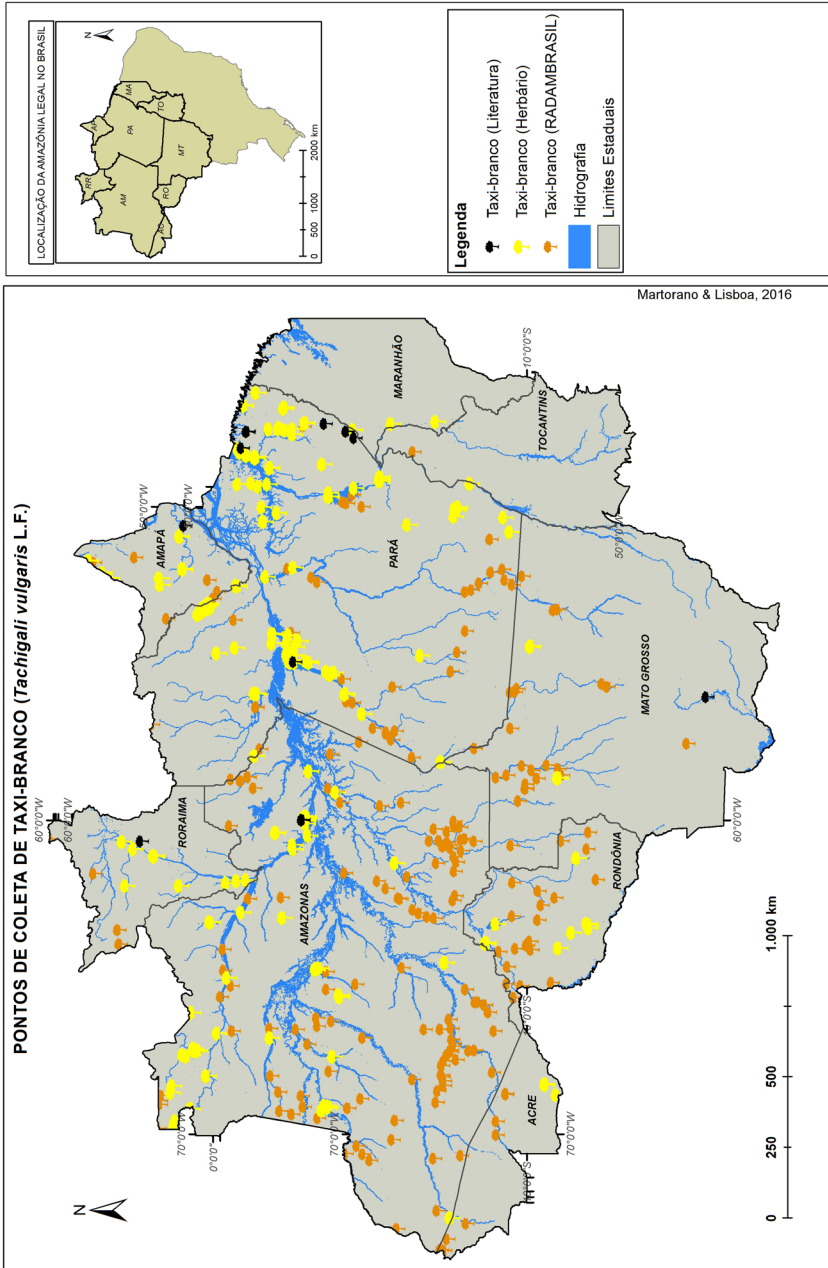


Figura 8. Pontos de coleta de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) em campanhas de campo na Amazônia.

entre 1941 e 2009. Em seguida vem o município paraense de Moju e seu entorno, com 40 registros de taxi-branco no acervo do herbário, resultantes dos 14 anos, entre 1989 e 2014, com levantamentos da espécie a campo.

Os registros mais antigos de taxi-branco referem-se a Belterra, também no Pará, relacionados a 13 coletas contabilizadas nos levantamentos a campo realizados no período de 1931 a 1995 e documentados no Herbário IAN. Os primeiros registros datam de antes da criação do herbário (fundado em 1945) e, possivelmente, foram dados ao Instituto Agrônômico do Norte (o IAN, responsável pelo acervo na época) para compor os primeiros materiais da coleção atual. Em Santarém, município paraense próximo a Belterra, foram registradas 12 coletas entre 1945 e 2010. Na região incluída como coletas no Rio Jari há 11 registros de taxi-branco, oriundos de campanhas de campo ocorridas entre 1960 e 1970.

Portanto, os mais antigos registros de taxi-branco foram obtidos, possivelmente, em área da atual Floresta Nacional do Tapajós (Unidade de Conservação de Uso Sustentável criada por lei federal em 1974, localizada nos municípios paraenses de Belterra, Aveiro, Rurópolis e Placas). O local indicado nas fichas do Herbário IAN como Rio Cupari encontra-se próximo a Aveiro, na bacia do Rio Tapajós.

No Estado do Amazonas, o interesse por pesquisas com taxi-branco é expresso nos resultados de 17 anos de coletas de pontos feitas em Manaus e Itacoatiara, com as respectivas amostras depositadas no Herbário IAN, em campanhas promovidas entre 1940 e o ano 2000.

Assim sendo, os registros de taxi-branco no Herbário IAN, coletados entre 1931 e 2014, evidenciam a importância dessa coleção científica que reúne informações de mais de oito décadas de pesquisa sobre a espécie (Figura 9).

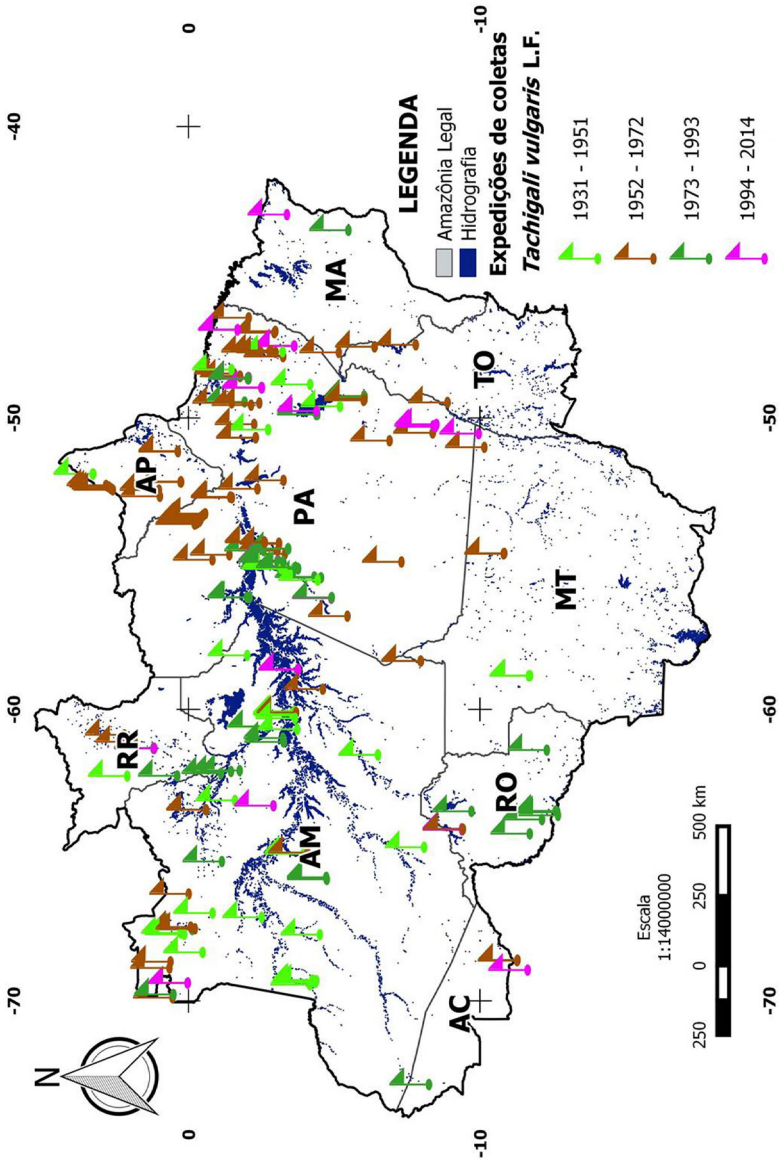


Figura 9. Locais correspondentes às campanhas de coleta de campo de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal no período de 1931 a 2014.

Quanto ao trimestre com registros de floração da espécie, notou-se que de janeiro a março foram encontrados 16% de informações nos materiais catalogados no herbário da Embrapa Amazônia Oriental (Figura 10). Nesses meses, os materiais férteis ocorreram nos estados do Acre, Amazonas e Pará, sendo deste a maioria dos registros. Corroborando as informações da literatura, as imagens apresentavam flores com coloração amarela e os frutos em forma de legume indeiscente, conforme as descrições de Lorenzi (2002), reforçando que as características descritas no Herbário IAN apresentam importante conteúdo para subsidiar os estudos referentes às expressões de espécies nativas da Amazônia, associadas às condições topoclimáticas em uma área de interesse científico como é o caso do Projeto UZEE. Essas informações podem, inclusive, auxiliar no planejamento de outras campanhas de campo para novas coletas de materiais em projetos de pesquisa, ou até fortalecer os bancos de sementes de espécies florestais na região.

Essas informações estão na faixa descrita por Venturieri et al. (1999) e Lorenzi (2002), que ressaltaram que a floração do *T. vulgaris* ocorre entre os meses de outubro e fevereiro, com característica de prolongamento dessa fenofase. Observaram ainda que uma única árvore permanece com inflorescências em diversos estádios de desenvolvimento, proporcionando numa mesma planta uma constante formação de flores durante dois a três meses consecutivos (VENTURIERI et al., 1999).

Os frutos apresentam características de dispersão anemocórica, ou seja, pelo vento, autocórica e, principalmente barocórica, por gravidade, ocorrendo o amadurecimento dos frutos nos meses de julho a agosto (CARVALHO, 2005), mas, evidentemente, isso depende do período em que ocorreu a floração. Em plantios, a floração e a frutificação se iniciam a partir dos 5 anos de idade (LORENZI, 2002).

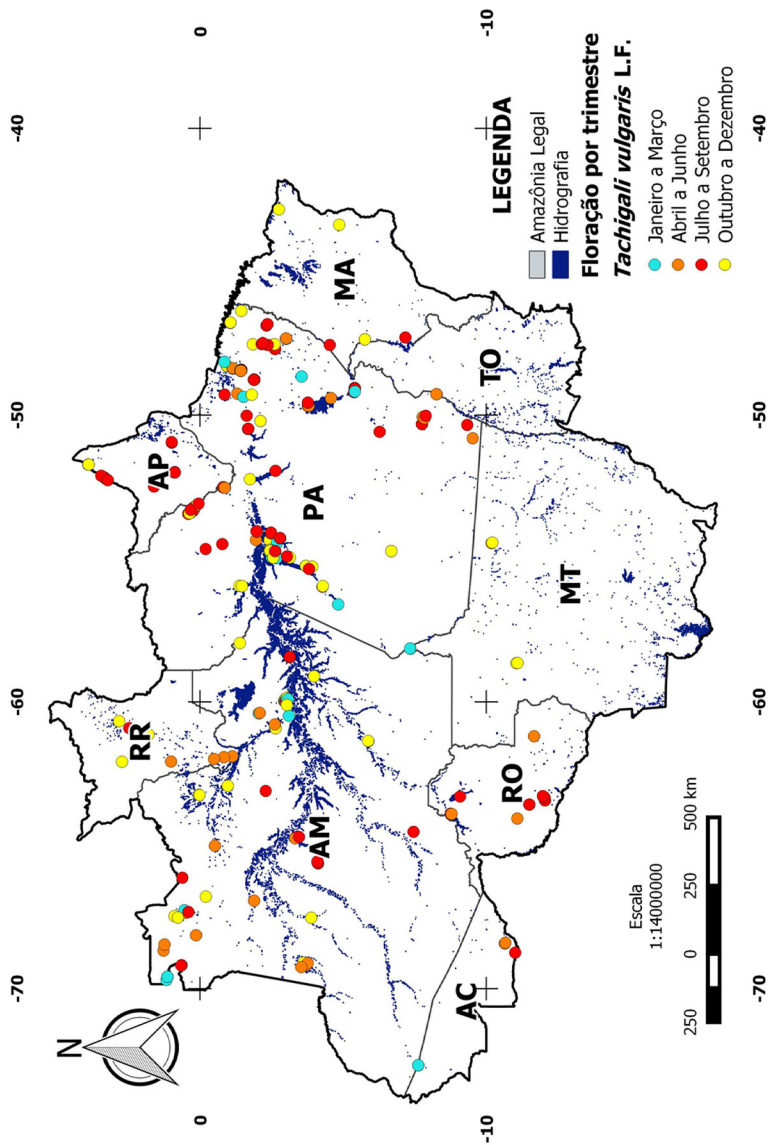


Figura 10. Trimestres correspondentes às expressões fenológicas de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) durante as coletas de campo na Amazônia Legal.

As informações também visam contribuir para decisões referentes às épocas mais propícias para obtenção de flores e frutos de *T. vulgaris* em arranjos florestais em áreas com alto potencial topoclimático. Analisando os registros fenológicos de material coletado de taxi-branco, foi possível verificar que 63% dos materiais foram coletados entre os meses de abril e setembro (Figura 11).

Ao avaliar as condições topoclimáticas preferenciais para essa espécie no Estado do Pará, conforme Martorano et al. (2010) o taxi-branco ocorre em áreas com déficit hídrico variando de 150 mm a 250 mm e altitudes inferiores a 200 m. De acordo com os estudos de Carvalho (2005), o taxi-branco deve ser plantado a pleno sol, em plantios puros e densos ou plantios mistos e até como tutor de espécies secundárias tardias ou de clímax.

Ao analisar os pontos de coleta plotados no mapa de precipitação pluvial anual (Figura 12), identificam-se pontos em diferentes faixas pluviais, sendo as maiores concentrações na faixa entre 2 mil mm e 3 mil mm, evidenciando alta plasticidade da espécie com relação aos totais de chuva acumulados em média anual na Amazônia.

Ao contabilizar o trimestre menos chuvoso (setembro-outubro-novembro), é possível estratificar que os pontos de coletas predominam nas áreas que apresentam chuvas variando de 100 mm a 250 mm (Figura 13). Trimestres com chuvas inferiores a 50 mm e maiores que 600 mm tiveram os menores registros, tanto no Herbário IAN quanto nas coletas do RadamBrasil.

Em termos de temperatura máxima anual (Figura 14), percebe-se que os pontos de coleta se concentram na faixa entre 29,5 °C e 32 °C, evidenciando o limite térmico entre as máximas que devem ser consideradas nas avaliações de expressão do potencial natural dessa espécie. Com relação às temperaturas mínimas, os pontos ocorrem entre 18 °C e 23 °C, sendo um forte indicativo de temperaturas bases quanto às mínimas para essa espécie (Figura 15). As temperaturas médias coincidentes com os pontos de coleta predominam nas faixas maiores que 25,3 °C, sendo um forte indicativo que essa seja a faixa de temperaturas médias ideais (Figura 16), reforçando a ampla faixa térmica dessa espécie nativa da Amazônia.

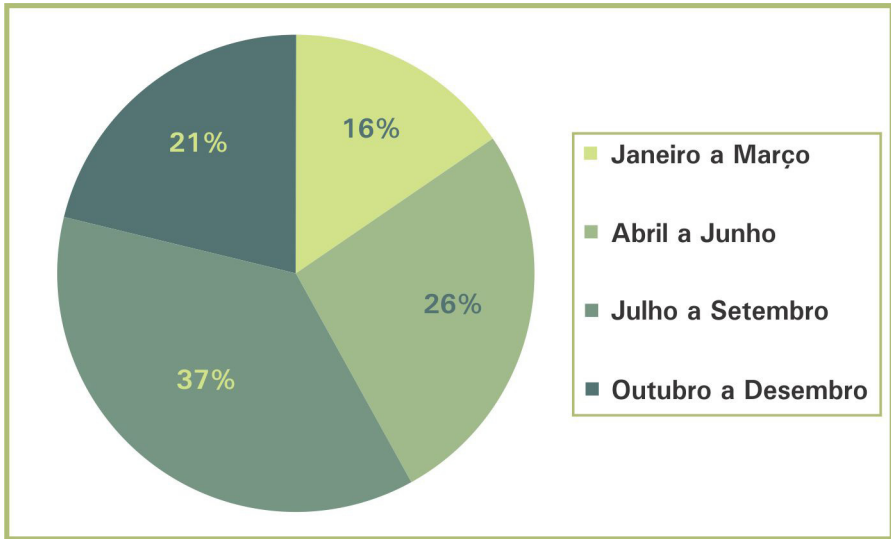


Figura 11. Percentual de registros com expressões fenológicas de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) analisados por trimestre com base em datas de coleta na Amazônia Legal.

Os estudos de Carvalho (2005) constataram que as temperaturas mais propícias ao plantio de taxi-branco foram de temperatura média anual variando entre 20,9 °C (Sete Lagoas, MG) e 32,3 °C (Bom Jesus, PI) e as temperaturas médias do mês mais frio foram de 16,1 °C (Brasília, DF) a 26 °C (Manaus, AM e Picos, PI). Esse autor também verificou que a temperatura média do mês mais quente foi de 22 °C (Assis, SP) a 30,9 °C (Picos, PI), suportando temperaturas mínimas de -2 °C (Assis, SP). Observou ainda que, para o Estado de São Paulo, o número de geada deve ser ausente ou, no máximo, com três eventos de geadas ao longo do ano.

Outro aspecto que deve ser analisado é com relação aos pontos de coleta que ocorreram em áreas com umidade relativa do ar anual superior a 80% (Figura 17), evidenciando predominância nas áreas que apresentam características topoclimáticas do bioma Amazônia.

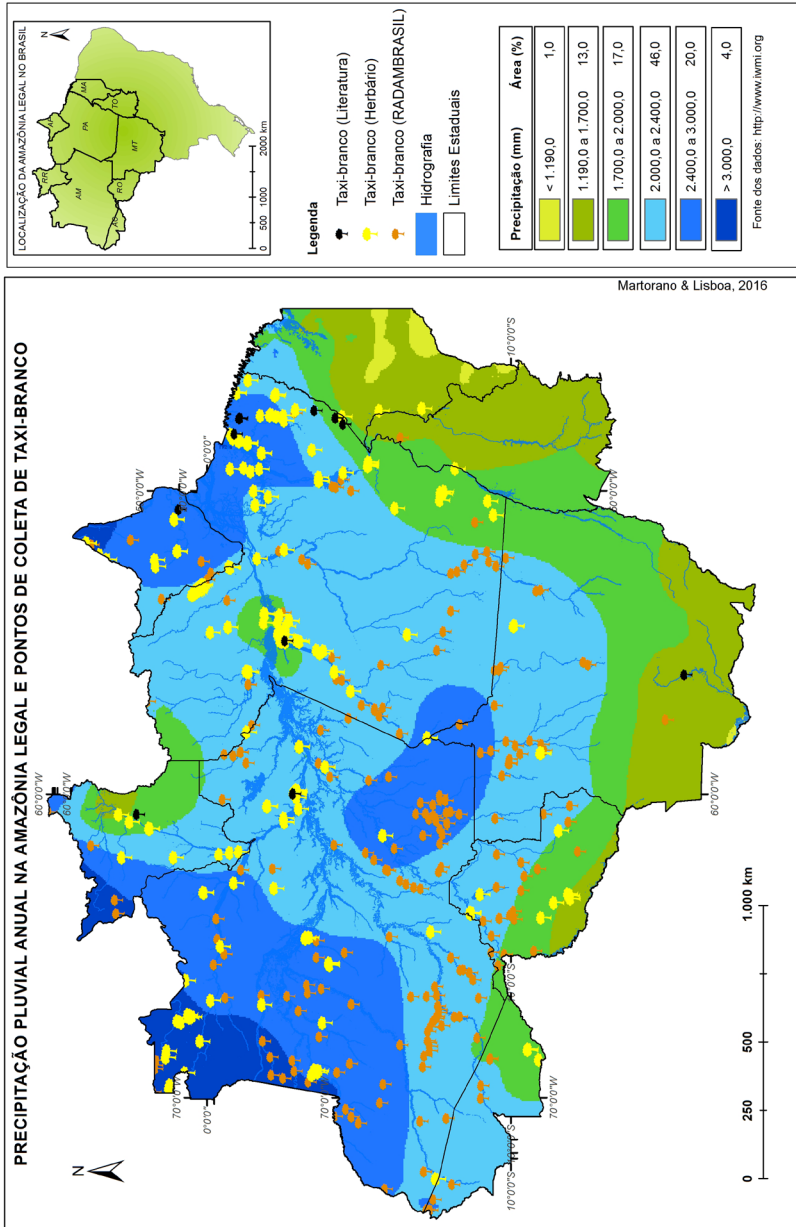


Figura 12. Faixas de precipitação pluvial anual e pontos de coleta de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal.

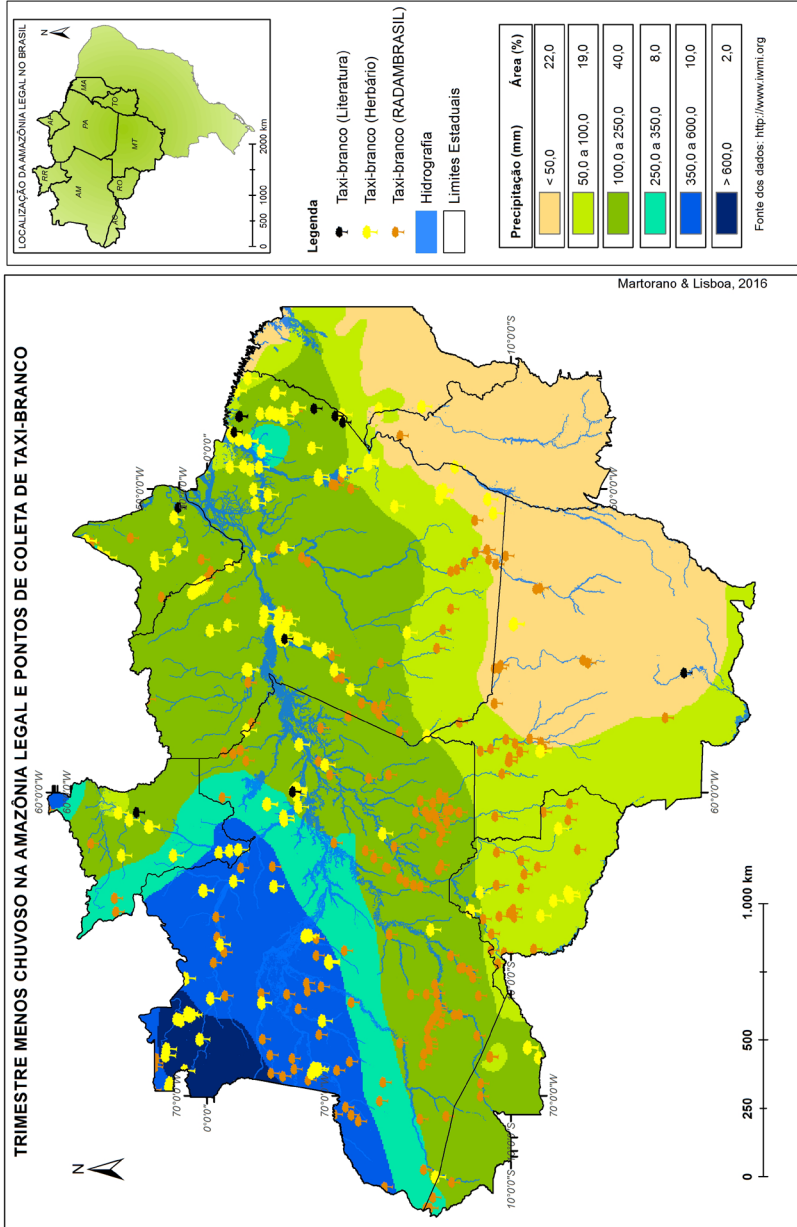


Figura 13. Total de precipitação no trimestre menos chuvoso e pontos de coleta de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal.

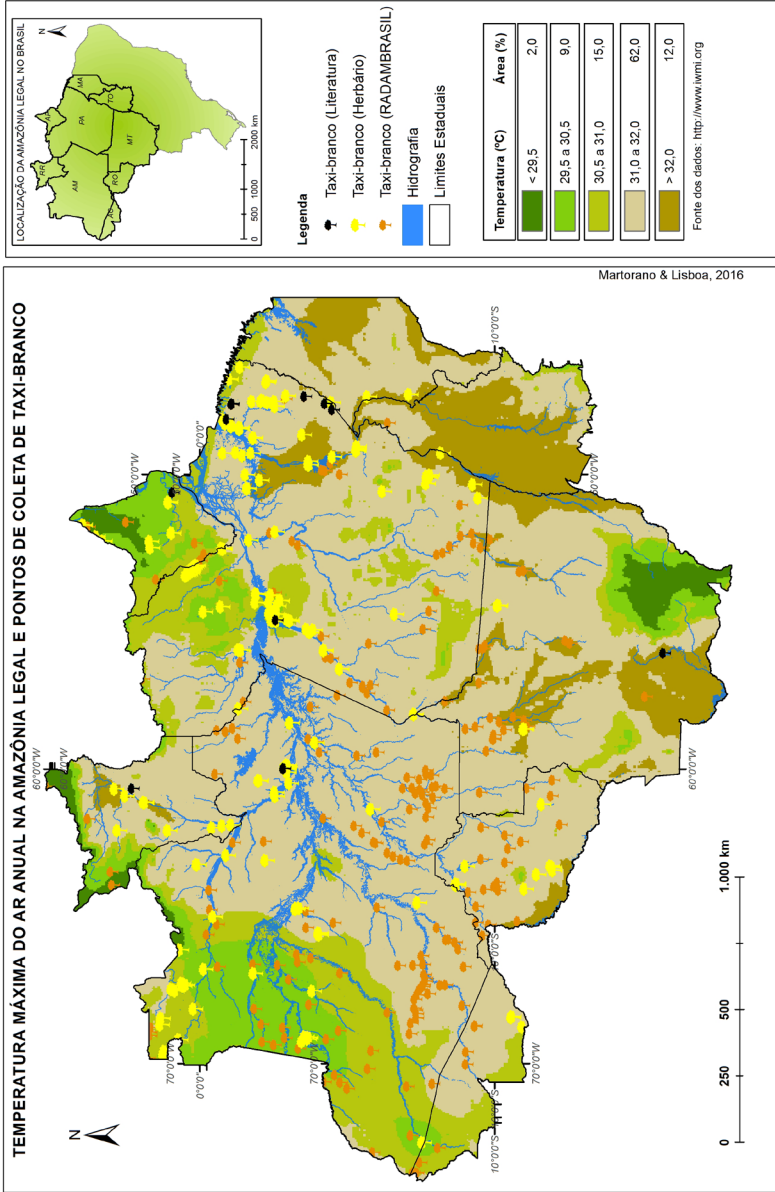


Figura 14. Faixas de temperatura máxima anual e pontos de coleta de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal.

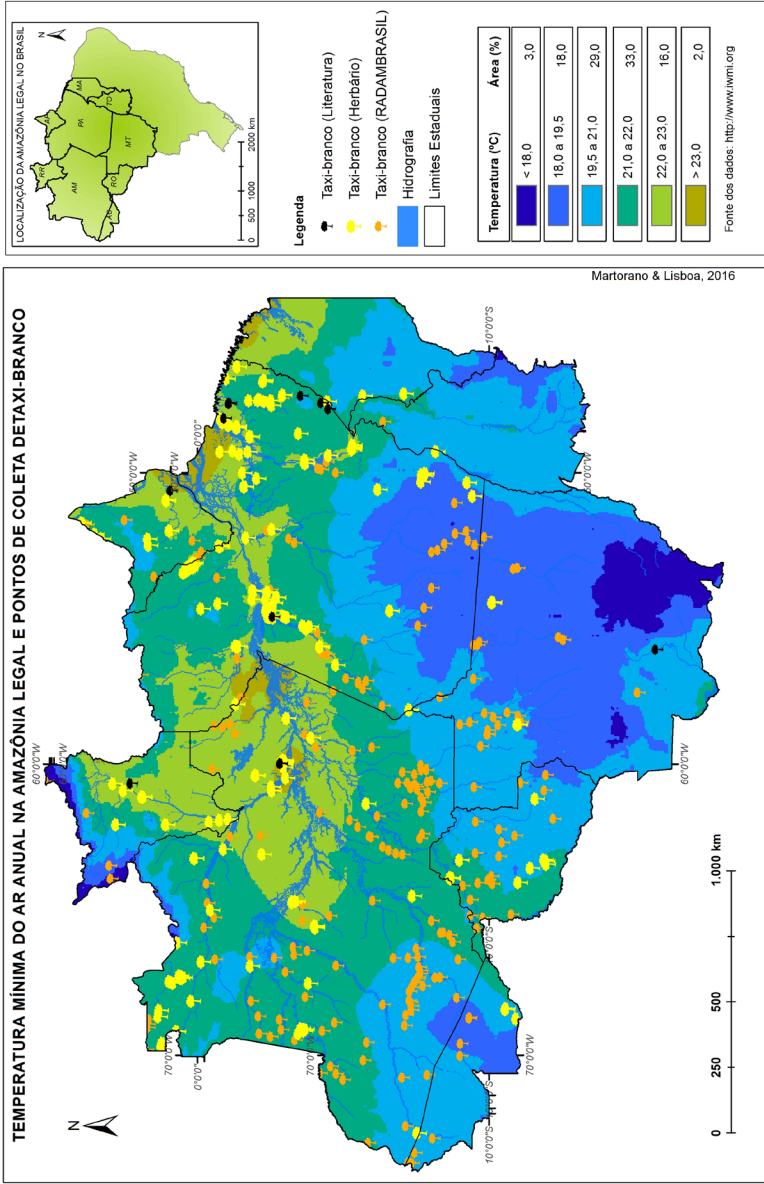


Figura 15. Faixas de temperatura mínima anual e pontos de coleta de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal.

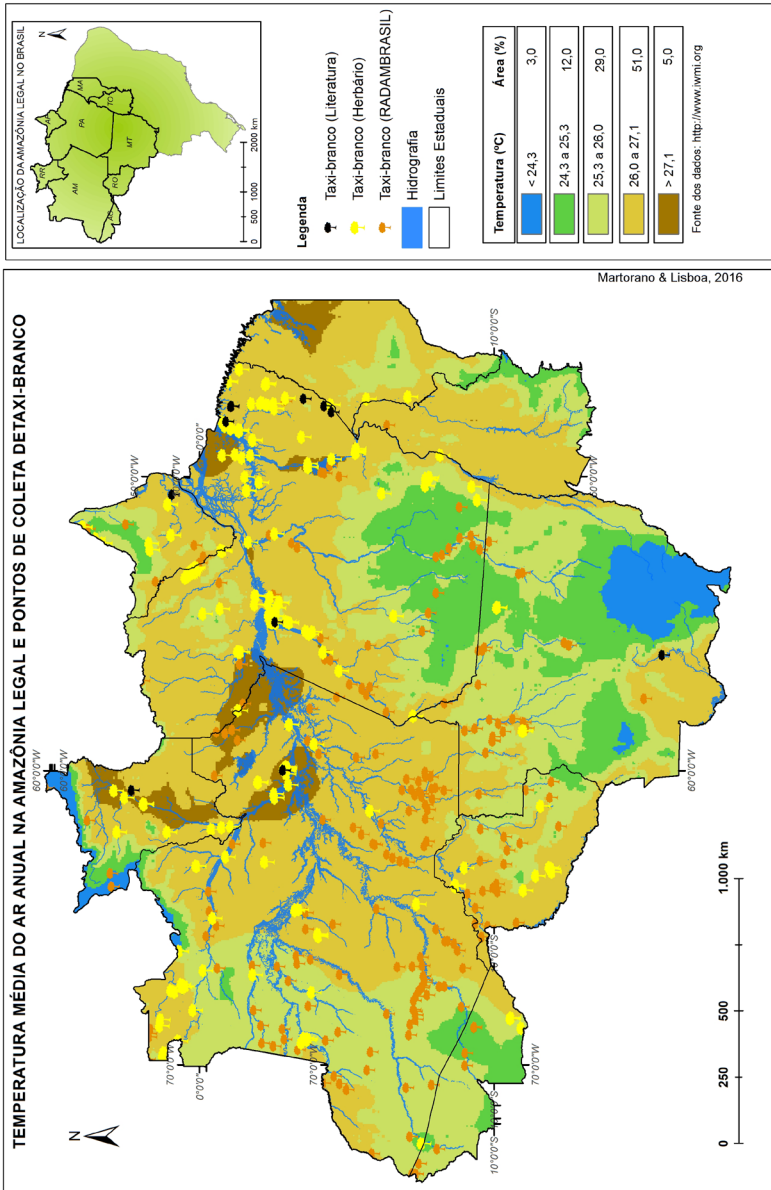


Figura 16. Faixas de temperatura média anual e pontos de coleta de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal.

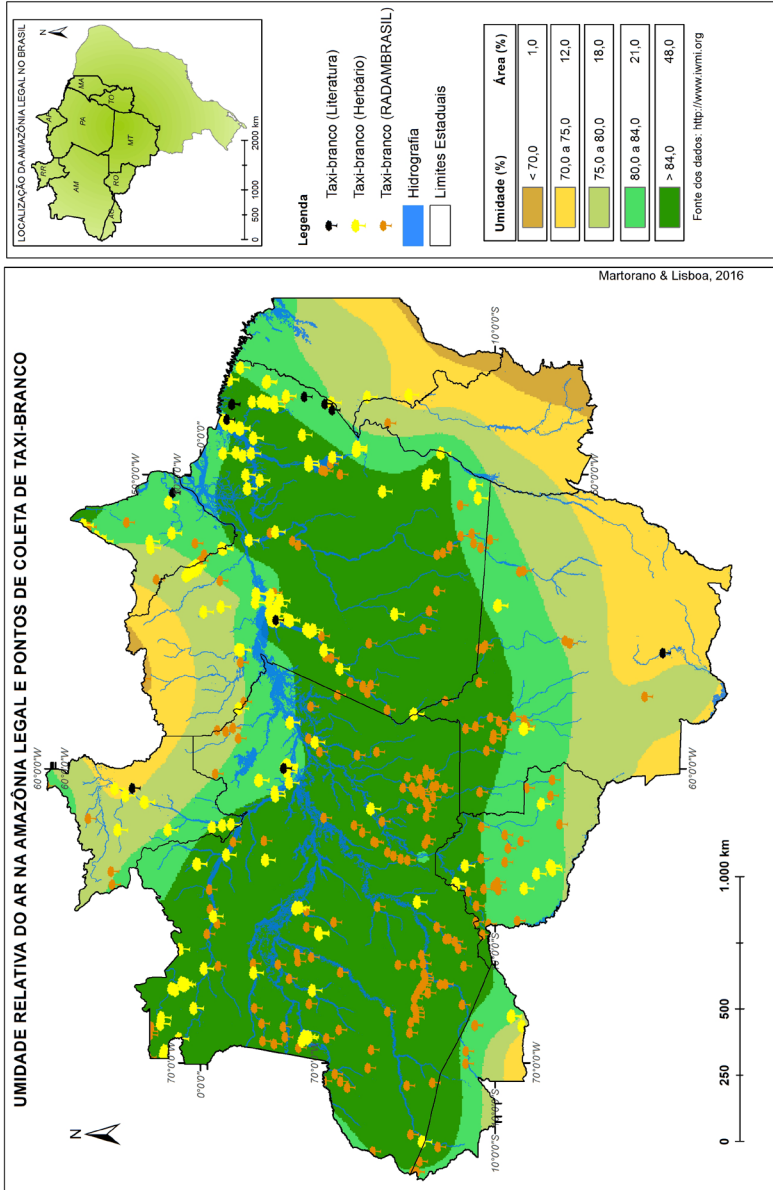


Figura 17. Umidade relativa do ar e pontos de coleta de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal.

Outro aspecto importante que deve ser considerado é que, por ser uma espécie heliófita, as árvores plantadas à sombra na floresta primária evidenciam má adaptação à baixa luminosidade, se comparadas às plantadas a pleno sol (YARED, 1990), também sendo intolerantes a baixas temperaturas (CARVALHO, 2005).

As avaliações de Felfili et al. (1999) quanto ao sombreamento (pleno sol, simulando condição de floresta dossel da mata em fase de fechamento, com sombreamento médio de 70%; dossel fechado, com 90% de sombreamento) constataram que o diâmetro do caule, a altura e a produção de matéria seca tiveram médias superiores nas condições de pleno sol e clareira, sugerindo apropriada utilização nas fases iniciais de recuperação de áreas alteradas, em conjunto com espécies pioneiras de rápido crescimento.

Os resultados obtidos a partir da análise de multicritério realizada neste trabalho evidenciam que 62% da Amazônia apresentam alto potencial para plantio da espécie energética taxi-branco, sendo 27% considerados na área de médio potencial e apenas 11% com características de baixo potencial (Figura 18).

Ao considerar apenas as áreas antropizadas no âmbito do Projeto UZEE, foi possível contabilizar que 57% dessas áreas se enquadram na faixa de alto potencial de inclusão da espécie energética taxi-branco nos sistemas agrossilvipastoris na Amazônia Legal. Em 36% da área, a espécie apresenta médio potencial e apenas 7% foram considerados com baixo potencial topoclimático para essa espécie (Figura 19), evidenciando que existem áreas no Arco Verde da Amazônia incluídas na faixa de alto potencial para a espécie.

Com base nos 391 pontos de ocorrência contidos na base de dados do RadamBrasil, nos 352 registros no Herbário IAN e nos 30 pontos disponíveis na literatura, foi possível identificar na Amazônia Legal e na área do Projeto UZEE que as áreas com alto potencial são também as áreas com maiores registros de ocorrência da espécie identificados nos inventários do RadamBrasil (Tabela 5).

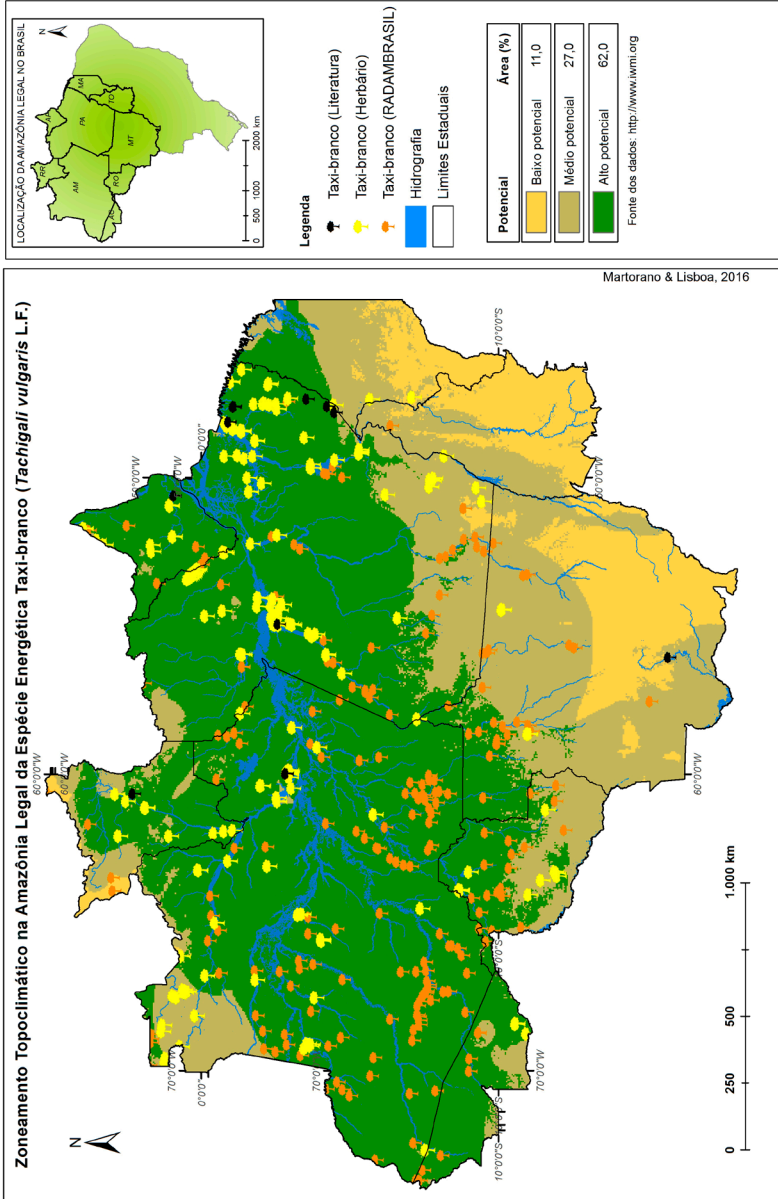


Figura 18: Zoneamento topoclimático da espécie energética taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na Amazônia Legal, contendo os pontos de coleta.

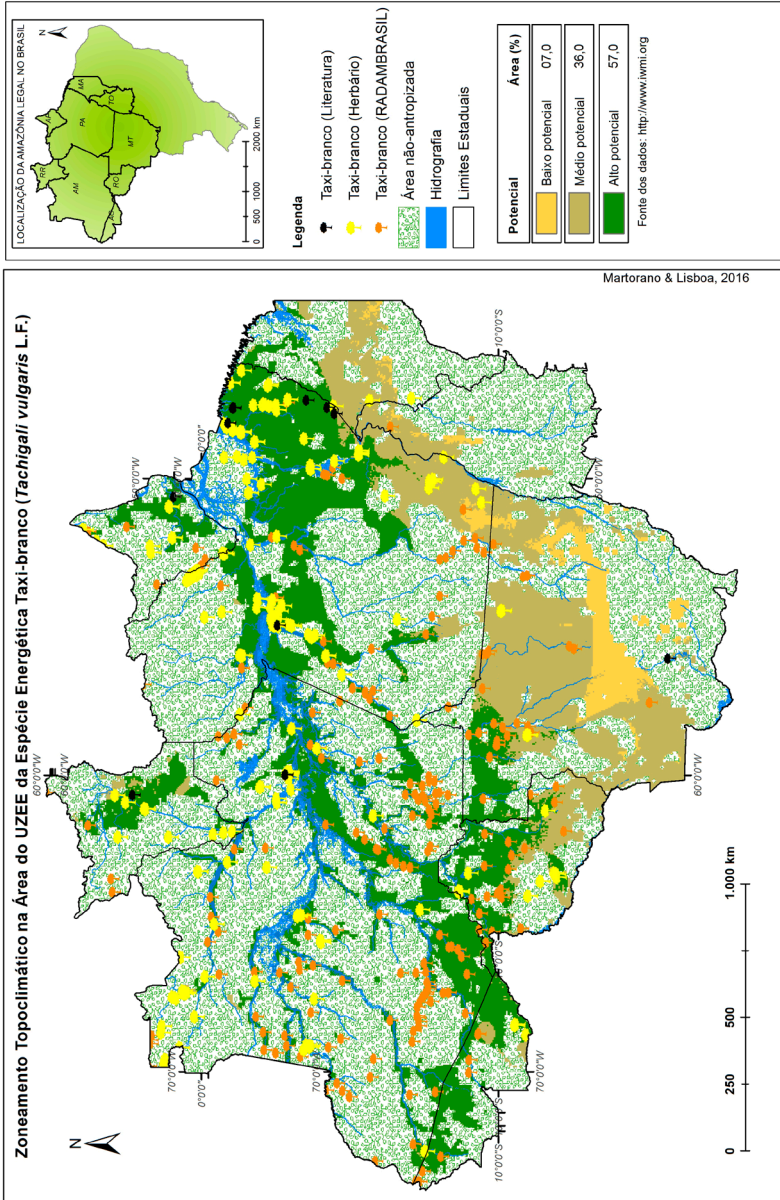


Figura 19. Zoneamento topoclimático da espécie energética taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) na área de interesse do UZEE.

Tabela 5. Números de ocorrências nas áreas com zoneamento topoclimático para o taxi-branco (*Tachigali vulgaris*), contabilizadas de acordo com as fontes de informação analisadas.

Amazônia Legal (Pontos de ocorrência)				UZEE (Pontos de ocorrência)			
Alto Potencial	Médio Potencial	Baixo Potencial		Alto Potencial	Médio Potencial	Baixo Potencial	
Literatura: 26	Literatura: 3	Literatura: 1		Literatura: 25	Literatura: 3	Literatura: 0	
Herbário: 315	Herbário: 35	Herbário: 2		Herbário:184	Herbário: 18	Herbário: 0	
RadamBrasil: 319	RadamBrasil: 59	RadamBrasil: 13		RadamBrasil:163	RadamBrasil:33	RadamBrasil: 0	

Ao avaliar a campo indivíduos ao longo da estrada Santarém-Alter do Chão e no Município de Belterra, verificou-se que o taxi-branco se encontra em aglomerados (Figura 20 A), evidenciando que existe possibilidade de incluir a espécie em plantios mais adensados, corroborando os resultados de Brienza Júnior et al. (2009), que utilizou espaçamentos 2 m x 1 m e obteve DAP de aproximadamente 4 cm em 2 anos de cultivo, totalizando 18 m³ ha⁻¹ no Município de Igarapé-Açu, PA. O taxi-branco também apresenta expressivo desenvolvimento em biomassa aérea em plantios isolados (Figura 20 B).

Fotos: Daiana C. M. Tourne



Figura 20. Ocorrência natural de taxi-branco *Tachigali vulgaris* nos municípios paraenses de Santarém (A) e Belterra (B), em aglomerado e isolado, respectivamente.

Em indivíduos isolados avaliados no campo, observou-se maior desenvolvimento tanto em DAP quanto em altura e, conseqüentemente, potencial de produção de material lenhoso como fonte energética. Documentaram-se indivíduos produzindo frutos no final do mês de julho, durante o período de observações a campo, nas áreas mais próximas a Belterra (Figura 21). Em áreas consideradas com alto potencial para o taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.), foram identificados os indivíduos que apresentavam maiores expressões em biomassa florestal, reforçando os resultados obtidos no Projeto UZEE.



Fotos: Daiana C. M. Tourne (esquerda e base), Lucieta Guerreiro Martorano (topo e direita)

Figura 21. Imagens obtidas a campo em visita técnica para avaliar ocorrências de taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F.) ao longo da estrada Santarém–Alter do Chão e em Belterra, em áreas antrópica e nativa.

Conclusão

- O taxi-branco apresenta ocorrência natural nos nove estados da Amazônia Legal.
- O período entre abril e setembro é o mais provável de identificação de materiais férteis do taxi-branco a campo na Amazônia Legal.
- As maiores ocorrências de taxi-branco estão concentradas na faixa pluvial entre 2 mil mm e 3 mil mm, evidenciando alta plasticidade da espécie com relação ao total médio de chuva anual na Amazônia.
- No trimestre menos chuvoso predominam as ocorrências nas áreas com totais de chuva variando de 100 mm a 250 mm. Totais de chuvas no trimestre inferiores a 50 mm e superiores a 600 mm tiveram os menores registros, tanto no Herbário IAN quanto no RadamBrasil.

- Cerca de 80% das ocorrências de taxi-branco concentram-se na faixa térmica entre 25,3 °C e 27,1 °C, com 77% na faixa entre 30,5 °C e 32 °C, em termos de temperaturas máximas. Com relação a temperaturas mínimas, essa espécie ocorre predominantemente (80%) entre 18,0 °C e 22 °C. O taxi-branco predomina em áreas com umidade relativa do ar superior a 80%.
- A Amazônia Legal possui 62% de sua área com alto potencial topoclimático, sendo possível, em 57% de suas áreas antrópicas avaliadas pelo Projeto UZEE, incluir o taxi-branco em plantios florestais pelo alto potencial que possuem para essa espécie nativa da região.

Diretrizes para o planejamento de plantios de taxi-branco na Amazônia Legal

O plantio de árvores na Amazônia apresenta-se como alternativa estratégica, ao se considerar que o bioma apresenta bens e serviços ecossistêmicos importantes, entre eles a biomassa florestal. As árvores jovens, além de capturar CO₂, também promovem a conservação da biodiversidade e, sobretudo, prestam serviços ambientais capazes de valoração (REDD, REDD+) em áreas antropizadas na região. Os plantios podem auxiliar na conservação de mananciais, além de fornecer matéria-prima ao setor industrial e para fins energéticos (lenha e carvão vegetal). Neste sentido, recomenda-se:

- Utilizar o zoneamento topoclimático do taxi-branco para incentivar os plantios em áreas apontadas com alto potencial para a espécie, como estratégia de recompor áreas antropizadas em vias de degradação na Amazônia.
- Estudos de maior detalhe (nível de estado e de municípios), a fim de se aumentar o detalhamento das análises, incluindo avaliações edafoclimáticas, pautando-se em levantamentos de solos realizados com escalas de detalhe em nível municipal.

- O plantio da espécie em oito estados da Amazônia Legal, principalmente no Amazonas, Pará e Amapá, que apresentam maior extensão de áreas com alto potencial para a espécie e áreas antrópicas improdutivas.
- Devem ser observados e discutidos os fatores limitantes para a espécie nas áreas com médio potencial que podem ser amenizados por ações de manejo sobre efeitos restritivos, como a escassez de água no solo aos plantios florestais.
- O taxi-branco pode ser utilizado em plantios homogêneos para produção de biomassa para energia, porém é uma espécie excelente para inserção em sistemas integrados, como os arranjos agroflorestais.
- O indicativo de zonas com alto, médio e baixo potencial topoclimático visa subsidiar estratégias de plantios florestais e agroflorestais em consonância com as normas e compromissos assumidos pelo Brasil na COP-21, onde os reflorestamentos devem priorizar espécies que possuam zoneamento e indicadas em áreas com alto potencial, de acordo com a escala do trabalho adotada.
- Incluir o plantio de taxi-branco em área com alto potencial topoclimático para aumentar o interesse no plantio de árvores nativas e agregar valor àquelas que já possuem cadeia produtiva estabelecida, como a seringueira (*Hevea brasiliensis*) e o paricá (*Schizolobium parayba* var. *amazonicum*).

Referências

AGROENERGIA: Florestas e palmeiras oleíferas Embrapa investe em fontes alternativas para bioenergia. **Agroenergético**, n. 34, 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1006993/1/ed34092012.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2017.

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação silvicultural de espécies florestais com potencial para o uso em sistemas agroflorestais no estado de Roraima. In: CONGRESSO BRASILEIRO [DE] SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida: anais**. Ilhéus: CEPLAC, 2002. 1 CD-ROM.

ASHCROFT, M. B.; CAVANAGH, M.; ELDRIDGE, M. D. B.; GOLLAN, J. R. Testing the ability of topoclimatic grids of extreme temperatures to explain the distribution of the endangered brush-tailed rock-wallaby (*Petrogale penicillata*). **Journal of Biogeography**, v. 41, n. 7, 2014. DOI: 10.1111/jbi.12298.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico ABRAF**: 2013 ano base 2012. Brasília, DF, 2013. 148 p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-abraf13-br.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1173-1175, 2011.

BARBOSA, A. de M.; MARTORANO, L. G.; FRANCO, I. M.; MONTEIRO, D. Evidência térmica de tetos verdes mitigadores de ilhas de calor na grande Belém, Pará. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA, 1., 2012, Belém, PA. **Anais: resumos dos trabalhos aprovados**. Belém, PA: Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, 2012. p. 128.

BERGMANN, J. C.; TUPINAMBÁ, D. D.; COSTA, O. Y. A.; ALMEIDA, J. R. M.; BARRET, C. C.; QUIRINO, B. F. Biodiesel production in Brazil and alternative biomass feedstocks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 21, p. 411–420, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.058>.

BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p.1139-1147, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000004>.

BRASIL. Presidência da República. **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada**. 2015.10 p. Contribuição à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Paris, 2015. (COP21). Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2017.

BRIENZA JÚNIOR, S. **Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the Eastern Amazon of Brazil**. 1999. 133 f. Tese (Doctor Agricultural Science) - Gottingen University, Gottingen.

BRIENZA JÚNIOR, S.; MONTEIRO, D. C. A.; MARTORANO, L. G.; LISBOA, L. S.; MAESTRI, M. P.; SCHULER, A. Energetic potential of *Sclerolobium paniculatum* vogel (taxi-branco) and its preferential top climatic condition in Eastern Amazonia, Brasil. In: INTERNATIONAL RESEARCH ON FOOD SECURITY, NATURAL RESOURCE MANAGEMENT AND RURAL DEVELOPMENT, 2009, Hamburg. **Biophysical and socio-economic frame conditions for the sustainable management of natural resources**. Hamburg: University of Hamburg, 2009.

BRIENZA JÚNIOR, S.; OLIVEIRA, R. P.; DENICH, M.; VLEK, P. L. G. Plantio de árvores de crescimento rápido para recuperação de áreas agrícolas na Amazônia Oriental brasileira: avaliações de sobrevivência e produções de milho e mandioca. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.31, n. 68, p. 347-353, 2011.

CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L. C. T.; KANASHIRO, M. **Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco da-terra-firme (*Sclerobium paniculatum* Vogel)**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1983. 8 p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular técnica, 8).

CARVALHO, P. E. R. **Taxi-branco**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 11 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 111).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2010. v. 4.

CASTRO, A. W. V. de; FARIAS NETO, J. T. de; CAVALCANTE, E. da S. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*Sclerobium paniculatum* VOGEL). **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 141-146, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59671998000200141&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 6 abr. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Balanco 2015 e perspectivas 2016**. [São Paulo, 2016?]. Disponível em: <http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/01%20Balanco2015%20Perspectivas2016_panorama_economico_0.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2017.

COUTINHO, C. H. O. **Enriquecimento de capoeira**: recuperação de áreas alteradas e fonte alternativa de renda para agricultores familiares da Amazônia Oriental brasileira. 2008. Monografia (Especialização) - Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

CONCEIÇÃO, A. C.; DIAS FILHO, M. B.; PINHO, J. V. da S. Desenvolvimento inicial do taxi branco (*Sclerobium paniculatum* VOGEL.) cultivado sob alagamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64.; ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS MG, BA E ES, 23., 2013, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBB, 2013. Disponível em: <<http://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/64CNBot/resumo-ins18400-id4399.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

DALMAGO, G. A.; HELDWEIN, A. B.; NIED, A. H.; GRIMM, E. L.; PIVETTA, C. R. Evapotranspiração máxima da cultura de pimentão em estufa plástica em função da radiação solar, da temperatura, da umidade relativa e do déficit de saturação do ar. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 785-792, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300010>.

DIAS-FILHO, M. B. **Estratégias de recuperação de pastagens degradadas na Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 25 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 411).

DOMEC, J.-C.; OGEE, J.; NOORMETS, A.; JOUANGY, J.; GAVAZZI, M.; TREASURE, E.; SUN, G.; MCNULTY, S. G.; KING, J. S. Interactive effects of nocturnal transpiration and climate change on the root hydraulic redistribution and carbon and water budgets of southern United States pine plantations. **Tree Physiology**, v. 32, n.6, p. 707-723, 2012. DOI: 10.1093/treephys/tps018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2015 Ano Base 2014**: relatório final. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143895/2.1+-+BEN+2015+-+Documento+Completo+em+Portugu%C3%AAs+-+Ingl%C3%AAs+%28PDF%29/22602d8c-a366-4d16-a15f-f29933e816ff?version=1.0>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Biomassa da Madeira para siderurgia**. Brasília, DF, 2008. 18 p. Disponível em: <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_11_20_21_32042.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2017.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 297-301, 1999. Suplemento. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/rbb/v22s2/\(2_s\)a10.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbb/v22s2/(2_s)a10.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2017.

FERNANDES, P. C. C. **Projeto Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Norte do Brasil pela Embrapa (2007–2012)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 44 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 415). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136370/1/DOC415.pdf>>.

FERREIRA, A. R.; BRIENZA JÚNIOR, S.; YARED, J. A.; SANTOS, I. A. dos; OCHOA-COUTINHO, C. H.; OLIVEIRA, V. C. Avaliação de espécies selecionadas para enriquecimento da vegetação de pousio (capoeira) na agricultura familiar amazônica: uma alternativa para a melhoria de sistemas agroflorestais seqüenciais no Nordeste paraense. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55.; ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS DE MG, BA E ES, 26., 2004, Viçosa, MG. **Conservação, bioprospecção e biotecnologia**. Viçosa, MG: Sociedade Botânica do Brasil: Universidade Federal de Viçosa, 2004.1 CD-ROM.

FREITAS, G. A. de; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O. de LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. da. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerobolium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 5-12, 2012.

FREITAS, P. L. de; LANDERS, J. N. The Transformation of Agriculture in Brazil Through Development and Adoption of Zero Tillage Conservation Agriculture. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 2, n. 1, p. 35-46, 2014.

GKARAVELI, A.; GOOD, J. E. G.; WILLIAMS, J. H. Determining priority areas for native woodland expansion and restoration in Snowdonia National Parks, Wales. **Biological Conservation**, v. 115, n. 3, p. 395-402, 2004. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00155-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00155-1).

GOMES, E. da S.; BACHES, M.A. dos S.; PEREIRA, J. da C.; AUGUSTO, S.G. Viabilidade econômica da implantação de maracujazeiros (*passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em nitossolo no município de Altamira - Pará. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 59., 2007, Belém, PA. **Resumos...** Belém, PA: SBPC, [2007]. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/59ra/livroeletronico/resumos/R6572-1.html>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

GOULART, I. C. G. dos R.; SANTAROSA, E.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. **Herbicidas registrados para a cultura do eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 5p. (Embrapa Floresta. Comunicado Técnico, 352). Disponível em: <<http://www.ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129373/1/CT-352.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.). **Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília, DF: MMA, 2011. (Série Biodiversidade, 42). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, J. L.; PARRA, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, n. 15, p. 965-1978, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/joc.1276>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. [Brasília, DF, 1990?]. Versão revista e ampliada Instituto Nacional de Meteorologia, 2009.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **A indústria do aço no Brasil**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/livro_cni.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.

JANNUZZI, P. M.; MIRANDA, W. L. de; SILVA, D. S. G. da. Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações. **Informática Pública**, v. 11, n. 1, p. 69-87, 2009.

KOSMUS, M.; RENNER, I.; ULLRICH, S. **Integração de serviços ecossistêmicos ao planejamento do desenvolvimento: um passo a passo para profissionais com base na iniciativa "TEEB"**. [Bonn]: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/143-economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade?download=1040:integracao-de-servicos-ecossistemicos-ao-planejamento-do-desenvolvimento>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMaArtes e Textos, 2004. 531p.

LEES, A.; PERES, C. A.; FEARNSIDE, P. M.; SCHNEIDER, M.; ZUANON, J. A. S. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity Conservation**, v. 25, n. 3, p. 451-466, 2016. DOI: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10531-016-1072-3>.

LIMA, R. M. B. de. **Crescimento do *Sclerolobium paniculatum* Vogel na Amazônia, em função de fatores de clima e solo**. 2004. 194 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 2, 384 p.

LUIZÃO, F. J.; FEARNside, P. M.; CERRI, C. E. P.; LEHMANN, J. The Maintenance of Soil Fertility in Amazonian Managed Systems. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. (Ed.). **Amazonia and Global Change**. Washington, DC: J. Wiley, 2009. p. 311-336. (Geophysical Monograph Series 186). Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2008GM000732/summary>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C.; CECCON, G. **Integração lavoura-pecuária-floresta**: Estruturação dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 46 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 110).

MARENGO, J. A.; BETTS, R. (Coord.). **Dangerous climate change in Brazil**: A Brazil-UK analysis of Climate Change and Deforestation impacts in the Amazon. São José dos Campos: INPE; [Londres]: Met Office Hadley Centre, 2011. 56 p.

MARTINOTTO, F.; MARTINOTTO, C.; COELHO, M. de F. B.; AZEVEDO, R. A. B. e; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n.1, p.22-29, 2012.

MARTORANO, L. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; MONTEIRO, D. C. A.; LISBOA, L. S.; CÂNCIO, O. N.; MARTORANO, P. G.; SANTO, J. M. do E. Condições topobioclimática associadas à ocorrência de taxi-branco (*Sclerobium panuculatum* Vogel) e paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) preferenciais para implantação de plantios florestais no Estado do Pará. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. **Novos caminhos para a agricultura conservacionista no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010. 1 CD-ROM.

MARTORANO, L. G.; MONTEIRO, D. C. A.; BRIENZA JÚNIOR, S.; LISBOA, L. S.; ESPÍRITO-SANTO, J. M.; ALMEIDA, R. F. Top-bioclimate conditions associated to natural occurrence of two Amazonian native tree species for sustainable reforestation in the State of Pará, Brazil. In: VILLACAMPA, Y.; BREBBIA, C.A. (Ed.). **Ecosystems and sustainable development**. AshurstLodge: Wittpress, Alicante, 2011. v. 8, p. 111-122. (WIT transactions on ecology and the environment, v. 144).

MARTORANO, L. G.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; BRIENZA JÚNIOR, S.; LISBOA, L. S.; MONTEIRO, D. C.; BELTRÃO, N. E. S. Topoclimatic conditions and natural occurrence of *copaifera* spp. to support the inclusion of species in forest arrangements in the State of Para, Brazil. In: TROPENTAG 2014: CONFERENCE ON INTERNATIONAL RESEARCH ON FOOD SECURITY, NATURAL RESOURCE MANAGEMENT AND RURAL DEVELOPMENT, 2014, Prague. **Proceedings...** Prague: Czech University of Life Sciences, 2014.

MARTORANO, L. G.; SIVIERO, M. A.; TOURNE, D. C. M.; VIEIRA, S. B.; ITZJARRALD, D. R.; VETTORAZZI, C. A.; BRIENZA JÚNIOR, S.; YEARED, J. A. G.; MEYERING, E.; LISBOA, L. S. S. **Agriculture and forest: a sustainable strategy in the Brazilian Amazon.** Australian Journal of Crop Science, v. 10, n. 8, p. 1136-1143, 2016.

MENDOZA, G. A.; MARTINS, H. Multi-criteria decision analysis in natural resource management: a critical review of methods and new modeling paradigms. **Forest Ecology and Management**, v. 230, n. 1/3, p. 1-22, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2006.03.023>.

MERAL, P.; PESCHE, D. **Les services écosystémiques.** Versailles: Édition Quae, 2016. 304 p. (Nature et Société).

MOCHIUTTI, S.; MELÉM JUNIOR, N. J. M.; FARIAS NETO, J. T. de; QUEIROZ, J. A. L. de. **Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel): Leguminosa Árborea para recuperação de áreas degradadas e abandonadas pela agricultura migratória.** Macapá: Embrapa Amapá, 1999. 5 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 1).

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L. de. Aporte de nutrientes ao solo via serrapilheira em pousios florestais com taxi-branco e capoeira no Amapá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goytacazes. **Bases científicas para o desenvolvimento sustentável.** Campo de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Salvador: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L. de; MELÉM JUNIOR, N. J. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de taxi-branco e de uma floresta secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 52, p. 3-20, jan./jun. 2006.

MONTEIRO, D. C. A. **Condições topoclimáticas preferenciais para plantios de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby) e evidências de desempenho para otimizar a silvicultura em áreas des floresta das na Amazônia.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MOURA, N. G.; LEES, A. C.; ANDRETTI, C. B.; DAVIS, B. J. W.; SOLAR, R. R. C.; ALEIXO A.; BARLOW J.; FERREIRA J.; GARDNER, T. A. Avian biodiversity in multiple-use landscapes of the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 167, p. 339-348, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2013.08.023>.

NARDUCCI, T. S. **Recuperação de áreas de reserva legal:** Influência da densidade nos indicadores ambientais do plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará: Embrapa Amazônia Oriental: Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Efeito Combinado: temperatura e umidade do ar. In: PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Guiabá: Agropecuária, 2002. Cap. 17. 487 p. il.

PILON, N. A. L.; MELO, A. C. G. de; DURIGAN, G. Comparação de métodos para quebra de dormência das sementes de carvoeiro: *Tachigali vulgaris* L.F. Gomes da Silva e H.C. Lima (Família: Fabaceae – Caesalpinioideae). **Revista do Instituto Florestal**, v. 24, n. 1, p. 133-138, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/140402>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

PROJETO DE ESTIMATIVA DE DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite:** PRODES DIGITAL. [São José dos Campos]: INPE, 2015. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodesdigital/metodologia.html>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

REID, W. V.; MOONEY, H. A.; CROPPER, A.; CAPISTRANO, D.; CARPENTER, S. R.; CHOPRA, K.; DASGUPTA, P.; DIETZ, T.; DURAIAPPAH, A. K.; HASSAN, R.; KASPERSON, R.; LEEMANS, R. M.; MAY, R. M.; TONY, M.; MCMICHAEL, P. P.; SAMPER, C.; SCHOLLES, R.; WATSON, R. T.; ZAKRI, A. H.; SHIDONG, Z.; ASH, N. J.; BENNETT, E.; KUMAR, P.; LEE, M. J.; RAUDSEPP-HEARNE, C.; SIMONS, H.; THONELL, J.; ZUREK, M. B. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. 155 p.

RONCHAIL, J.; COCHONNEAU, G.; MOLINIER, M.; GUYOT, J.-L.; CHAVES, A. G. de M.; GUIMARÃES, V.; OLIVEIRA, E. de. Interannual rainfall variability in the Amazon basin and sea-surface temperatures in the equatorial Pacific and the tropical Atlantic Oceans. **International Journal Climatology**, v. 22, n. 13, p. 1663-1686, 2002. DOI: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.815/abstract>.

SANTIBÁÑEZ, F.; MORALES, L.; LA FUENTE, J. de; CELLIER, P.; HUETE, A. Topoclimatic modeling for minimum temperature prediction at a regional scale in the Central Valley of Chile. **Agronomie**, v. 17, n. 6/7, p. 307-314, 1997. DOI: 10.1051/agro:19970601.

SILVA, L. F. G. da; LIMA, H. C. de. Mudanças nomenclaturais no gênero *Tachigali aubl.* (leguminosae – caesalpinioideae) no Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 2, p. 397-401, 2007. Disponível em: <http://rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/rodrig58_2/42-06.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2017.

SILVA, A. R.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; ALVES, L. W. R.; AZEVEDO, C. M. B. C. de; FERNANDES, P. C. C. Comportamento da espécie mogno africano (*khaya Ivorensis*) em sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no município de Paragominas – PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011. 1 CD-ROM.

SOUSA, V. G. de; BRIENZA JUNIOR, S.; BARBOSA, M. G.; MARTORANO, L. G.; SILVA, V. C. **Taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F. Gomes da Silva & H.C. Lima): botânica, ecologia e silvicultura**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 37p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 426).

SOUZA, C. R. de; LIMA, R. M. B. de; AZEVEDO, C. P. de; ROSSI, L. M. B. **Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004a.

23 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 34). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/11952/1/Doc_34.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2017.

SOUZA, C. R. de; LIMA, R. M. B. de; AZEVEDO, C. P. de; ROSSI, M. B. Seleção de espécies florestais para utilização em sistemas agroflorestais em Manaus, AM.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAFs: desenvolvimento com proteção ambiental: anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004b.

SOUZA, M. J. H. de; RIBEIRO, A. R.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P. L.; MINUZZI, R. B.

Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da Bacia do Rio Doce. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 399-410, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000300010>.

SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R. M. B. de; ROSSI, L. M. B. **Espécies florestais para produção de energia**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008. 8 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 31).

SOUZA, C. R. de; AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R. M.; ROSSI, L. M. B. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 127-134, 2010.

SWANN, A. L. S.; LONGO, M.; KNOX, R. G.; LEE, E.; MOORCROFT, P. R. Future deforestation in the Amazon and consequences for South American climate. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 214/215, p. 12–24, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.07.006>.

TOMASELLI, I.; MARQUES, L. C. T.; CARPANEZZI, A.; PEREIRA, J. C. D. Caracterização da madeira de Taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* vogel) para energia.

Boletim de Pesquisa Florestal, n. 6/7, p. 33-44, 1983. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/282258>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D.; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de espécies florestais em área de mata no Estado de Roraima. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 8-18, 2006.

TOURNE, D. C. M.; MARTORANO, L. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; DIAS, C. T. dos S.; LISBOA, L. S.; SARTORIO, S. D.; VETTORAZZI, C. A. Potential topoclimatic zones as support for forest plantation in the Amazon: Advances and challenges to growing Paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Environmental Development**, v. 18, p. 26-35, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2015.11.002>.

UNITED NATIONS. Framework on Climate Change. **Clear Development Mecanism:** sustainable development co-benefits. Disponível em: <<http://cdmcobenefits.unfccc.int/Pages/SD-Reports.aspx>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Definition of priority areas for forest conservation through the Ordered Weighted Averaging method. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 6, p.1408-1417, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.006>.

VELOSO, C. A. C.; SILVA, A. R.; CARVALHO, E. J. M.; SILVEIRA FILHO, A. **Manejo de Cultivo do Paricá (*Schizolobium amazonicum*) em um Latossolo Amarelo Distrófico no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Nordeste Paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 14 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 103). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1048267/1/BOLETIMPD103AINFO.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

VENTURIERI, G. C.; BRIENZA JÚNIOR, S.; NEVES, C. de B. Ecologia reprodutiva do taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* var. *paniculatum* Vogel) Leg: Caesalpinioideae. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO EMBRAPA/DFID, 1999, Belém, PA. **Resumos expandidos...** Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: DFID, 1999. p. 83-90. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 123).

VICTORIA, R. L.; MARTINELLI, L. A.; MORAES, J. M.; BALLESTER, M. V.; KRUSCHE, A. V. Surface air temperature variations in the amazon region and its borders during this century. **Journal of Climate**, v. 11, n. 5, p. 1105-1110, May 1998.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. 29 p. (Embrapa Acre. Documentos, 90). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/498802/1/doc90.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

WANG, J.-J.; JUNG, Y.-Y.; ZHANG, C.-F.; ZHAO, J.-H. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.13, n. 9, p. 2263–2278, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.021>.

WHATELY, M.; HERCOWITZ, M. **Serviços ambientais: conhecer, valorizar e cuidar: subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10366.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

YARED, J. A. G.; KANASHIRO, M.; CONCEIÇÃO, J. G. L. da. **Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no Planalto do Tapajós - Pará**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1988. 29 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 49).

YARED, J. A. G. Silvicultura de algumas espécies nativas da Amazônia. **Silvicultura**, v. 12, n. 42, t. 1, p. 119-122, 1990. Edição dos Anais do Congresso Florestal Brasileiro, 6., 1990, Campos do Jordão.

YOUNG, C. E. F.; BAKKER, L. B. de. Instrumentos econômicos e pagamentos por serviços ambientais no Brasil. In: INCENTIVOS econômicos para serviços ecossistêmicos no Brasil. Rio de Janeiro: Forest Trends, 2015. p.33-56. Disponível em: <http://brazil.forest-trends.org/documentos/matriz_book.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2017.

Embrapa

Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 14234