

Geotecnologia aplicada na avaliação de parâmetros fitossociológicos da espécie *Handroanthus* sp, no Estado do Pará, Brasil

Geotechnology applied in the evaluation of phytosociological parameters of the species

Handroanthus sp, in the State of Pará, Brazil

Geotecnología aplicada en la evaluación de parámetros fitossociológicos de la especie *Handroanthus* sp, en el Estado de Pará, Brasil

Recebido: 25/04/2021 | Revisado: 01/05/2021 | Aceito: 10/05/2021 | Publicado: 20/05/2021

Cecília Hernandez Ochoa Coutinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5323-9793>

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil

E-mail: cecilia.ochoa@gmail.com

Hildemberg da Silva Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5652-698X>

Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis, Brasil

E-mail: berg.cruz@gmail.com

Francimary da Silva Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-8779>

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil

E-mail: francimarycarneiro@gmail.com

Charles Benedito Gemaque Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5966-9556>

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil

E-mail: gemaquec@ufpa.br

Jakeline da Silva Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5788-0999>

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil

E-mail: jakeline.vian@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho consiste em indicar parâmetros fitossociológicos das espécies do gênero *Handroanthus* sp. em diferentes sítios e regiões do Estado do Pará. Os dados foram coletados do Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental público do estado do Pará e em trabalhos científicos. Foi registrada a região de ocorrência, o número de indivíduos, volume de madeira em metro cúbico total e por hectare, tamanho da área amostral ou do inventário florestal 100%, das licenças ambientais nos anos de 2012 a 2016, assim como em trabalhos científicos. Esses dados geraram mapas que demonstraram que o gênero *Handroanthus* sp. ocorre em quase todas as mesorregiões do estado. O Sudeste e Nordeste Paraense apresentaram menor ocorrência e baixa densidade da espécie. O Sudoeste Paraense e Baixo Amazonas são locais de maior ocorrência do gênero e densidades menor que 0,4 árvores/ha podem ser utilizadas como referência nas análises dos inventários florestais 100%.

Palavras-chave: Fitossociologia; Dendrometria; Geoprocessamento; Manejo florestal.

Abstract

The objective of this work was to indicate phytosociological parameters of species of the genus *Handroanthus* sp. in different sites and regions of the State of Pará. The data were collected from the Integrated Environmental Monitoring and Licensing System of the State of Pará and in scientific works. The region of occurrence, the number of individuals, the volume of wood in total cubic meter and per hectare, the size of the sample area or the 100% forest inventory, of environmental licenses in the years 2012 to 2016, as well as in scientific works, were recorded. These data generated maps that demonstrated that the genus *Handroanthus* sp. occurs in almost all mesoregions of the state. The Southeast and Northeast Paraense showed less occurrence and low density of the species. Sudoeste Paraense and Baixo Amazonas are places of greater occurrence of the genus and densities less than 0.4 trees / ha can be used as a reference in the analysis of forest inventories 100%.

Keywords: Phytosociology; Dendrometry; Geoprocessing; Forest management.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue indicar parámetros fitossociológicos de especies del género *Handroanthus* sp. en diferentes sitios y regiones del Estado de Pará. Los datos fueron recolectados del Sistema Integrado de Monitoreo y

Licenciamento Ambiental del Estado de Pará y en trabajos científicos. La región de ocurrencia, el número de individuos, el volumen de madera en metro cúbico total y por hectárea, el tamaño del área muestral o el inventario forestal 100%, de las licencias ambientales en los años 2012 a 2016, así como en obras, fueron registradas. Estos datos generaron mapas que demostraron que el género *Handroanthus* sp. ocurre en casi todas las mesorregiones del estado. El Paraense Sureste y Noreste mostró menor ocurrencia y baja densidad de la especie. Sudoeste Paraense y Baixo Amazonas son lugares de mayor ocurrencia del género y densidades menores a 0.4 árboles / ha se pueden utilizar como referencia en el análisis de inventarios forestales 100%.

Palabras clave: Fitosociología; Dendrometría; Geoprosesamiento; Gestión de bosques.

1. Introdução

As espécies do gênero *Handroanthus* sp, principalmente *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê amarelo e ipê roxo ou pau d'arco da Amazônia, respectivamente) são consideradas atualmente, como o novo mogno da Amazônia. São espécies florestais de alto valor econômico e, estão sob alta pressão da exploração madeireira. No entanto, algumas de suas características ecológicas como crescimento lento, alta mortalidade da regeneração do sub-bosque, baixas taxas de recrutamento para o tamanho adulto, entre outras, podem torná-las vulneráveis aos impactos da exploração madeireira executada atualmente.

Barros (1986) e Santos (2006) ao realizarem estudos no planalto da Estação Experimental de Curua-Una, classificaram a espécie *H. serratifolius* com padrão de distribuição espacial não agrupada ou aleatória, característica bastante distinta de outras árvores de valor comercial como a maçaranduba, seringueira, itaúba e o breu branco, que apresentaram dispersão espacial do tipo agrupada. Na Floresta Nacional do Tapajós e na Unidade de Manejo Florestal II da Floresta Nacional de Saraca-Taquera (UPA B/2013), Carvalho et al., (2001) e Ebata (2013), respectivamente, também classificaram *H. serratifolius* como uma espécie com padrão de distribuição espacial aleatória. A distribuição espacial de determinada espécie pode ser afetada por variações locais, como a evolução dos estágios sucessionais da floresta, interação das espécies (inter e intra- específica), tipo de dispersão de sementes, condições de habitat, umidade do solo (Odum, 1988), relevo e o próprio manejo florestal aplicado na área (Barros, 1986).

Independente do tipo de distribuição espacial observado para as espécies florestais num dado sítio (aleatório, uniforme e agregado), é indispensável que o planejamento e a execução do manejo florestal a ser realizado na área, não altere o padrão de distribuição espacial dessas espécies, garantindo o equilíbrio e a perpetuidade das espécies no processo de dinâmica florestal e, conseqüentemente, a manutenção de indivíduos a serem explorados nos próximos ciclos de corte (Rossi, 1994).

Martini et al. (1998) ao analisarem sete características ecológicas das espécies madeireiras mais exploradas no Estado do Pará na década de 90, as quais poderiam torná-las mais vulneráveis aos impactos da exploração, conseguiram classificar *Handroanthus serratifolius* como uma espécie capaz de resistir à pressão da exploração madeireira sem sofrer redução drástica em seu estoque populacional. As variáveis qualitativas analisadas foram: habilidade de dispersão de sementes para longas distâncias, abundância de varetas na regeneração da floresta, capacidade de crescimento rápido, capacidade de rebrotar, capacidade de resistência a incêndios, abundância de árvores adultas e ampla distribuição geográfica.

No entanto, em estudo para verificar se a Exploração de Impacto Reduzido (EIR) adotado nos dias atuais sustentará a exploração de algumas espécies florestais por várias colheitas, entre elas *Handroanthus* sp., Schulze et al. (2005) notou que o corte de 90% dos indivíduos removeu mais árvores que o número disponível nas classes de tamanho jovem, considerando que cerca de 40% das árvores de tamanho comercial foram rejeitadas na primeira exploração, por serem ocas e defeituosas. Esses indivíduos devem permanecer na floresta como fonte de sementes ou árvores matrizes, e também não seriam incluídos nas colheitas seguintes (Schulze et al., 2008, Carneiro et al., 2019 e Pinheiro et al., 2021).

Após 10 anos de avaliação, a taxa de mortalidade anual das árvores (por doenças, quedas provocadas pelo vento e outras causas naturais) foi de, aproximadamente, 0,5% e a taxa de crescimento anual em torno de 0,42 cm/ano. O número

disponível de árvores para a próxima colheita (com DAP ≥ 50 cm) após 30 anos será drasticamente mais baixo que no primeiro corte e todas as árvores de ipê sobreviventes nessa nova colheita deverão ser poupadas, pois são as matrizes deixadas na primeira colheita. O volume de madeira a ser obtido será de apenas uma fração do extraído 30 anos antes, já que a maioria das árvores exploráveis ainda não atingiu o diâmetro mínimo de corte - DMC. Ainda segundo os dados apresentados na simulação, somente a partir de 30 e 60 anos, ou seja, após o segundo ciclo de corte, seria possível obter um rendimento de madeira semelhante à primeira exploração florestal (Schulze et al., 2008).

Quando comparada a outras espécies florestais, a estrutura populacional e a taxa de crescimento de ipê são bastante desequilibradas - tendendo a uma proporção maior de indivíduos adultos grandes - e a taxa de crescimento é mais lenta que as espécies do gênero *Swietenia* sp. (mogno), por exemplo. Portanto, o ipê está mais susceptível à extinção comercial em função da exploração sem controle, inclusive, podendo vir a ser regulamentada como uma espécie protegida no âmbito da Convenção de Washington sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (Schulze et al., 2005).

O diagnóstico dessa simulação evidencia a improbabilidade de que a espécie proporcione 90% de árvores adultas com ciclos de corte a cada 30 anos e que para manter essa intensidade de exploração por pelo menos dois ciclos, o intervalo entre colheitas deveria ser bem maior, considerando que as próximas colheitas dependem, em grande parte, da regeneração de plântulas nas áreas exploradas e na mudança das diretrizes sobre as melhores práticas de manejo, como, por exemplo, o aumento do diâmetro mínimo de corte e no percentual de árvores adultas para remanescentes e matrizes, além da adoção do plantio em clareiras para as árvores consideradas raras.

A realização de estudos que possam demonstrar a distribuição espacial, ocorrência em diferentes sítios florestais e densidade populacional das árvores da espécie *Handroanthus* sp. são extremamente relevantes para subsidiar o estabelecimento de diretrizes técnicas para o manejo da espécie. Uma das formas de se conhecer a dinâmica populacional da espécie *Handroanthus* sp., pode ser feito a partir dos estudos fitossociológicos que servem para mostrar a ocorrência de indivíduos na floresta considerando diferentes classes de diâmetros.

Tais estudos podem inclusive, considerar os parâmetros (classes de diâmetros, quantidade de indivíduos por ha, distribuição espacial aleatória ou agregada) que são úteis para definir as práticas de manejo e o sistema de exploração florestal a ser adotado considerando a dinâmica populacional da espécie.

Em muitos desses estudos realizados por instituições de ensino e pesquisa em sítios florestais na Amazônia Brasileira, a distribuição espacial, a ocorrência e a densidade populacional (indivíduos por ha) do gênero *Handroanthus* sp. demonstram que a espécie tem como característica um padrão de distribuição aleatória, maior ocorrência em classes de diâmetro maiores, e não está distribuída em todos os estados da região amazônica.

No Estado do Pará os estudos fitossociológicos realizados mostram a ocorrência das espécies em vários sítios em diferentes regiões do estado. Entretanto, ainda existe uma carência de estudos que reúna os dados das pesquisas já realizadas com os levantamentos florestais realizadas pelos empreendimentos florestais que possam servir como base para inferir sobre a distribuição espacial, ocorrência e abundância (densidade) da espécie em diferentes regiões e mesorregiões do Estado.

Os inventários florestais comerciais que são realizados pelos empreendimentos florestais ou produtores/proprietários de áreas de florestas para obtenção do licenciamento de Planos de Manejo Florestais - PMFS, visando a exploração comercial de madeira, carecem de uma validação técnica-científica quanto aos dados apresentados nos órgãos ambientais.

Tal validação tem sido sustentada como uma forma de certificação das informações prestadas junto aos órgãos ambientais em razão dos valores de densidade e volume para a espécie *Handroanthus* sp. obtidos em trabalhos científicos publicados pelas instituições de ensino e pesquisa, a partir de inventários florestais realizados em sítios florestais localizados no Estado do Pará. No entanto, esses estudos têm considerado, na maioria dos casos, mensuração do diâmetro da árvore

inferior a 40 cm de DAP, mas os inventários florestais comerciais a 100% submetidos à Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará (SEMAS/PA) para fins de licenciamento, apresentam, em sua maioria, a estimativa da população arbórea com DAP a partir de 40 cm, quando ausente o inventário florestal amostral.

Por outro lado, estes levantamentos florestais comerciais, além de aumentarem a quantidade de dados sobre a população da espécie, permitem comparar com dados de pesquisas, admitindo desta forma, um processo de validação dos parâmetros fitossociológicos a serem considerados e que sirvam de referência aos órgãos ambientais durante as análises dos dados de inventário florestal apresentados para a espécie ipê a serem autorizados em seus processos de licenciamento, de forma que as mesmas reflitam a realidade no campo e que o manejo florestal aprovado respeite as características ecológicas e os dados dendrométricos e fitossociológicos de *Handroanthus* sp.

O levantamento dos recursos florestais e a qualificação do potencial de produção florestal necessitam de elevado fluxo de informações, porém ainda existem dificuldades em alocar, detalhar, organizar, interpretar e, principalmente, armazenar informações de forma que garantam um confiável banco de dados. A aplicação de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto tem fornecido uma coleção de mapas temáticos obtidos através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que associados ao conhecimento do manejo florestal, permitem a avaliação da situação dos recursos florestais disponíveis em determinada área de estudo, subsidiando o planejamento e a execução de ações técnicas pelas empresas e pelo Estado (Bolfé et al., 2002, Ribeiro et al., 2020, Santos et al., 2020, Rosário et al., 2021).

As ferramentas de geoprocessamento vêm sendo utilizadas como método moderno e eficaz para um melhor entendimento sobre os recursos florestais, sobretudo os estudos fitossociológicos, estabelecendo uma relação entre a posição espacial das árvores com os seus atributos associados (abundância, densidade, volume, entre outros) (Couto, 1993, Filho et al., 2008, Ribeiro et al 2009). A partir do uso dessas ferramentas, é possível observar a ocorrência, a distribuição espacial e a abundância de determinada espécie florestal em distintos sítios, originado a partir da associação entre as coordenadas geográficas dessas árvores ou área de ocorrência do estudo, com diversos atributos, como por exemplo, o quantitativo de eventos realizados e os intervalos para classificação da densidade absoluta (indivíduos/ha) da espécie, tendo como resultado, registros que permitem demonstrar padrões de distribuição espacial e tendências em uma determinada área geográfica para a tomada de decisão sobre o evento analisado.

Para facilitar a otimização de análise e a geração de informações visuais quali-quantitativas, este trabalho se propõe a utilizar ferramentas geoprocessamento para analisar e demonstrar a ocorrência, a distribuição espacial e quantitativos e variações de abundância/densidade absoluta das espécies do gênero *Handroanthus* sp. (ipê) em diferentes sítios e mesorregiões do Estado do Pará, visando indicar parâmetros fitossociológicos da espécie como forma a subsidiar as análises e autorização de número de indivíduos e volumes de madeira em toras nos processos de licenciamento ambiental dos Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS.

2. Metodologia

Área de Estudo

O estudo concentrou-se no Estado do Pará em função da acessibilidade pública ao Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (SIMLAM-PA) da Secretária de Estado de Meio Ambiente – SEMAS/PA, o qual disponibiliza por meio da rede internet de computadores, todas as licenças ambientais para exploração em regime de manejo florestal madeireiro, possibilitando a construção de uma robusta base de dados com coordenadas geográficas associadas a parâmetros fitossociológicos e dendrométricos de cada autorização.

Fonte de dados

Foi realizado um levantamento sistemático sobre parâmetros fitossociológicos e dendrométricos para as espécies florestais identificadas como ipê, tanto no Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (SIMLAM-PA), quanto nos dados dos trabalhos científicos publicados por instituições de ensino e pesquisa, disponíveis nas bibliotecas virtuais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Periódicos da CAPES, Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), Escola de Ensino Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), entre outras.

No SIMLAM, utilizou-se as Autorizações de Exploração Florestal (AUTEF) emitidas pela SEMAS-PA para o licenciamento de PMFS no período de 01/01/2012 a 31/12/2016. Foram registrados o número de indivíduos (árvores) por hectare, quantidade total de árvores autorizadas para corte, volume de madeira em metro cúbico autorizado por hectare e na área total de efetivo manejo florestal, considerando os diferentes nomes científicos associados à árvore denominada popularmente como ipê.

Foram discriminadas também a área total autorizada e a localização dos PMFS por município e mesorregião. Os dados obtidos para estas variáveis foram baseados nos inventários florestais 100% realizados pelos empresários e proprietários de áreas com floresta, os quais devem seguir a legislação ambiental pertinente, que prevê que o Diâmetro Mínimo de Corte (DMC) definidos no plano de manejo deverá ser acima de 50 cm.

Na base de dados virtual das instituições de pesquisa brasileiras, o levantamento de dados fitossociológicos e dendrométricos observados nos trabalhos de pesquisa consistiu na análise e coleta de dados dos resultados apresentados nos trabalhos para as diferentes variáveis fitossociológicas: distribuição das espécies e indivíduos por classe diamétrica, frequências absoluta e relativa, densidade ou abundância absoluta e relativa, área basal, volume de madeira em pé, índice de valor de importância, índice de valor de cobertura, dominância absoluta e relativa, entre outras para o gênero *Handroanthus sp.*, associando essas informações com o tamanho e a quantidade de unidades amostrais junto à localização geográfica das áreas de estudo.

Ressalta-se que foram registradas, aproximadamente, 59 ocorrências para o gênero em todo o Estado, porém somente 19 trabalhos científicos foram utilizados para compor a base de dados. Desses, três consideraram árvores com $DAP \geq 5$ cm, quatro trabalhos realizaram sua coleta de dados com $DAP \geq 10$ cm, um trabalho com indivíduos de $DAP \geq 15$ cm, três (3) estudos com $DAP \geq 30$ cm, dois (2) estudos com $DAP \geq 45$ cm, quatro (4) com $DAP \geq 50$ cm e dois não informaram a classe diamétrica utilizada. De forma geral, os estudos científicos analisados obtiveram sua base de dados englobando tanto as árvores adultas com porte comercial previsto na legislação vigente, quanto a regeneração natural existente nas áreas de amostragem.

Após a coleta e a sistematização das variáveis, compôs-se uma base de dados para subsidiar a análise e a interpretação das informações. A hipótese é de que os inventários dos projetos de manejo florestal apresentados à SEMA estejam superestimados com relação à quantidade de indivíduos e o volume real de *Handroanthus sp.*

Com os resultados obtidos a partir dos inventários florestais analisados por técnicos SEMAS e que geraram as AUTEFs e com o que foi registrado nos artigos científicos, considerando que a pesquisa não tem o mesmo alcance espacial dos PMFS no estado do Pará, foram realizadas comparações entre esses dados, visando demonstrar a área de abrangência da espécie por mesorregião/ocorrência, a densidade de árvores por hectare em que são encontradas nas florestas, o volume máximo e mínimo observados nos trabalhos científicos em relação àqueles liberados nas autorizações e o que as pesquisas científicas vêm demonstrando sobre *Handroanthus sp.* nessas mesmas mesorregiões, utilizando-se desses mesmos parâmetros.

Processamento dos dados

Foram produzidas duas bases de dados utilizando o *software* Excel: uma contendo as informações provenientes das autorizações de manejo florestal e a outra com os resultados dos estudos realizados pelas instituições de ensino e pesquisa. As coordenadas geográficas Latitude (Y) e Longitude (X) foram coletadas ora em formato de graus, minutos e segundos ou em sistema UTM e devidamente transformadas em graus decimais (GD) com o auxílio da calculadora geográfica disponibilizada publicamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Ressalta-se que diversas licenças ambientais não apresentaram as coordenadas geográficas, porém, foi possível obtê-las analisando-se a disposição da área de manejo na grade de coordenadas disponíveis no verso das licenças.

Os parâmetros dendrométricos e fitossociológicos foram associados às coordenadas de localização espacial de cada projeto de manejo e para cada estudo científico, atribuindo-se para cada base de dados um ranking numérico classificado de 1 até 6 (Quadro 1), onde cada ranking corresponde a diferentes intervalos de densidade absoluta de árvores por hectare (indivíduos/ha ou árvores/ha).

Dessa forma, empreendimentos florestais que demandaram entre 0 a 0,2 árvores de *Handroanthus* sp. por hectare, foram classificados no ranking como nº 1 e os que apresentaram uma demanda entre $0,2 \leq \text{N}^\circ \text{ÁRVORES/ha} < 0,4$, foram classificados no ranking nº 2, e assim, sucessivamente, até o ranking nº 6, no qual ficaram inseridos os empreendimentos que demandaram a maior quantidade de ipês, ou seja, acima de 1 árvore por hectare. O mesmo procedimento foi aplicado aos dados provenientes dos estudos científicos.

Quadro 1. Rankings de densidade absoluta para *Handroanthus* sp., considerando diferentes intervalos dos quantitativos de número de indivíduos/árvores por ha.

Ranking de densidade absoluta da espécie	Intervalo de classe contendo a DENSIDADE de árvores/ha de <i>Handroanthus</i> sp.
1	$0 < \text{N}^\circ \text{ÁRVORES/ha} < 0,2$
2	$0,2 \leq \text{N}^\circ \text{ÁRVORES/ha} < 0,4$
3	$0,4 \leq \text{N}^\circ \text{ÁRVORES/ha} < 0,6$
4	$0,6 \leq \text{N}^\circ \text{ÁRVORES/ha} < 0,8$
5	$0,8 \leq \text{N}^\circ \text{ÁRVORES/ha} < 1$
6	$\text{N}^\circ \text{ÁRVORES} > 1$
Total de ranking/intervalos	6

Fonte: Autores.

Considerando a grande quantidade de licenças emitidas para exploração florestal em todo o Estado do Pará e a necessidade de facilitar a interpretação das informações, os dados constantes de ocorrência de *Handroanthus* sp. e dos intervalos de densidade de indivíduos por hectare foram associados à localização geográfica estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE para as seis (06) mesorregiões existentes no Estado: Baixo Amazonas, Marajó, Nordeste paraense, Região Metropolitana de Belém, Sudeste paraense e Sudoeste paraense.

Diante do exposto, as bases de dados em Excel foram inseridas, ajustadas e processadas no software *ArcGIS Desktop* 10.2 para a composição de tabelas de atributos e produção de mapas que demonstrassem a distribuição espacial e os dados de densidade absoluta, considerando os diferentes intervalos de densidade, baseado no número de árvores por ha para *Handroanthus* sp. indicado para cada sítio; plotando cada um dos registros conforme sua ocorrência nas mesorregiões existentes no estado do Pará, com o propósito de inferir sobre a ocorrência, distribuição espacial e densidade da espécie e

validar os parâmetros apresentados a partir dos inventários florestais 100% apresentados nos processos de licenciamento de PMFS.

3. Resultados e Discussão

Distribuição Espacial E Ocorrência Do Gênero *Handroanthus* sp.

Com os dados dos 19 trabalhos científicos verificou-se a ocorrência e distribuição espacial da espécie *Handroanthus* sp. ocorre em quase todas as mesorregiões do Estado exceto no Marajó, em maior ou menor abundância/densidade (indivíduos/ha) entre as mesmas (Figura 1, Quadro 2).

A maior quantidade de sítios florestais/estudos foram registrados indivíduos da espécie *Handroanthus* sp., considerando as diferentes classes (rankings) de densidade (indivíduos por ha), concentraram-se principalmente na mesorregião do Baixo Amazonas com doze (12) sítios florestais distribuídos entre os municípios de Alenquer, Almeirim, Belterra, Juruti, Monte Alegre, Óbidos, Oriximiná, Prainha e Santarém, sendo incluído neste estudo, o município de Aveiro, que fica na mesorregião Sudoeste). Na mesorregião Nordeste paraense foram registrados três (03) sítios florestais, sendo os estudos realizados nos municípios de Acará, Tailândia, Bragança e Moju); na mesorregião Sudeste paraense, três (3) sítios registrados no município de Paragominas e; um (1) sítio na região Sudoeste paraense (com vários pontos de amostragem distribuídos nos municípios de Altamira, Anapu, Vitória do Xingu e Senador José Porfírio, sendo inseridos neste estudo, os municípios de Placas e Gurupá) (Figura 1; Tabelas 2 e 3).

Figura 1. Espacialização dos estudos científicos identificados no Estado do Pará e a densidade de árvores de *Handroanthus* sp. por hectare.



Fonte: Autores.

Quadro 2. Intervalos de classe (ranking) de Densidade Absoluta (árvores/ha) identificados para as árvores descritas em cada trabalho científico sobre *Handroanthus* sp. nas diferentes mesorregiões do Estado do Pará.

Mesorregiões e Municípios	Quantitativo de estudos de acordo com o ranking de Densidade Absoluta/ha				Total Geral
	0 < N° ÁRV./ha < 0,2	0,2 ≤ N° ÁRV./ha < 0,4	0,6 ≤ N° ÁRV./ha < 0,8	N° ÁRV. > 1	
BAIXO AMAZONAS + AVEIRO					
Almeirim, Monte Alegre, Alenquer e Óbidos	1				1
Belterra	1	1	1		3
Oriximiná		1			1
Prainha e Santarém	1			1	2
Santarém e Belterra	2	2			4
Santarém-Juruti-Aveiro	1				1
NORDESTE PARAENSE					
Acará e Tailândia				1	1
Bragança				1	1
Moju	1				1
SUDESTE PARAENSE					
Paragominas	1	2			3
SUDOESTE PARAENSE + GURUPÁ E PLACAS					
Altamira, Anapu, Vitória do Xingu e Senador José Porfírio.				1	1
Total Geral	8	6	1	4	19

Fonte: Autores.

Ressalta-se que foi constatado um estudo na mesorregião do Marajó, no município de Portel, porém os dados desse estudo não foram contabilizados como análises do parâmetro de ocorrência, distribuição espacial e densidade absoluta em razão dos valores encontrados serem muito superiores aqueles registrados nos outros estudos científicos nas outras mesorregiões, inclusive nas mesorregiões e regiões próximas.

Pode-se observar, portanto, que apesar da limitação de dados técnicos disponíveis, o gênero *Handroanthus* sp. ocorre na maioria das mesorregiões do estado do Pará (Baixo Amazonas, Nordeste paraense, Sudeste paraense, Sudoeste paraense e Marajó), exceto na mesorregião Metropolitana de Belém.

A SEMA-PA licenciou projetos de manejo florestal nessas mesmas mesorregiões, no entanto, com uma abrangência espacial ilimitada, pois os projetos de manejo requerendo o gênero *Handroanthus* sp. estão distribuídos em 51 municípios, enquanto que a abrangência da pesquisa reporta-se a 18 municípios, dentre os quais, somente 15 são os mesmos onde foram aprovados as AUTEFs. Ou seja, em 36 municípios que tiveram autorização para exploração de ipê, não identificou-se qualquer tipo de registro científico sobre fitossociologia e dendrometria a respeito de espécies que compõem o gênero em estudo.

DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS E DENDROMÉTRICOS PROVENIENTES DE ESTUDOS CIENTÍFICOS REALIZADOS NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DO PARÁ

Na mesorregião do Baixo Amazonas, cujos estudos abrangeram vegetação do tipo floresta ombrófila densa, localizada nos municípios de Alenquer, Almeirim, Belterra, Juruti, Monte Alegre, Óbidos, Oriximiná, Prainha e Santarém e o município de

Aveiro. O estudo realizado na mesorregião do Marajó (Portel) foi contabilizado como um município com ocorrência de *Handroanthus* sp., porém as variáveis fitossociológicas e dendrométricas foram analisadas e classificadas como outliers, sendo desconsideradas no resultado final da análise geral deste trabalho.

Apesar de haver estudos de caso que identifiquem a ocorrência de *Handroanthus* sp. na mesorregião Metropolitana de Belém (Reserva Florestal da Amafrutas, Ilha do Combu, Parque Ecológico de Gunma, entre outros remanescentes florestais localizados nessa mesorregião), aqueles não foram incluídos neste trabalho, considerando que, para efeito de comparação, não existem planos de manejo florestal licenciados pela SEMA-PA na região metropolitana de Belém, no Sudoeste Paraense, a densidade absoluta das árvores variou de 0,05 a 1,8 ind./ha⁻¹. O volume de madeira máximo por hectare foi de 0,91 m³/ha⁻¹ e mínimo de 0,38 m³/ha⁻¹ e a Área Basal máxima foi de 0,14 m²/ha e mínima de 0,03 m²/ha. Ressalta-se que o processo de amostragem dos estudos de caso avaliou indivíduos distribuídos com DAP a partir de ≥ 5 cm.

No Nordeste paraense, a densidade absoluta variou de 0,01 a 4 ind./ha⁻¹, sendo que a máxima foi registrada no município de Bragança, devido a classe diamétrica compreender indivíduos também com DAP ≥ 5 cm, provenientes de uma floresta secundária originada a partir da agricultura de corte e queima. Quanto ao volume não houve variação, sendo registrado um total de 0,06 m³/ha⁻¹ (Quadro 3).

Quadro 3. Variáveis silviculturais - Densidade (nº ind./ha⁻¹), Volume (m³/ha⁻¹), Área Basal (m²/ha⁻¹), Volume total (m³), Dominância Absoluta (m²/ha) e fitossociologia – IVI (índice de valor de importância), coletadas com diâmetros a altura do peito ≥ 5 .

Mesorregião	Diâmetro Mínimo de Medição (cm)	DENSIDADE ABSOLUTA (nº ind./ha ⁻¹)		VOLUME (m ³ /ha ⁻¹)		ÁREA BASAL (m ² /ha ⁻¹)		VOLUME TOTAL (m ³)		DOMINÂNCIA ABSOLUTA (m ² /ha)		IVI	
		Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Baixo Amazonas	≥ 30	0,61	0,61										
	≥ 10	0,31	0,05							0,08	0,08	0,19	0,1
	≥ 15	0,09	0,09	0,38	0,38			13,45	13,45				
	≥ 45	0,2	0,07	0,52	0,52	0,14	0,03	1,38	1,38				
	≥ 5	1,8	0,3	0,4	0,4					0,68	0,04	2,06	0,19
	≥ 50	0,12	0,09	0,91	0,67	0,06	0,04	2610	2610			17,5	17,5
	não informado	0,3	0,3	0,4	0,4	0,04	0,04					0,19	0,19
Total Baixo Amazonas		1,8	0,05	0,91	0,38	0,14	0,03	2610	1,38	0,68	0,04	17,5	0,1
Nordeste paraense	≥ 10	2	2										
	≥ 5	4	4										
	≥ 50	0,01	0,01	0,06	0,06	0,0025	0,0025						
Total Nordeste Paraense		4	0,01	0,06	0,06	0,0025	0,0025						

Sudeste paraense	≥ 30	0,31	0,31										
	≥ 10	0,23	0,23										
	não informado	0,1	0,1							0,06	0,06	0,43	0,43
Total Sudeste Paraense		0,31	0,1							0,06	0,06	0,43	0,43
Sudoeste paraense + Gurupá e Placas	≥ 30	1,22	1,22									0,39	0,39
Total Sudoeste paraense + Gurupá e Placas		1,22	1,22									0,39	0,39
Média Geral Máximo e Mínimo		1,83	0,35	0,49	0,22	0,072	0,018	2610	1,38	0,37	0,05	6,11	0,31

Fonte: Autores.

No Sudeste paraense, onde foram identificados estudos no município de Paragominas, a densidade máxima foi de 0,31 ind./ha⁻¹ e a mínima de 0,10 ind./ha⁻¹, constante no ranking de nº 2 ($0,2 \leq N^\circ \text{ÁRV./ha} < 0,4$), ressaltando-se que nessa pesquisa, foram observados os indivíduos com DAP ≥ 10 cm e DAP ≥ 30 cm. No licenciamento para o mesmo município, identificou-se que em 14 planos de manejo de floresta nativa aprovados, os projetos apresentaram uma densidade máxima de 0,18 ind./ha⁻¹ e mínima de 0,003 ind./ha⁻¹, com média geral de 0,04 ind./ha⁻¹ (Quadro 5), ou seja, a densidade absoluta de árvores por hectare demanda nos projetos de manejo, para esse período, esteve dentro dos limites de densidade absoluta demonstrada nos trabalhos de pesquisa científica.

Contudo, todos os 14 projetos do município de Paragominas demandaram uma densidade de árvores qualificada no ranking nº 1 ($0 < N^\circ \text{Árvores/ha} < 0,2$) e cujo tem DAP ≥ 50 cm (árvores adultas previstas para o corte conforme legislação vigente), podendo-se inferir que esses projetos podem ter se adequado à produtividade atual das florestas na mesorregião Sudeste paraense e aplicando de fato o manejo florestal sustentável, considerando todo o histórico de uso e ocupação do solo (desmatamento para formação de pastagens) e da própria atividade madeireira realizada de forma predatória durante muitos anos no Sudeste paraense, com destaque para Paragominas, o que provocou o empobrecimento da floresta do ponto de vista fitossociológico (Veríssimo et al., 1992 e Veríssimo et al., 2002).

Na mesorregião Sudoeste paraense, incluindo os municípios de Gurupá (região do Marajó) e Placas (Baixo Amazonas), o único estudo registrado contemplou uma área que abrangeu seis municípios, dispostos na região conhecida como Grande Curva do Rio Xingu, onde foi possível identificar a densidade absoluta de 1,22 ind./ha⁻¹ e IVI de 0,39 para indivíduos de *Handroanthus* sp. com DAP ≥ 30 cm.

A área basal também foi uma das variáveis dendrométricas utilizada nos trabalhos científicos para demonstrar a área ocupada por uma espécie dentro da floresta. A máxima foi de 0,14 m²/ha⁻¹ registrada na mesorregião do Baixo, cuja frequência de estudos se concentrou, principalmente, na Flona Tapajós, FLOTA Paru e Glebas estaduais Mamuru-Arapiuns e a mínima de 0,0025 m²/ha⁻¹, no Nordeste paraense, Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, em Moju.

O Índice de Valor de Importância - IVI retrata a importância ecológica da espécie dentro de uma comunidade. O IVI pode apresentar um valor máximo de 300%. Para a espécie em questão, o maior valor encontrado foi de 17,5% e o mínimo de 0,10% na mesorregião do Baixo Amazonas. Já em estudo localizado no Sudeste paraense, o IVI registrado foi de 0,43% e no Sudoeste, o IVI foi de 0,39 (Quadro 3).

A média geral obtida a partir dos 19 estudos foi de 0,63 ind./ha para a variável densidade, 0,48 m³/ha de volume, 0,05 m²/há de área basal, 0,21 m²/há para a variável dominância absoluta e IVI de 2,63 (Quadro 04).

Quadro 4. Média geral das variáveis dendrométricas Densidade (nº ind/ha), Volume (m³/ha), Área Basal (m²/ha), Dominância Absoluta (m²/ha) e da variável fitossociológica IVI para cinco mesorregiões que compõem a maior parte do Estado do Pará.

MESORREGIÃO	Média de DENSIDADE ABSOLUTA (nº ind./há ⁻¹)	Média de VOLUME (m ³ /há ⁻¹)	Média de ÁREA BASAL (m ² /há ⁻¹)	Média de DOMINÂNCIA ABSOLUTA (m ² /ha)	Média de IVI
Baixo Amazonas + Aveiro	0,338	0,5469	0,064	0,2659	3,37 18
Nordeste paraense	2,0033	0,0615	0,0025		
Sudeste paraense	0,2138			0,056	0,43 0
Sudoeste paraense + Gurupá e Placas	1,22				0,39 0
Média Geral	0,6278	0,4776	0,0537	0,2134	2,63 14

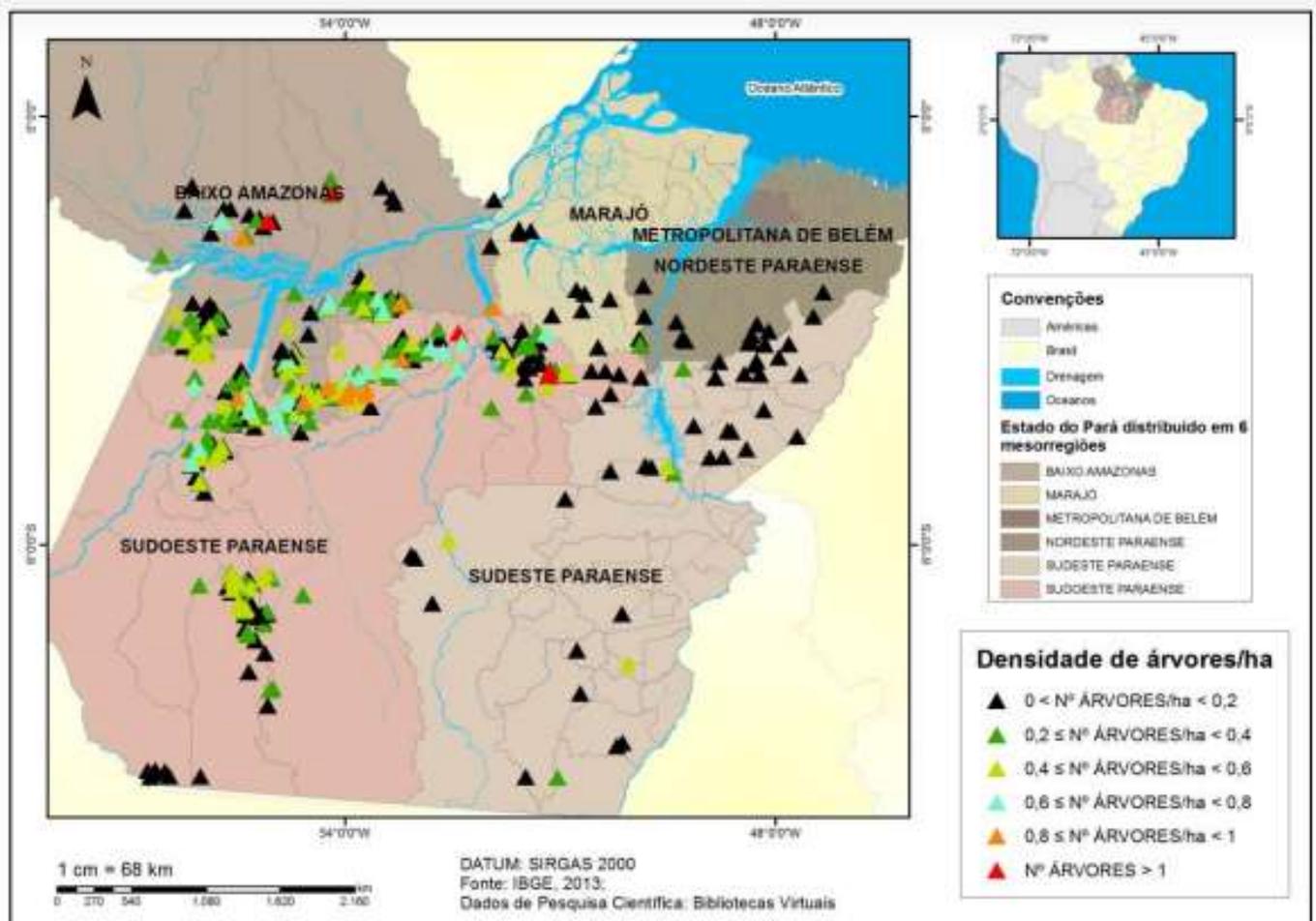
Fonte: Autores.

Com base nos parâmetros discutidos acima, pode-se inferir que o gênero *Tabebuia* sp., pode ser considerado como raro, dependendo da região em que foi realizado o estudo.

Dados fitossociológicos e dendrométricos das licenças emitidas pela semas

Foram contabilizadas um total de 615 licenças ambientais (AUTEFs) emitidas para o manejo de *Handroanthus* sp. no período de estudo, distribuídas quase todas as mesorregiões do Estado do Pará, sendo 306 projetos aprovados no Sudoeste Paraense, 230 no Baixo Amazonas, 41 no Sudeste Paraense, 22 licenças no Nordeste Paraense e 16 no Marajó, não havendo autorizações para manejo na região metropolitana de Belém (Figura 2, Quadro 5).

Figura 2. Espacialização das licenças (AUTEFs) emitidas pela SEMAS no período de 2012 a 2016 e a densidade de árvores por hectare para exploração de *Handroanthus* spp.



Fonte: Autores.

Dos municípios que tiveram autorização para exploração de *Handroanthus* sp. na mesorregião do Baixo Amazonas, 13 foram contemplados com 104 autorizações, cujo quantitativo de árvores de ipê foi classificado no ranking nº 1 ($0 < N^{\circ} \text{ÁRVORES/ha} < 0,2$) e nove municípios com 73 autorizações cujas árvores foram classificadas no ranking de nº 2 ($0,2 \leq N^{\circ} \text{ÁRVORES/ha} < 0,4$), com destaque para Santarém, que obteve um total de 70 licenças com árvores de ipê distribuídas em todos os rankings, exceto o de nº 6 e; também para Alenquer, Mojuí dos Campos e Monte Alegre, os únicos municípios a demandarem um quantitativo de árvores classificadas no ranking nº 6 ($N^{\circ} \text{ÁRVORES} > 1 \text{ ind/ha}$) (Quadro 5).

Na mesorregião Sudoeste paraense, 13 municípios obtiveram 112 autorizações, cujas árvores estiveram no intervalo nº 2 ($0,2 \leq N^{\circ} \text{ÁRVORES/ha} < 0,4$) e 111 licenças com árvores no intervalo nº 1 ($0 < N^{\circ} \text{ÁRVORES/ha} < 0,2$), observando-se uma drástica redução de licenças com árvores classificadas nos demais rankings (3, 4, 5 e 6). Todavia, Brasil Novo e Novo Progresso, foram os únicos municípios dessa mesorregião em que as árvores demandadas nas licenças (três no total) foram classificadas no ranking de nº 6 ($N^{\circ} \text{ÁrvoreS} > 1 \text{ ind/ha}$) (Quadro 5).

Nas demais mesorregiões (Marajó, Nordeste e Sudeste paraense) não houve autorizações com árvores classificadas no intervalo nº 6 ($N^{\circ} \text{ÁRVORES} > 1 \text{ ind/ha}$) e, verificou-se que na maioria das licenças (476 no total) as árvores de ipê foram demandadas nos rankings de nº 1 (287 autorizações) e nº 2 (189 autorizações) (Quadro 5).

Ressalta-se que tanto nas mesorregiões Sudeste e Sudoeste paraense, um total de 57 licenciamentos apresentaram árvores com intervalo de classe nº 3 ($0,4 \leq N^{\circ} \text{ÁrvoreS/ha} < 0,6$), ou seja, acima do que foi apresentado nos resultados das

pesquisas, cujas árvores de ipê identificadas nos estudos, foram classificadas nos ranking nº 1 ($0 < N^{\circ}$ Árvores/ha $< 0,2$) e nº 2 ($0,2 \leq N^{\circ}$ Árvores/ha $< 0,4$).

Quadro 5. Intervalos de classe (ranking) de Densidade Absoluta (árvores/ha) identificados para as árvores de *Handroanthus* sp. descritas nos inventários florestais comerciais a 100%, apresentados no licenciamento ambiental de PMFS junto a SEMAS/PA.

	Licenças emitidas por Mesorregião, de acordo com o ranking de Densidade Absoluta/ha						Total
	$0 < \text{ÁRV./ha} < 0,2$	$0,2 \leq \text{ÁRV./ha} < 0,4$	$0,4 \leq \text{ÁRV./ha} < 0,6$	$0,6 \leq \text{ÁRV./ha} < 0,8$	$0,8 \leq \text{ÁRV./ha} < 1$	$\text{ÁRV.} > 1$	
BAIXO AMAZONAS							
Alenquer	3	2				1	6
Almeirim	5						5
Belterra	6						6
Curuá	1						1
Juruti	7	7	2				16
Mojú dos Campos	11	4	2	1		1	19
Monte Alegre	5	1		2		1	9
Óbidos	3	1	1	1	1		7
Oriximiná	5			1			6
Placas	7	19	11	6	2		45
Prainha	17	13	2	4	1		37
Santarém	32	25	12	1			70
Santarém/Juruti	2						2
Terra Santa		1					1
Total AUTEFs Baixo Amazonas	104	73	30	16	4	3	230
MARAJÓ							
Gurupá	6						6
Melgaço	1						1
Portel	9						9
Total AUTEFs Marajó	16						16
NORDESTE PARAENSE							
Baião	3	1					4
Capitão Poço	1						1
Ipixuna do Pará	6						6
Muju	3						3
Oeiras do Pará	3						3
Tomé-Açu	5						5

Total AUTEFs Nordeste paraense	21	1					22
SUDESTE PARAENSE							
Bannach	1						1
Bom Jesus do							
Tocantins	1						1
Breu Branco		1					1
Cumaru do Norte	1						1
Dom Eliseu	2						2
Itupiranga	2	1	1				4
Jacundá	1						1
Novo Repartimento	2						2
Paragominas	14						14
Rio Maria			1				1
Rondon do Pará	4						4
Santa Maria das							
Barreiras	2						2
Santana do Araguaia		1					1
São Félix do Xingu	4		1				5
Ulianópolis	1						1
Total AUTEFs Sudeste paraense	35	3	3				41
SUDOESTE PARAENSE							
Altamira	7	5	2	1			15
Anapu	10	5	2	1			18
Aveiro	6	25	6	1	1		39
Brasil Novo	1	1	2	2		1	7
Itaituba	5	7	2				14
Jacareacanga	7						7
Medicilândia	16	8	2	1	1		28
Novo Progresso	15	10	9				34
Pacajá	10	1	3			2	16
Rurópolis	10	25	11	5			51
Senador José Porfírio		1			1		2

Trairão	13	14	5	2			34
Uruará	5	8	9	6	4		32
Vitória do Xingu	6	2	1				9
Total AUTEFs Sudoeste paraense	111	112	54	19	7	3	306
Total Geral	287	189	87	35	11	6	615

Fonte: Autores.

As licenças ambientais autorizadas para a mesorregião Sudoeste paraense, apresentaram a maior abundância de indivíduos/árvores por hectare (0,3117 ind./ha-1), com destaque para os municípios de Brasil Novo (0,61 ind./ha-1), Senador José Porfírio (0,57 ind./ha-1) e Uruará (0,47 ind./ha-1). Rio Maria (com 0,48 ind./ha-1), no Sudeste paraense e Placas (0,40 ind./ha-1) e Monte Alegre (com 0,43 ind./ha-1), no Baixo Amazonas, obtiveram licenças cuja densidade de árvores foi acima de 0,4 ind./ha-1. A menor média encontrada para essa variável foi no Marajó, com 0,0317 ind./ha-1 e no Nordeste paraense, com 0,0564 ind./ha-1 (Quadro 6).

Quanto à volumetria de madeira por hectare registrada no Baixo Amazonas, somente para o município de Mojuí dos Campos foi autorizado um volume máximo de 9,76 m³/há de ipê, seguido por Monte Alegre (8,60 m³/há), Óbidos (6,45 m³/ha), Santarém (6,38 m³/ha) e Placas (6,18 m³/ha), em que todos esses municípios obtiveram licenças com volumetrias de madeira de ipê acima de 6 m³/ha (Quadro 6).

Os municípios de Rurópolis, Uruará, Aveiro, Altamira e Medicilândia, localizados na mesorregião Sudoeste paraense e o município de Ipixuna do Pará, no Nordeste paraense, apresentaram autorizações com volume máximo de madeira entre 6,8 a 6 m³/ha. No Sudeste paraense, Itupiranga apresentou uma demanda máxima de 4,5 m³/ha, tendo os demais municípios dessa mesma mesorregião apresentado volumes inferiores a 3,6 m³/ha. A menor demanda para a variável volume de madeira por hectare foi identificada no Marajó, em que o máximo observado foi de 0,49 m³/há em Portel e o mínimo de 0,002 m³/há, em Gurupá (Quadro 6).

Em geral, os dados de inventário florestal apresentados pelo responsável técnico e detentores dos projetos de manejo florestal estimam uma densidade absoluta que varia de 0,0007 a 1,45 indivíduos/árvores por hectare e um volume de toras que variou de 0,0019 a 9,77 m³/ha, considerando a medida de diâmetro estimada nas árvores a partir de 50 cm, conforme previsto na legislação vigente. O volume total de ipê liberado oscilou entre 2,84 m³ a 15.487,1324 m³ de madeira, observando-se em diversas AUTEFs, com áreas de manejo menores que 100 ha e maiores que 1000 ha, que o volume de ipê representou cerca de 32% a 27% do volume total liberado na AUTEF (Quadro 6). Durante o período de amostragem, um total de 73.643 árvores de *Handroanthus* sp. foram autorizadas para exploração. A análise destes dados evidencia uma superestimativa bastante elevada de volume apresentado com base no inventário florestal 100% requerido pelos responsáveis técnicos nos processos de PMFS, considerando que os dados obtidos em pesquisas científicas demonstram que o ipê tem um comportamento ecológico de uma espécie rara com baixo quantitativo em número de árvores por ha.

Quadro 6. Informações sobre a volumetria em m³/há e total de *Handroanthus* sp., solicitada nas Autorizações de Exploração Florestal – AUTEF, emitidas pela Secretaria de Estadual de Meio Ambiente – SEMA/PA, no período de 01/01/2012 a 31/12/2016.

Mesorregião e municípios	Nº de AUTEFs autorizadas (unidade)	Nº total de árvores autorizadas para corte (unidade)/município	Média de árvores autorizadas por hectare (nº ind./ha ⁻¹)	Média de área autorizada em hectares (ha)	Volume/ha (m ³ /ha)		Volume total de ipê liberado na AUTEF (m ³)	
					Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
BAIXO AMAZONAS								
Alenquer	6	494	0,3696	585,1501	4,5229	0,194	1.982,56	172,82
Almeirim	5	229	0,0165	2677,8365	0,0836	0,0463	318,41	94,67
Belterra	6	63	0,1593	63,9293	1,528	0,6129	92,5	32,2
Curuá	1	164	0,1589	1032,1846	1,0614	1,0614	1.095,61	1.095,61
Juruti	16	7618	0,2298	1994,8206	4,5529	0,0864	9.727,93	101,53
Mojú dos Campos	19	581	0,2801	183,1348	9,7677	0,2576	1.172,85	15,07
Monte Alegre	9	2953	0,4309	786,902	8,5901	0,4678	6.369,03	419,96
Óbidos	7	1564	0,3999	1059,5398	6,4543	0,2768	2.773,28	288,76
Oriximiná	6	1947	0,175	2815,0252	3,6038	0,4899	3.836,83	442,96
Placas	45	1924	0,4007	92,3187	6,1832	0,4083	3.152,30	33,79
Prainha	37	11748	0,2778	1127,3485	5,4965	0,0879	7.728,90	81,77
Santarém	70	14740	0,2427	781,914	6,3778	0,1675	15.487,13	12,18
Santarém/Juruti	2	206	0,055	1872,3125	0,7399	0,1253	1.385,37	234,61
Terra Santa	1	33	0,3715	88,8387	1,2801	1,2801	113,72	113,72
Nº total AUTEFs emitidas e nº árvores autorizadas	230	44264	MÉDIA					
			0,2548	1.082,95	4,303	0,3973	3.945,46	224,26
MARAJÓ								
Gurupá	6	525	0,0368	2569,4137	0,3306	0,0019	988,25	2,84
Melgaço	1	152	0,0396	3834,0365	0,2334	0,2334	895,11	895,11
Portel	9	196	0,0188	2215,3259	0,4886	0,0071	735,51	26,45
Nº total AUTEFs emitidas e nº árvores autorizadas	16	873	MÉDIA					
			0,0317	2872,9254	0,3509	0,0808	872,96	308,14
NORDESTE PARAENSE								
Baião	4	70	0,0979	905,3852	3,3804	0,082	628,5	6,96
Capitão Poço	1	56	0,0481	1163,4785	0,5447	0,5447	634,06	634,06
Ipixuna do Pará	6	142	0,0214	1100,3704	6,77	0,1046	443,51	16,03

Moju	3	47	0,0211	711,8165	0,2358	0,0911	249,25	25,98
Oeiras do Pará	3	293	0,111	885,1151	1,515	0,1418	2.274,97	97,1
Tomé-Açu	5	166	0,0388	940,0033	0,5479	0,2868	361,41	267,33
Nº total AUTEFs emitidas e nº árvores autorizadas	22	774	MÉDIA					
			0,0564	951,0282	2,1656	0,2085	765,28	174,58
SUDESTE PARAENSE								
Bannach	1	24	0,0612	392,3645	0,2529	0,2529	99,22	99,22
Bom Jesus do Tocantins	1	34	0,0597	569,8011	0,5288	0,5288	301,29	301,29
Breu Branco	1	109	0,2084	523,1348	1,8084	1,8084	946,04	946,04
Cumaru do Norte	1	3	0,0052	577,7289	0,0607	0,0607	35,04	35,04
Dom Eliseu	2	32	0,0754	356,0943	0,4578	0,0555	80,84	29,75
Itupiranga	4	119	0,1919	430,0586	4,5391	0,1892	485,43	93,06
Jacundá	1	88	0,0428	2053,8346	0,4426	0,4426	909,02	909,02
Novo Repartimento	2	11	0,0145	703,6673	0,1057	0,0409	49,05	22,01
Paragominas	14	498	0,0381	1644,3968	1,5848	0,0087	880,09	11,6
Rio Maria	1	174	0,4795	362,8598	2,5591	2,5591	928,51	928,51
Rondon do Pará	4	203	0,0341	1277,5286	0,3258	0,1247	645,19	128,58
Santa Maria das Barreiras	2	145	0,0565	1351,5445	0,4596	0,2582	855,22	217,56
Santana do Araguaia	1	198	0,2424	816,8337	0,9271	0,9271	757,29	757,29
São Félix do Xingu	5	994	0,2029	1375,6479	3,5915	0,4137	1.984,65	688,02
Ulianópolis	1	88	0,1794	490,5759	1,0372	1,0372	508,81	508,81
Nº total AUTEFs emitidas e nº árvores autorizadas	41	2720	MÉDIA					
			0,1261	861,7381	1,2454	0,5805	631,05	378,39
SUDOESTE PARAENSE								
Altamira	15	1487	0,2456	370,2344	5,9878	0,0772	2.968,73	23,33
Anapu	18	2529	0,2255	575,384	4,7384	0,0914	4.227,42	21,58
Aveiro	39	6211	0,3277	615,3918	5,9905	0,2189	7.801,82	17,17
Brasil Novo	7	401	0,6068	162,2411	5,4584	0,3576	1.145,98	113,77
Itaituba	14	387	0,2607	134,9332	3,3494	0,4014	789,94	21,34
Jacareacanga	7	404	0,071	852,854	0,941	0,1727	652,09	108,57
Medicilândia	28	958	0,2104	101,7418	5,7147	0,095	5.050,21	6,27
Novo Progresso	34	2195	0,2683	248,6701	2,9363	0,0198	1.075,55	12,55
Pacajá	16	1325	0,3077	603,9971	5,2178	0,1166	3.898,55	30,1
Rurópolis	51	1289	0,3372	90,4058	6,616	0,1669	2.253,75	11

Senador José Porfírio	2	357	0,5741	585,1975	2,8827	2,6011	3.247,25	114,28
Trairão	34	1151	0,2849	108,4011	4,9754	0,1683	3.005,21	22,59
Uruará	32	6209	0,4676	376,1161	6,5347	0,9687	11.985,71	38,59
Vitória do Xingu	9	109	0,1764	90,18	3,6378	0,1308	252,32	16,39
Nº total AUTEFs emitidas e nº árvores autorizadas	306	25012	MÉDIA					
			0,3117	351,1249	4,6415	0,399	3.453,90	39,82
Nº TOTAL AUTEFs emitidas e nº de árvores autorizadas pela SEMAS com demanda de <i>Handroanthus</i> sp.	615	73643	MÉDIA GERAL					
			0,1562	1.223,95	2,5413	0,3332	1.933,73	225,04

Fonte: Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (SIMLAM PÚBLICO-SEMA/PA).

4. Considerações Finais

A demanda de projetos de manejo florestal protocolados nesta Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará, em que muitos requerem uma elevada volumetria de espécies florestais denominadas como ipê (*Handroanthus* sp.), apresentando inventários florestais cujo quantitativo de volume de madeira dessa espécie pode chegar a até 5 m³/há, carecem de um processo de validação considerando os resultados apresentados neste trabalho, os quais permitem concluir que:

O gênero *Handroanthus* sp. ocorre em quase todas as mesorregiões do estado do Pará (Baixo Amazonas, Nordeste Paraense, Sudeste Paraense e Sudoeste Paraense). A ocorrência da espécie *Handroanthus* sp. na Mesorregião do Marajó em municípios como Portel e Anajás carecem de um processo de validação dos dados do inventário florestal 100% realizados pelos empreendimentos florestais e proprietários de imóveis com áreas de florestas que requisitam licenças para exploração florestal via Planos de Manejo, já que os estudos científicos não sustentam dados para região.

Densidades menores que 0,4 árvores/ha e as mesorregiões do Sudoeste Paraense e Baixo Amazonas são locais de ocorrência e distribuição espacial e parâmetro fitossociológico da espécie *Handroanthus* sp. e podem ser consideradas como índices de referência e locais de ocorrência nas análises dos inventários florestais 100% relativos aos dados apresentados para a espécie *Handroanthus* sp. que subsidiam aprovação das licenças dos PMFS a serem aprovados pela SEMAS/PA.

A distribuição espacial e ocorrências para as outras mesorregiões (Sudeste Paraense e Nordeste Paraense são locais de menor ocorrência e de baixa densidade da espécie, sendo a mesorregião do Marajó com menor probabilidade de ocorrência da espécie *Handroanthus* sp.

Nessas mesorregiões, é recomendável que a SEMAS/PA, viabilizem vistorias direcionadas e criteriosa sobre as árvores identificadas e indicadas nos inventários florestais 100% como sendo espécies de *Handroanthus* sp., visando a confirmação da ocorrência desta espécie nas áreas autorizadas a serem exploradas nos PMFS, pois considerando o padrão de distribuição aleatória de *Handroanthus* sp., a densidade de árvores por hectare apresentadas nos estudos científicos, a volumetria por hectare, os técnicos responsáveis pelo licenciamento, ao planejar as vistorias de campo, deverão concentrar suas verificações nas unidades de trabalho com maior quantidade de indivíduos da espécie requerida, considerando a época de floração da espécie. A vistoria de acompanhamento no período compreendido entre julho a outubro tem melhores condições de

observar também os fenômenos ecológicos da espécie, no intuito de não incorrerem dúvidas quanto à identificação das árvores por mateiros disponibilizados pelos responsáveis técnicos dos PMFS.

Para as áreas que já foram alvo de exploração madeireira sem o devido licenciamento e que hoje, podem se tornar aptas à exploração (conforme a Instrução Normativa da Autorização Previa a Análise Técnica - APAT e dos métodos de avaliação), os técnicos deverão ter cautela na avaliação dos PMFS quando da requisição de *Handroanthus* sp.

É extremamente importante que as instituições de ensino e pesquisa, as quais tem expertise e rigor técnico em seus levantamentos florestais e identificação botânica correta dos indivíduos durante a realização dos inventários florestais, promovam estudos na região para validação de parâmetros e servir de referência para análises pela SEMAS/PA.

Aliado as demais características ecológicas da espécie, o conhecimento do padrão de distribuição espacial dessa espécie, pode auxiliar as vistorias de campo quanto à execução dos processos de amostragem e na elaboração de relatórios de vistoria quali-quantitativos que representem, com maior representatividade, a demanda solicitada nos PMFS.

Com o intuito de evitar a exploração seletiva de indivíduos adultos (superexploração) que são importantes fontes de sementes, reduzindo o potencial para a produção de sementes e conseqüentemente, empobrecendo a floresta do ponto de vista fitossociológico, dinamizar a manutenção do equilíbrio ao se praticar o manejo florestal, torna-se necessário coibir e até mesmo limitar o quantitativo volumétrico para *Handroanthus* sp. solicitado nos projetos de manejo florestal

O uso das ferramentas de geoprocessamento mostraram-se uteis em demonstrar a distribuição espacial, ocorrência e densidade de espécie florestal a partir de atributos de coordenadas geográficas de localização dos sítios florestais, parâmetros de densidade/abundância.

Referências

- Barros, A.V. (1986). *Análise Estrutural de uma Floresta situada no Planalto de Curuá- Una- Pará*. FCAP, Belém. Dissertação de Mestrado, 114p.
- Bolfé, E.L., Fonseca, E.L., Decian V., Nunes, G.M., Costa, M.A.S. (2002). Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicado ao levantamento e análise de recursos florestais. *Anais – I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto*. Aracaju, SE.
- Carneiro, F. S., Ruschel, A. R., Freitas, L. J. M., Pinheiro, K. A. O., D'arace, L. M. B. & Maestri, M. P. (2019). Resiliência do volume de madeira de espécies comerciais em diferentes áreas experimentais na Amazônia Oriental. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.10, n.6, p.15-31. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.006.0003>
- Carvalho, J.O.P., Carvalho, M.S.P., Baima, A.M.V., Miranda, I.L., Soares, M.H.M. *Informações básicas sobre ecologia e silvicultura de cinco espécies arbóreas da Amazônia brasileira*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 29 p. Documentos, 101.
- EBATA produtos e serviços florestais. *Relatório de Inventário Florestal Contínuo – 2013*, Floresta Nacional de Saraca-Taquera/Unidade de Manejo Florestal II (UFM II).
- Informativo técnico nº 5*. (2004). Rede de Sementes da Amazônia. Ipê-amarelo: Tabebuia serratifolia (Vahl) Nichols.
- Instrução normativa do estado do Pará nº 05/SEMAS, de 11/09/2015*. <https://www.semas.pa.gov.br/2015/09/11/in-05-de-10092015-publicada-no-doe-32969-de-11092015-paginas-de-37-57/>.
- Couto, H. T. Z. (1993). Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações florestais. *IPEF Série Técnica*. Piracicaba, SP.
- Martini, A., Rosa, N. A., Uhl, C. (1998). *Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia*. Série Amazônia nº11. Belém: IMAZON. <https://imazon.org.br/publicacoes/especies-de-arvores-potencialmente-ameacadas-pela-atividade-madeireira-na-amazonia-oriental-n-11/>
- Odum, E. P. (1988). *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara. 434 p.
- MOBOT - Missouri Botanical Garden. *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose. <http://www.tropicos.org/Name/50314219>.
- Pinheiro, K. A. O., Ruschel, A. R., Carneiro, F. Da S., Frazão, A. Da S., Souza, M. F. S. De., D'arace, L. M. B., Amorim, M. B. (2021). Potential of commercial species analyzed by the importance value index in a reduced impact exploration area. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 2, p. e16610212292, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i2.12292.
- Filho P. C. O., Inoue M. T., Disperati A. A. & Pesck V. A. (2008) Uso do geoprocessamento no estudo da dinâmica e fitossociologia da floresta com araucária. *Ciência e Natura*, UFSM, 30 (1): 87- 97.
- Ribeiro, E. S.; Raad, S. M.; Nascimento, R. S. C.; Reis, N. S.; Faro, B. L. S. O.; Carneiro, F. S.; Santos, J. C. (2020). Análise da distribuição espacial da cobertura vegetal no município de Santa Barbara/PA. *Natural resources*, v. 10, p. 8-14. DOI: 10.6008/CBPC2237-9290.2020.003.0002

- Ribeiro, F. L., Watzlawick, L. F., Bertotti, L. G., Carvalho, C. M., Binda, A. L. (2009). Geoprocessamento aplicado ao levantamento fitossociológico em parcelas permanentes. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia* V2 N1. DOI: <https://doi.org/10.5777/paet.v2i1.425>
- Rosário, R. R.; Barbosa, M. T.; Carneiro, F. S.; Costa, M. S. S. (2021). Uso e ocupação do solo do município de novo progresso no Estado do Pará-Brasil. *Research, society and development*, v. 10, p. e51210112060-e51210112060. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.12060>
- Rossi, L. M. B. (1994). *Aplicação de diferentes métodos de análise para determinação de padrão espacial de espécies arbóreas da floresta tropical úmida de terra firme*. Manaus: INPA/FUA. 92p. Dissertação de Mestrado. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/5401>
- Santos, J. C., Barros, J. W. C., Marinho, F. G. G., Sakuma, F. Y. S., Novais, T. N. O., Nascimento, J. L. P.; Carneiro, F. S. (2020). Caracterização do uso e cobertura do solo do município de Concórdia do Pará utilizando geotecnologias. *Natural resources*, v. 10, p. 33-37. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2020.002.0004>
- Santos, P. C. (2006). *O emprego de técnicas multivariadas na avaliação da estrutura fitossociológica de uma floresta tropical: o caso da Estação Experimental de Curuá-Una, Pará, Brasil*. Belém, PA: UFRA. Dissertação de Mestrado.
- Schulze, M., Vidal, E., Grogan, J., Zweede, J., & Zarin, D. (2005). Madeiras nobres em perigo: Práticas e leis atuais de manejo florestal não garantem exploração sustentável. *Revista Ciência Hoje*, 214 (36), 66-69.
- Schulze, M., Vidal, E., Grogan, J., Zweede, J., & Zarin, D. (2008). Evaluating ipê (Tabebuia, Bignoniaceae) logging in Amazônia: Sustainable management or catalyst for forest degradation? Elsevier, 2008: *Biological Conservation* 141 2071-2085.
- Veríssimo, A., Barreto, P., Mattos, M., Tarifa, R., Uhl, C. (1992). Logging impacts and prospects for sustainable forest management in old Amazonia frontier: the case of Paragominas. *Forest Ecology and Management*, 55: 169-199.
- Veríssimo, A., Lima, E., Lentini, M. (2002). *Pólos madeireiros do Estado do Pará*. IMAZON, Belém. 74pp. <https://amazon.org.br/publicacoes/polos-madeireiros-do-estado-do-para/>