



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
BIOTECNOLOGIA - REDE BIONORTE**

**ESTIMATIVA DO VOLUME, DA VALORAÇÃO E DO POTENCIAL
DA EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DO BAMBU *GUADUA* SPP. NO
ESTADO DO ACRE, AMAZÔNIA.**

MÁRCIO MUNIZ ALBANO BAYMA

**Manaus – AM
2023**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA - REDE
BIONORTE**

**ESTIMATIVA DO VOLUME, DA VALORAÇÃO E DO
POTENCIAL DA EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DO BAMBU
GUADUA SPP. NO ESTADO DO ACRE, AMAZÔNIA.**

MÁRCIO MUNIZ ALBANO BAYMA

**Manaus – AM
2023**

MÁRCIO MUNIZ ALBANO BAYMA

**ESTIMATIVA DO VOLUME, DA VALORAÇÃO E DO
POTENCIAL DA EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DO BAMBU
GUADUA SPP. NO ESTADO DO ACRE, AMAZÔNIA.**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE – Rede Bionorte, na Universidade Estadual do Amazonas - UEA, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Jonny Everson Scherwinski Pereira

Manaus - AM

NOVEMBRO/2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

B359e e Bayma, Márcio Muniz Albano

Estimativa do volume, da valoração e do potencial da exploração econômica do bambu nativo *Guadua* spp. no Estado do Acre, Amazônia. / Márcio Muniz Albano Bayma. Manaus : [s.n], 2023.

113 f.: color.; 31 cm.

Tese - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede Bionorte - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2023.

Inclui bibliografia

Orientador: Jonny Everson Scherwinski Pereira

1. Exploração econômica. 2. Bambusoideae. 3. Sudoeste da Amazônia. I. Jonny Everson Scherwinski Pereira (Orient.). II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Estimativa do volume, da valoração e do potencial da exploração econômica do bambu nativo *Guadua* spp. no Estado do Acre, Amazônia.

MÁRCIO MUNIZ ALBANO BAYMA

**ESTIMATIVA DO VOLUME, DA VALORAÇÃO E DO
POTENCIAL DA EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DO BAMBU
GUADUA SPP. NO ESTADO DO ACRE, AMAZÔNIA.**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Estadual do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Aprovada em: 14/11/2023

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **JONNY EVERSON SCHERWINSKI PEREIRA**
Data: 18/12/2023 17:35:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. **Jonny Everson Scherwinski Pereira** (Orientador)
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Documento assinado digitalmente
 **AMAURI SIVIERO**
Data: 19/12/2023 15:08:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. **Amauri Siviero**
Embrapa Acre

Documento assinado digitalmente
 **FREDERICO HENRIQUE DA SILVA COSTA**
Data: 19/12/2023 13:26:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. **Frederico Henrique da Silva Costa**
Universidade Federal do Acre

Documento assinado digitalmente
 **LUCIELIO MANOEL DA SILVA**
Data: 19/12/2023 12:18:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. **Luciélío Manoel da Silva**
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Documento assinado digitalmente
 **MICHELLINY PINHEIRO DE MATOS BENTES**
Data: 19/12/2023 12:04:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra **Michelliny Pinheiro de Matos Bentes**
Embrapa Amazônia Oriental

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Francisca Albano Baima** e **Raimundo Peres Baima**, aos quais agradeço todo o amor, a educação e a cumplicidade a mim dedicados em vida. A eles toda a minha gratidão e amor eterno!

AGRADECIMENTOS

À minha companheira Rosilene da Silva Lopes, pelo apoio incondicional;

Aos meus queridos filhos Mariana Muniz da Cunha Bayma e Carlos Emanuel Adonay de Jesus Bayma;

Às minhas irmãs e amigas, Márcia Helena Albano Baima e Maria Ofélia Albano Baima;

Aos meus sobrinhos, Luma Helena, André Felipe e Marcos André;

Às nossas queridas amigas Maria de Fátima Pereira da Cunha e Julianne da Cunha Araújo Silva, por sua receptividade e amizade fraterna;

Aos meus amigos Carlos Alberto (Gato), José Clodomiro (Dó), João Batista (Dão) e Raimundo Nonato (Tchê) - “in memoriam”;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jonny Everson Scherwinski Pereira, por suas boas sugestões e críticas durante a realização da tese;

Aos colaboradores e amigos da Embrapa, em especial para, Amauri Siviero, Eufran Amaral, Falberni Costa, Fernando W. Malavazi, Luciélcio Manoel da Silva, Luís Cláudio Oliveira, Renata Seabra e Victor Gabriel N. Donato, por suas contribuições diretas a este trabalho;

À Universidade Estadual do Amazonas, por acreditar em minha proposta de tese;

Ao Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, por financiar pesquisas primárias sobre a ocorrência florestas de bambu no Acre;

À Fundação de Tecnologia do Estado do Acre - FUNTAC, pela disponibilidade dos dados primários e por acreditar nas entregas objeto desta tese como contrapartida a esta parceira;

Ao meu Deus, por ter me acompanhado e dado força em superar mais esse desafio.

A todos o meu muito obrigado!!!

“Como os engenheiros descobriram e a ciência demonstrou, o bambu é um aço vegetal que sequestra carbono. Ele reabastece o solo com nutrientes e regula o fluxo de água em épocas de seca. O bambu dança ao ritmo da terra, fornecendo abrigo durante terremotos.”

Günter Pauli

BAYMA, Márcio Muniz Albano. **Estimativa do volume, da valoração e do potencial da exploração econômica de bambu *Guadua* spp. no Estado do Acre, Amazônia.** 2023. 113 f. Tese (Biodiversidade e Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede Bionorte, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2023.

RESUMO

Um dos grandes e atuais desafios para o desenvolvimento brasileiro é manter o crescimento da produção no meio rural e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos dessa produção sobre os recursos naturais. Esse desafio surge em meio aos debates, internacionais e nacionais, em busca por respostas às pressões cada vez maiores da sociedade, por um novo modelo de desenvolvimento que seja capaz de conciliar a conservação do meio ambiente e ao desenvolvimento social e econômico da Amazônia. As florestas de bambu dominam as paisagens do Acre ocupando as tipologias florestais que ocorrem em 62% do território acreano. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo estimar o volume e o valor bioeconômico de espécies de bambu nativo ocorrentes no estado do Acre, Amazônia, Brasil. Em campo, os dados foram obtidos através de inventários florestais, em que se coletaram informações relacionadas ao gênero e espécie de bambu, espaciação da ocorrência, além de dados dendrométricos como o número de colmos, altura, espessura de camada, dentre outras, que possibilitaram estimar o volume de bambu por tipologia florestal. Os resultados identificaram a ocorrência de *Guadua weberbaueri* em 66,52% da amostra, seguido pelo *Guadua sacocarpa* (17,93%) e, pelo *Guadua angustifolia* (15,55%), totalizando em um volume de 800,1 milhões de m³ de bambu *Guadua* spp e, com um potencial de receita de 5,2 bilhões de dólares, valor este a ser obtido com o fornecimento desta matéria prima para a indústria moveleira, construção civil, energética, dentre outros segmentos produtivos, com potencial de utilização de biomassa à base de bambu, que é atualmente considerado por muitos autores, “a matéria prima do futuro”.

Palavras-chave: Exploração econômica; Bambusoideae; Sudoeste da Amazônia.

BAYMA, Márcio Muniz Albano. **Estimation of the volume, valuation and potential for economic exploitation of *Guadua* spp. bamboo. in the State of Acre, Amazon.** 2023. 113 f. Thesis (Biodiversity and Biotechnology) – Postgraduate Program in Biodiversity and Biotechnology – Bionorte Network, Amazonas State University, Manaus, 2023

ABSTRACT

One of the great and current challenges for Brazilian development is to maintain the growth of production in rural areas and, at the same time, reduce the impacts of this production on natural resources. This challenge arises in the midst of international and national debates, in search of answers to the increasing pressures from society, for a new development model that is capable of reconciling environmental conservation and the social and economic development of the Amazon. Bamboo forests dominate Acre's landscapes, occupying the forest types that occur in 62% of Acre's territory. In this context, this research aims to estimate the volume and bioeconomic value of native bamboo species occurring in the state of Acre, Amazon, Brazil. In the field, data were obtained through forest inventories, in which information was collected related to the genus and species of bamboo, spacing of occurrence, as well as dendrometric data such as number of culms, height, layer thickness, among others, which made it possible to estimate the volume of bamboo by forest type. The results identified the occurrence of *Guadua weberbaueri* in 66.52% of the sample, followed by *Guadua saccarpa* (17.93%) and *Guadua angustifolia* (15.55%), totaling a volume of 800.1 million m³ of bamboo *Guadua* spp and, with a revenue potential of 5.2 billion dollars, a value to be obtained with the supply of this raw material for the furniture industry, civil construction, energy, among other productive segments, with potential for using biomass based on bamboo, which is currently considered by many authors to be “the raw material of the future”.

Keywords: Economic exploitation; Bambusoideae; Southwest Amazon.

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS

Figura 1 - Tipologias florestais do Estado do Acre.....	19
Tabela 1 - Distribuição das classes de vegetação do Estado, com a respectiva quantificação.	20
Tabela 2 - Demonstrativo para intervenção, por densidade de colmos.....	21
Quadro 1 – Principais indicadores socioeconômicos do estado do Acre.....	25
Figura 2 - Distribuição dos municípios em que foram realizados inventário florestal de ocorrência de bambu.....	28
Figura 3 - Ortofoto de uma área de floresta da região da Transacreeana (AC 90) evidenciando a distribuição da população de bambu.....	29
Figura 4 - Área de Feijó com ocorrência de bambu.....	30
Tabela 3 - Taxa de conversão de biomassa em carvão de bambu.....	33
Tabela 4 - Número de colmos e volumetria de volume de bambu por tipologia e espécie.....	35
Figura 5 - Mosaico de fotos com as espécies identificadas, (da esquerda para a direita, temos: <i>Guadua angustifolia</i> , <i>Guadua weberbaueri</i> e <i>Guadua sarcocarpa</i>)	36
Figura 6 – Distribuição espacial do <i>Guadua sarcocarpa</i> Londoño & P. M. Peterson subsp. <i>Sarcocarpa</i> , no Brasil.....	37
Figura 7 – Distribuição espacial do <i>Guadua weberbaueri</i> Pilg., no Brasil.....	38
Figura 8 – Distribuição espacial do <i>Guadua angustifolia</i> Kunth – Taquaraçu, no Brasil.....	39
Tabela 5 - Estágios de desenvolvimento das espécies de bambu na amostra de campo.....	40
Tabela 6 - Estágio de sanidade das espécies de bambu na amostra de campo.....	40
Tabela 7 - Dados dendrométricos do <i>Guadua</i> spp. inventariado no estado do Acre.....	41
Figura 9 - Índices dendrométricos gerais das espécies de bambu inventariadas no Acre.....	42
Figura 10 - Curvas de distribuição por tipologia e por espécies de <i>Guadua</i> inventariadas.....	43
Figura 11 - Estimativa de nº de colmos e de volumetria média por espécies de bambu do gênero <i>Guadua</i> no estado do Acre.....	44

Figura 12 - Espacialização de número de colmos e volume de bambu em m ³ , por espécie de ocorrência no Estado do Acre (<i>Guadua angustifolia</i> , <i>Guadua sacocarpa</i> e <i>Guadua weberbaueri</i>)	45
Figura 13 - Espacialização de ocorrências de colmos e volume de bambu em m ³ por tipologias florestais no Estado do Acre.....	48
Tabela 8 - Estimativas totais do número de colmos e volumetria (em m ³) por tipologia e espécies de <i>Guadua</i> spp. no Estado do Acre.....	49
Tabela 9 - Estimativa de valores para o bambu nativo comercializado como matéria prima para a produção de placas e de carvão vegetal nas diferentes tipologias no Acre (em dólares)	50
Figura 14 - Organograma de possibilidade de uso do bambu.....	53
Figura 15 – Produtos industrializados obtidos a partir de do bambu como matéria prima.....	55
Figura 16 - Touceira com a ocorrência de <i>Guadua angustifolia</i>	56
Figura 17 - Índice de logística para a exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, Brasil.....	59
Tabela 10 - Relação de códigos HS destinados ao registro de comercialização de matérias primas ou de derivados da industrialização do bambu e sistematizados na base Un Comtrade.....	61
Figura 18 - Comércio mundial exportador de derivados do bambu entre 2013 e 2021.....	62
Figura 19 - Principais países exportadores de produtos à base de bambu.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAMS	Plataforma de dados comerciais globais ligada à ONU
Código HS	Sistema Harmonizado de Designação e de Codificação de Mercadorias
CVT Bambu	Centro Vocacional de Tecnologia do Bambu
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAB+FAP	Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras
FAB+FD	Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa
FAB-Aluvial	Floresta Aluvial Aberta com Bambu
FABD	Floresta Aberta com Bambu Dominante
FAP+FAB	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu
FAP+FAB+FD	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa
FUNTAC	Fundação de Tecnologia do Acre
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IMAC	Instituto do Meio Ambiente do Acre
INBAR	Organização Internacional de Bambu e Rattan
IPEA	Instituto de Economia Aplicada
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PFNM	Produtos Florestais Não Madeireiros
UN ComTrade	Plataforma de dados comerciais globais ligada à ONU

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 ASPECTOS REGULATÓRIOS DA EXPLORAÇÃO DO BAMBU.....	21
2.2 PRINCIPAIS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS DO ESTADO DO ACRE.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	28
3.2 FONTE DE DADOS.....	28
3.3 DESCRIÇÃO DO MÉTODO.....	28
3.4 AMOSTRAGEM UTILIZADA.....	32
3.5 TABULAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS.....	32
3.6 ESTIMATIVA DA VOLUMETRIA DO BAMBU.....	33
3.7 TAXA DE CONVERSÃO DE BIOMASSA EM CARVÃO.....	33
3.8 PARÂMETROS DE TRANSFORMAÇÃO E MONETIZAÇÃO DO ATIVO.....	34
3.9 MODELO GERAL DE EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS RENOVÁVEIS.....	34
4 RESULTADOS	35
4.1 RESULTADOS DAS OCORRÊNCIAS DE <i>GUADUA</i> SPP. NO ESTADO DO ACRE, COM BASE NOS INTERVALOS DE CONFIANÇAS.....	35
4.2 IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA E ESTADO VEGETATIVOS DAS ESPÉCIES.....	36
4.3 ESTIMATIVA DE VOLUMETRIA COM BASE NAS TIPOLOGIAS....	42
4.4 ESTIMATIVA DE VALOR DE MERCADO PARA OS DERIVADOS DE BAMBU SEREM DESTINADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL, MOVELARIA E À PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL.....	49
5 DISCUSSÕES	51

5.1 POSSIBILIDADES DE USOS COMERCIAIS DO BAMBU NATIVO DO ACRE EM FORMA DE MATÉRIA PRIMA PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, MOVELEIRA E ENERGÉTICA.....	56
5.2 BIOCHAR/CARBONO ATIVADO.....	56
5.3 CARVÃO VEGETAL.....	57
5.4 FORMAS DO BAMBU INDUSTRIALIZADO.....	58
6 CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	74

1. INTRODUÇÃO

O surgimento de fenômenos climáticos recentes como: a. o aumento da temperatura mundial que, segundo a Organização das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2023), pode aumentar ainda em mais 1,5° centígrados até o final dos anos 2030, b. a intensificação da redução das geleiras polares, c. início de processos de desertificações em algumas regiões do planeta, estão gerando impactos e instabilidades ambientais que todos os seres vivos de forma direta ou indiretamente já estão sendo afetados. Tais mudanças se refletem em impactos significativos na oferta de recursos naturais, principalmente devido ao aumento da temperatura global e às alterações nos regimes de chuva. Aqui estão alguns exemplos de como as mudanças climáticas afetam a oferta de recursos naturais:

- ✓ Água: Mudanças climáticas podem levar à redução drástica da oferta de água, pois as chuvas se tornam menos previsíveis e o derretimento de geleiras é acelerado. Além do mais, isso afeta a disponibilidade de água potável para a população e para a agricultura, resultando em problemas de falta de água;
- ✓ Alimentos: As mudanças climáticas podem afetar a produção agrícola devido à modificação nos padrões climáticos. Secas prolongadas, inundações e mudanças nas estações de cultivo podem reduzir a produtividade das plantações e prejudicar a disponibilidade de alimentos;
- ✓ Energia: A disponibilidade de recursos energéticos, como petróleo, gás natural e carvão, é afetada pelas mudanças climáticas. Por exemplo, o derretimento do gelo no Ártico está abrindo novas rotas de navegação e acesso a reservas de petróleo e gás na região;
- ✓ Recursos naturais renováveis: Alterações nos padrões climáticos também podem afetar a disponibilidade de recursos naturais renováveis, como a energia hidrelétrica e a energia eólica. A falta de chuvas ou ventos pode reduzir a capacidade de geração de energia dessas fontes;
- ✓ Biodiversidade: As mudanças climáticas podem ter um impacto negativo na biodiversidade, com o aumento das temperaturas afetando *habitats* e sistemas ecológicos. Isso pode levar à redução da disponibilidade de recursos naturais relacionados à biodiversidade, como medicamentos derivados de plantas e animais.

As mudanças climáticas têm um impacto significativo na oferta de recursos naturais, podendo levar a escassez, diminuição da produtividade agrícola, redução da disponibilidade de energia e afetar a biodiversidade. Outrossim, diante da crescente demanda global por bens de consumo de todos os gêneros, estão os desafios de desenvolver uma matriz que possibilite

regular a oferta de produtos e, ao mesmo tempo, que procure mitigar os impactos ambientais ocorrentes em seus sistemas produtivos. Tal cenário está se intensificando em função de fatores com as mudanças climáticas, exaustão dos insumos naturais finitos e que em muitos casos, de difícil recomposição em ambiente natural, com critérios de boas práticas ambientais, rastreabilidade, dentre outros, estabelecidos por alguns países importadores, que visam a implementação de uma economia de baixo uso de carbono ou até mesmo vislumbrando zerar a emissão de carbono.

Neste contexto, vale ressaltar que o aspecto crucial que responde em grande parte pelo desaparecimento dos recursos renováveis é a incompatibilidade entre as dinâmicas biológicas (que determina sua evolução) e a econômica (que determina o ritmo de exploração do recurso). Pela dinâmica biológica o estoque de recurso renovável não é fixo; ele cresce na medida em que apresenta condições de se expandir, porém sua expansão está submetida a um limite máximo que é definido pela capacidade de suporte do seu ecossistema.

A dinâmica econômica, por sua vez, pressiona para o declínio de um recurso na média em que sua taxa de extração exceder, de modo persistente, a taxa de crescimento do recurso. Dessa forma, o principal desafio de teoria econômica convencional dos recursos renováveis é identificar qual a trajetória de exploração de uma população animal ou vegetal, submetida a um dado nível de extração. (ENRÍQUEZ, 2010).

Em relação a este modelo de exploração desordenada de recursos naturais, a *Taskforce on Nature Markets* (2023), prevê que: “países ricos em natureza, comunidades rurais e povos indígenas têm sido sistematicamente prejudicados pelo uso insustentável da natureza. Essa história foi marcada por dependência política e econômica, conflitos militares e violações dos direitos humanos. Esse processo preparou o terreno para – e continua a reforçar – os atuais desequilíbrios econômicos, sociais e políticos entre países desenvolvidos e em desenvolvimento”.

Segundo a EMBRAPA (2022), o termo bioeconomia representa é um modelo de produção industrial baseado no uso de recursos biológicos, tendo como objetivo oferecer soluções para a sustentabilidade dos sistemas de produção com o objetivo de substituir recursos fósseis não renováveis.

A bioeconomia desempenha um papel fundamental na valorização e aproveitamento sustentável dos recursos na Amazônia. A região possui uma grande diversidade de espécies e ecossistemas, o que possibilita a extração de diversos produtos, como madeira, óleos essenciais, frutas, castanhas, que apresentam o potencial de impulsionar o desenvolvimento econômico da região, através da geração de empregos e renda para as comunidades locais.

Ao utilizar os recursos naturais de forma sustentável, respeitando os limites ecológicos,

é possível obter benefícios econômicos e sociais em longo prazo. Além disso, a bioeconomia na Amazônia pode contribuir para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas, uma vez que o manejo adequado dos recursos evita o desmatamento e a degradação ambiental.

De forma que atualmente, um dos grandes e atuais desafios para o desenvolvimento brasileiro é manter o crescimento da produção no meio rural e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos dessa produção sobre os recursos naturais. Esse desafio surge em meio aos debates internacionais e às pressões cada vez maiores da sociedade por um novo modelo de desenvolvimento, que seja capaz de conciliar o crescimento econômico e a conservação do meio ambiente. Só muito recentemente as políticas governamentais para o setor agropecuário começaram a atentar para as questões relativas à sustentabilidade ambiental e a estabelecer programas e metas com esse objetivo (SAMBUICHI et al., 2012).

O Brasil, de acordo com LONDOÑO (1999), possui a maior diversidade de bambu e, também, a maior concentração de florestas com bambu das Américas. No Brasil foram identificadas 137 espécies de bambu que representa 32% do total do continente americano. No estado do Acre, as florestas com *Guadua* spp., são conhecidas por tabocais ocorrendo espécies de bambu lenhoso, algumas de excelente qualidade e potencial econômico de uso econômico. (ALMEIDA, 2017).

A alta incidência de florestas de bambus no estado do Acre, Brasil, tem sido amplamente relatada em resultados de pesquisas, como por exemplo, foi citado por (PEREIRA et al., 2008), quando relatam que “o Projeto Radam, valendo-se da utilização de imagens de satélites, determinou a existência de aproximadamente 7 milhões de hectares de bambus nativos no estado do Acre, pertencentes principalmente ao gênero *Guadua*, com destaque para a espécie *Guadua weberbaueri*”.

Segundo CARMO et al., (2017), a exploração comercial do bambu possui um potencial econômico a ser mensurado, considerando que, mesmo com “as florestas com ocorrência de bambu no sub-bosque reduzidas a 4.563.688 hectares”, ainda representa uma ocorrência 28% do território acreano, em uma estimativa mais realista da distribuição do bambu como componente principal do sub-bosque das tipologias florestais consideradas no estado do Acre.

Outrossim, há de considerar que os ativos como o bambu estão, atualmente, com uma crescente demanda no mercado internacional, justificada por ser um produto com: a. baixo impacto ambiental, b. apresenta características peculiares como aspectos relacionados a resistência dos materiais quando tratados e utilizados na construção civil, c. maior poder calorífico quando se emprega como carvão. Além do mais, o considerar bambu tem rápido crescimento, e por tais motivos é considerado um recurso natural renovável, em detrimento de algumas espécies florestais que demoram até de 40 anos para se recompor na floresta.

Especificamente, em relação às espécies de bambu *Guadua*, LIMA et al., (2014) reportaram que:

- a. são espécies de bambu de maior demanda, conhecido como o mais importante de América Latina e um dos mais importantes a nível mundial;
- b. boa aceitação por parte do setor produtivo devido a facilidade de propagação,
- c. são de rápido crescimento que em pouco tempo pode formar bosques;
- d. apresentam excelentes características como material de construção.

E ainda, dentre as principais contribuições das populações de bambu *Guadua* ao meio ambiente são, listam-se:

- a. produção de biomassa;
- b. redução da erosão;
- c. retenção de água;
- d. regulação de caudais hídricos;
- e. redução da temperatura;
- f. fixação de dióxido de carbono, e nichos de hospedeiros de fauna e flora.

De modo geral, o uso do bambu nativo da Amazônia como fonte de matéria prima para a indústria moveleira, da construção civil e energética é de grande importância por diversos motivos.

✓ **Sustentabilidade ambiental:** O uso do bambu nativo da Amazônia como uma alternativa à madeira contribui para a preservação das florestas tropicais, já que a exploração desenfreada da madeira tem levado ao desmatamento e à perda de biodiversidade na região. O cultivo e a colheita responsável do bambu podem ajudar a reduzir a pressão sobre as florestas;

✓ **Crescimento rápido:** O bambu é conhecido por ser uma planta de crescimento extremamente rápido, podendo atingir a fase de colheita em poucos anos, enquanto a maioria das árvores precisa de décadas para alcançar o mesmo estágio. Isso faz com que o bambu seja uma opção mais sustentável e viável economicamente para a indústria, pois permite a produção em larga escala em um curto período de tempo;

✓ Versatilidade: O bambu pode ser utilizado em diversas aplicações na indústria moveleira, da construção civil e energética. Ele pode ser transformado em tábuas, vigas, pisos, painéis, móveis, entre outros produtos. Além disso, o bambu possui características como resistência, flexibilidade e durabilidade, o que o torna uma alternativa interessante para substituir a madeira em muitas situações;

✓ Baixo impacto ambiental: Durante o cultivo, o bambu absorve uma quantidade significativa de dióxido de carbono da atmosfera, ajudando a mitigar as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, o bambu também é conhecido por sua capacidade de recuperar solos degradados e áreas afetadas pelo desmatamento, auxiliando na recuperação e regeneração ambiental;

✓ Geração de renda e emprego: A utilização do bambu nativo como matéria prima pode incentivar a criação de cooperativas e empreendimentos locais, contribuindo para a geração de renda e emprego nas comunidades da Amazônia. Além disso, o cultivo do bambu pode ser uma atividade de baixo custo e acessível a pequenos agricultores, proporcionando oportunidades econômicas para essas populações.

Portanto, o uso do bambu nativo da Amazônia como fonte de matéria prima é uma alternativa sustentável e viável para a indústria moveleira, da construção civil e energética, contribuindo para a preservação ambiental, o desenvolvimento econômico local e a redução do impacto ambiental causado pela exploração da madeira.

Em relação à capacidade de sequestro de carbono, o bambu é uma planta altamente eficiente em sequestro de dióxido de carbono (CO₂), uma vez que, segundo o INBAR, (2018), “o bambu é um importante sumidouro de carbono. Uma floresta de bambu bem manejada não apenas armazena carbono rapidamente; como foi visto, durante um período de anos, uma planta pode ser colhida inúmeras vezes, para criar um grande número de produtos duráveis que armazenam carbono. Se esses produtos forem usados para substituir madeira tropical ou materiais artificiais, ou como fonte de energia renovável que pode substituir fontes baseadas em combustível fóssil, então os benefícios relacionados à fixação do CO₂ podem ser maiores do que para qualquer outro material de base biológica. Por causa de suas taxas de crescimento rápido, os bambus lenhosos gigantes “já são considerados absorvedores eficazes de CO₂”.

Desta forma, ainda segundo INBAR, (2018), “o bambu vivo armazena uma quantidade semelhante de carbono às plantações de árvores: de cerca de 100 a 400 toneladas de carbono por hectare. (As plantações de árvores armazenam entre 90 e 420 toneladas). O que é novo, no entanto, é uma análise do carbono que é economizado ao substituir o bambu por produtos mais

intensivos em emissões. Quando isso é levado em consideração, e se combina o fator de deslocamento potencial do bambu com a taxa de armazenamento de carbono do bambu, o bambu pode sequestrar enormes somas – de 200 a quase 400 toneladas de carbono por hectare”.

Por outro lado, “de uma maneira geral, florestas dominadas por bambus apresentam-se estruturalmente alteradas, especialmente nos estratos intermediários e no dossel. Possuem menor riqueza florística e densidade de árvores, e a redução da área basal arbórea total varia entre 30 e 50%. A presença do bambu também reduz entre 29 e 39% a biomassa aérea da floresta e entre 30-50% o potencial de armazenamento de carbono. Ele pode afetar ainda o influxo de outras espécies arbóreas, enfraquecer a habilidade competitiva das espécies com baixa capacidade de adaptação quando o ambiente passa a ser dominado pelo bambu, alterar a composição florística, reduzir em quase 40% o número de espécies na amostra de um hectare, e causar uma redução na diversidade a ponto de a mesma ser considerada uma das mais baixas da Amazônia”, (FERREIRA, 2014).

No entanto, diante do exposto, visando alternativas que visem a mitigação dos impactos listados por FERREIRA, (2014) e, por outro lado, a implementação de um modelo de exploração econômica para estes ativo, inicialmente há de se ponderar fatores como, por exemplo, qual o principal uso do para o bambu nativo do Acre, ou seja, considerando as suas características dendrométricas, quais as aplicações que podem otimizar a relação custo benefício para a população local, e ainda, quais são os obstáculos a serem encontrados na fase de exploração comercial.

Neste contexto, este trabalho apresenta uma estimativa de volume do potencial econômico a partir da utilização de bambu nativo *Guadua* spp. no estado do Acre, Brasil. São apresentados dados dendrométricos encontrados, além de ocorrências médias e totais por tipologia florestal dos números de colmos, volumetria e estimativa de valores para o bambu nativo a ser explorado, onde se propõe um modelo de exploração para a cadeia produtiva de bambu do Acre.

1.1. OBJETIVO GERAL

Estimar o volume e o valor bioeconômico de espécies de bambu nativo ocorrentes no estado do Acre visando o estímulo para o uso sustentável deste ativo de forma a fomentar a consolidação de uma economia de baixo impacto ambiental e que seja ao mesmo tempo socialmente justa e economicamente viável.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estimar a ocorrência em número de colmos (unidades comerciais) e o volume (m³) do bambu nativo no estado do Acre; e,
2. Estimar o valor econômico da exploração sustentável do bambu *Guadua* spp. para uso da indústria moveleira, construção civil e geração de energia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um dos principais desacordos entre a economia e a ecologia, sob o ponto de vista ecológico, deriva do fato de que a natureza tem processos cíclicos, enquanto os sistemas produtivos são pensados linearmente, sem considerar que todo sistema tem entradas e saídas. As atividades econômicas extraem recursos naturais e transformam-nos em produtos e resíduos, em seguida transacionam esses produtos aos consumidores, que descartam ainda mais resíduos depois do consumo.

Nos sistemas produtivos lineares, o ativo “capital” renova-se pela acumulação de capital e o ativo “trabalho” renova-se com a remuneração salarial (sob mais-valia), mas o ativo “terra”, provedor dos recursos naturais, não se renova (ou renova-se em parte). Os padrões sustentáveis de produção e consumo precisam ser cíclicos, iguais aos processos de natureza, com desfrute marginal atual igual ao desfrute marginal futuro. (MATTOS et al., 2009).

Outrossim, o papel da economia na política e prática de gestão ambiental, antes de um assunto abordado apenas por autores como Pigou e Hotelling, entrou definitivamente na agenda a partir dos anos 1960. Nessa década, as projeções catastróficas acerca da finitude dos recursos naturais evidenciaram a falta de atenção aos aspectos ecológicos nos moldes econômicos. Surgiram nesse período diversas escolas de pesquisa, tanto do *mainstream* neoclássico quanto dos precursores da economia ecológica. Autores como KENNETH BOULDING (*The Economics of the Coming Spaceship Earth*, de 1966), HERMAN DALY (*On Economics as a Life Science*, de 1968) e, NICHOLAS GEROGSCU-ROEGER (*The Entropy Lay and the Economic Process*, de 1971), examinaram os limites da capacidade de suporte do planeta e elaboraram princípios distintos para nortear políticas fundamentais nas leis da termodinâmica e não no *perpetuum mobile* da análise marginalista. (MAY, 2010).

De acordo com o que a teoria econômica convencional, “o uso de recursos naturais gera economias externas negativas no sistema econômico. Essas externalidades não são totalmente captadas no sistema de preços, porque a segurança dos direitos de propriedade ou de uso desses recursos resulta em altos custos de transação devido à dificuldade técnica ou cultural de fixar direitos que garantam o uso ótimo dos recursos”. (MOTTA, 2011).

De forma que, essas dificuldades técnicas e institucionais em definir direitos de propriedade entre contemporâneos e gerações presentes e passadas impedem a existência de um mercado que sinalize o valor do recurso ou, quando esse existe, essas imperfeições resultam em preços ou custos de uso que não introduz ineficiência no sistema econômico. Isto é, o uso dos recursos ambientais gera custos externos intra e intertemporais.

Aqui cabe ressaltar ainda que, o aspecto crucial que responde em grande parte pelo desaparecimento dos recursos renováveis é a incompatibilidade entre as dinâmicas biológicas

(que determina sua evolução) e a econômica (que determina o ritmo de exploração do recurso).

Pela dinâmica biológica o estoque de recurso renovável não é fixo; ele cresce na medida em que apresenta condições de se expandir, porém sua expansão está submetida a um limite máximo que é definido pela capacidade de suporte do seu ecossistema.

A dinâmica econômica, por sua vez, pressiona para o declínio de um recurso na média em que sua taxa de extração exceder, de modo persistente, a taxa de crescimento do recurso. Dessa forma, o principal desafio de teoria econômica convencional dos recursos renováveis é identificar qual a trajetória de exploração de uma população animal ou vegetal submetida a um dado nível de extração.

Segundo (ROMA et al., 2013), “ignorar ou não valorizar o capital natural nas previsões, modelagens e avaliações econômicas pode levar a políticas públicas ou decisões de governo acerca de investimentos que agravam a degradação dos solos, do ar, da água e de recursos biológicos provocando um impacto negativo em uma série de objetivos sociais e econômicos”. Neste contexto, “as ciências biológicas estão agregando valor a uma série de produtos e serviços, produzindo o que alguns rotularam como “bioeconomia”. De uma perspectiva econômica ampla, a bioeconomia se refere ao conjunto de atividades econômicas relativas à invenção, desenvolvimento, produção e uso de produtos e processos biológicos”. (OCDE, 2009),

Já, a “particularidade dos recursos renováveis é que eles são governados por fenômenos biológicos: crescimento de árvores, multiplicação dos animais e das plantas, desenvolvimento das populações de peixes, que são de essência dinâmica. No entanto, os recursos renováveis podem se esgotar e tornar-se não renováveis, principalmente quando localizados em espaços de uso comum, sujeitos ao livre acesso e, portanto, suscetíveis de apropriação privada”. Neste contexto, “o aspecto crucial que responde em grande parte pelo desaparecimento dos recursos renováveis é a incompatibilidade entre as dinâmicas biológicas (que determina sua evolução) e a econômica (que determina o ritmo de exploração do recurso). Pela dinâmica biológica o estoque de recurso renovável não é fixo; ele cresce na medida em que apresenta condições de se expandir, porém sua expansão está submetida a um limite máximo que é definido pela capacidade de suporte do seu ecossistema. A dinâmica econômica, por sua vez, pressiona para o declínio de um recurso na média em que sua taxa de extração exceder, de modo persistente, a taxa de crescimento do recurso. Dessa forma, o principal desafio de teoria econômica convencional dos recursos renováveis é identificar qual a trajetória de exploração de uma população animal ou vegetal. Submetida a um dado nível de extração”. (ENRÍQUEZ, 2010),

Segundo LUGT E KING, (2019) “nos últimos anos, a ideia de uma “economia circular” vem ganhando força. Um novo conceito radical para o crescimento sustentável, a economia circular envolve a concepção de produtos, serviços e cadeias de abastecimento que são regenerativas: isto é, baseadas em energia e recursos renováveis. Um sistema 'regenerativo' não gera resíduos e mantém produtos e materiais em uso, enquanto constrói capital econômico, natural e social. E o bambu pode ser um componente crítico na transição para uma economia circular, fornecendo uma alternativa viável de base biológica para materiais não renováveis e intensivos em carbono do 'tecnociclo'. Esta planta de grama de crescimento rápido pode ser usada para criar uma ampla gama de produtos duráveis e de consumo, que em muitos casos podem substituir aqueles de materiais sintéticos’.

Um outro tema de relevante interesse mundial está relacionado aos "Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável" (ODS), que foram estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, por meio de uma resolução intitulada "Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável". Esse documento foi adotado por unanimidade pelos 193 Estados membros da ONU, com o objetivo de promover uma abordagem global para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento sustentável em todas as suas dimensões.

A Agenda 2030 é composta por 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, que abrangem temas como erradicação da pobreza, fome zero, acesso à saúde e educação de qualidade, igualdade de gênero, energia limpa, gestão sustentável dos recursos naturais, entre outros. Esses objetivos têm metas claras e mensuráveis, visando orientar os Estados membros na implementação de ações concretas para alcançá-los até 2030.

No contexto da Amazônia, os ODS têm um papel crucial, considerando a importância da região para o meio ambiente global e para o bem-estar das comunidades que nela habitam. A região amazônica é conhecida por sua biodiversidade única, por ser um grande sumidouro de carbono e por abrigar várias populações indígenas e comunidades tradicionais, que dependem dos recursos naturais para sua sobrevivência.

No curto e médio prazo, a implementação dos ODS na Amazônia requer uma série de ações e políticas que visem conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental e o respeito aos direitos humanos. Alguns dos principais desafios nesse sentido são:

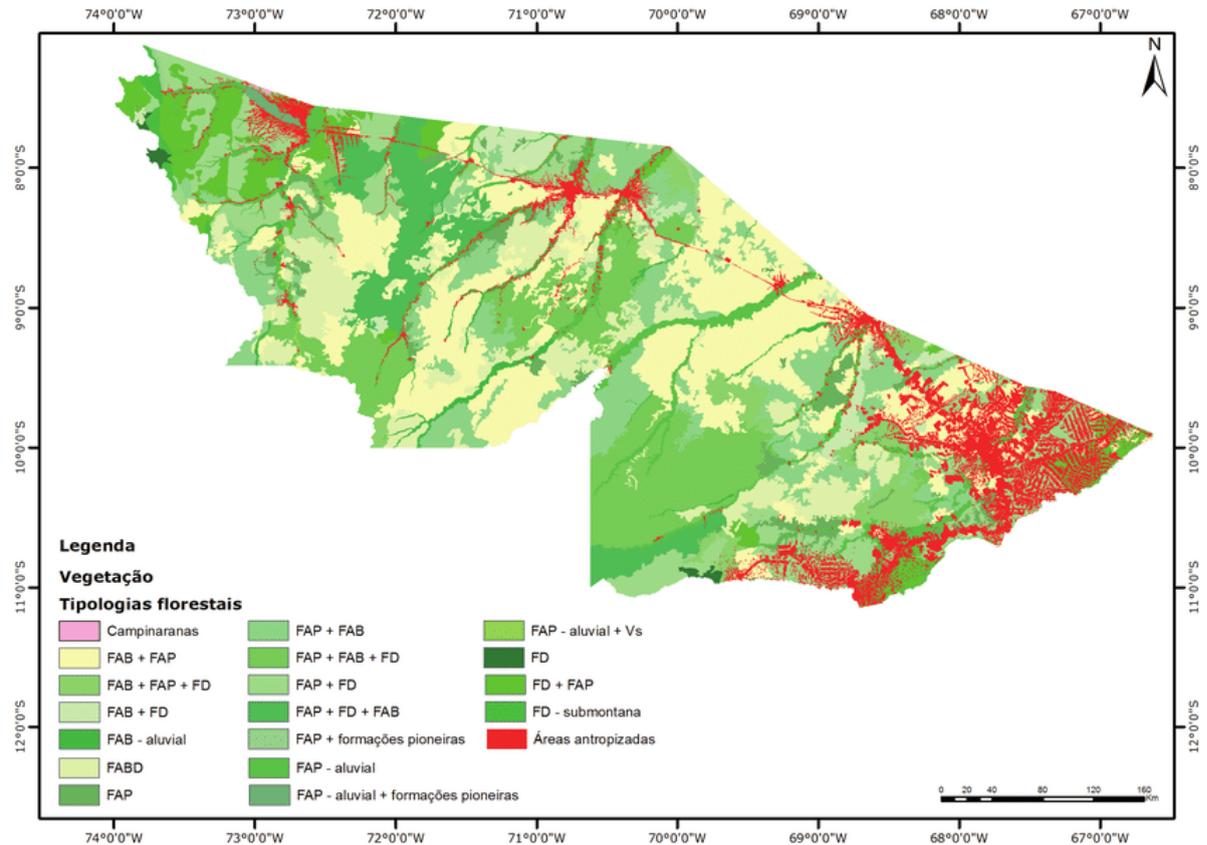
- ✓ Combate ao desmatamento ilegal: a Amazônia tem sido alvo de grandes taxas de desmatamento, muitas vezes motivado pela exploração predatória de recursos naturais. É necessário fortalecer a fiscalização e fazer cumprir as leis ambientais, incentivando práticas sustentáveis.

- ✓ Promoção de alternativas econômicas sustentáveis: é fundamental investir em atividades econômicas que valorizem e protejam os recursos naturais da Amazônia, como o ecoturismo, a agroecologia e o extrativismo sustentável. Isso pode trazer benefícios socioeconômicos para a população local e reduzir a pressão sobre a floresta.
- ✓ Respeito aos direitos dos povos indígenas e comunidades tradicionais: a Amazônia abriga uma grande diversidade de povos indígenas e comunidades tradicionais, que possuem um profundo conhecimento sobre a floresta. É necessário garantir a demarcação de terras indígenas, a consulta prévia e o consentimento desses povos em relação a projetos que possam afetar seus territórios e modos de vida.
- ✓ Investimento em pesquisa e inovação: a Amazônia é um centro de pesquisa e conhecimento, abrigando espécies únicas e ecossistemas complexos. É fundamental investir em pesquisa científica e na formação de cientistas locais, além de promover a cooperação internacional nesse campo.

A implementação dos ODS na Amazônia não se restringe apenas à atuação dos Estados membros, mas também requer a participação ativa da sociedade civil, do setor privado e de organismos internacionais. É um desafio complexo, mas essencial para garantir um futuro sustentável para a região amazônica e para todo o planeta.

“Os solos acrianos são de origem recente, o que lhes confere características químicas e físicas peculiares, sendo a região central do estado formada por solos de argila de alta atividade e alta fertilidade, inclusive com a presença de carbonatos. E suportam uma vegetação natural, composta basicamente de florestas divididas em duas grandes tipologias: Floresta Ombrófila Densa (FD) e Floresta Ombrófila Aberta (FA) com ocorrência individual ou simultânea e diferentes sub-bosques (cipós, bambus, palmeiras), que se caracterizam por sua heterogeneidade florística”. (COSTA et al., (2012). (Figura 1).

Figura 1. Tipologias florestais do Estado do Acre.



Fonte: Costa *et al.* (2012).

Foi observado ainda por (CARMO *et. al.*, 2017), que, no Acre existem 8 classificações de florestas distribuídas ao longo de seus municípios, e que em todas estas tipologias existem ocorrências de bambu e ainda que, a ocorrência de bambu no Acre está concentrada em oito tipologias florestais, que aparecem em maior proporção na região central do estado, ocupando cerca de 28% do território acreano. Ao considerar o bambu não como componente florestal, mas sim parte do volume da tipologia florestal, é possível atingir um incremento de mais de 10% naquelas tipologias em que há dominância de bambu no sub-bosque. Mais de 40% da área total desmatada no Acre nos últimos 10 anos constitui-se de florestas com bambu (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição das classes de vegetação do Estado, com a respectiva quantificação.

Código ZEE	Descrição	Área (km ²)	(%)
Campinaranas	Campinaranas	66	0,04
FAB - Aluvial	Floresta Aberta com Bambu em Áreas Aluviais	1.790	1,09
FAB + FAP	Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras	40.546	24,69
FAB + FAP + FD	Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Densa	5.994	3,65
FAB + FD	Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa	3.892	2,37
FABD	Floresta Aberta com Bambu Dominante	16.455	10,02
FAP	Floresta Aberta com Palmeiras	4.516	2,75
FAP - Aluvial	Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras	9.361	5,70
FAP - Aluvial + Pab	Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras + Formações Pioneiras	411	0,25
FAP - Aluvial + Vs	Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras + Vegetação Secundária	213	0,13
FAP + FAB	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu	22.416	13,65
FAP + FAB + FD	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa	21.579	13,14
FAP + FD	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Densa	16.964	10,33
FAP + FD + FAB	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Densa + Floresta Aberta com Bambu	9.788	5,96
FAP + Pab	Floresta Aberta com Palmeiras + Formações Pioneiras	99	0,06
FD	Floresta Densa	493	0,30
FD - Submontana	Floresta Densa Submontana	821	0,50
FD + FAP	Floresta Densa + Floresta Aberta com Palmeiras	8.802	5,36
Totais		164.224	100

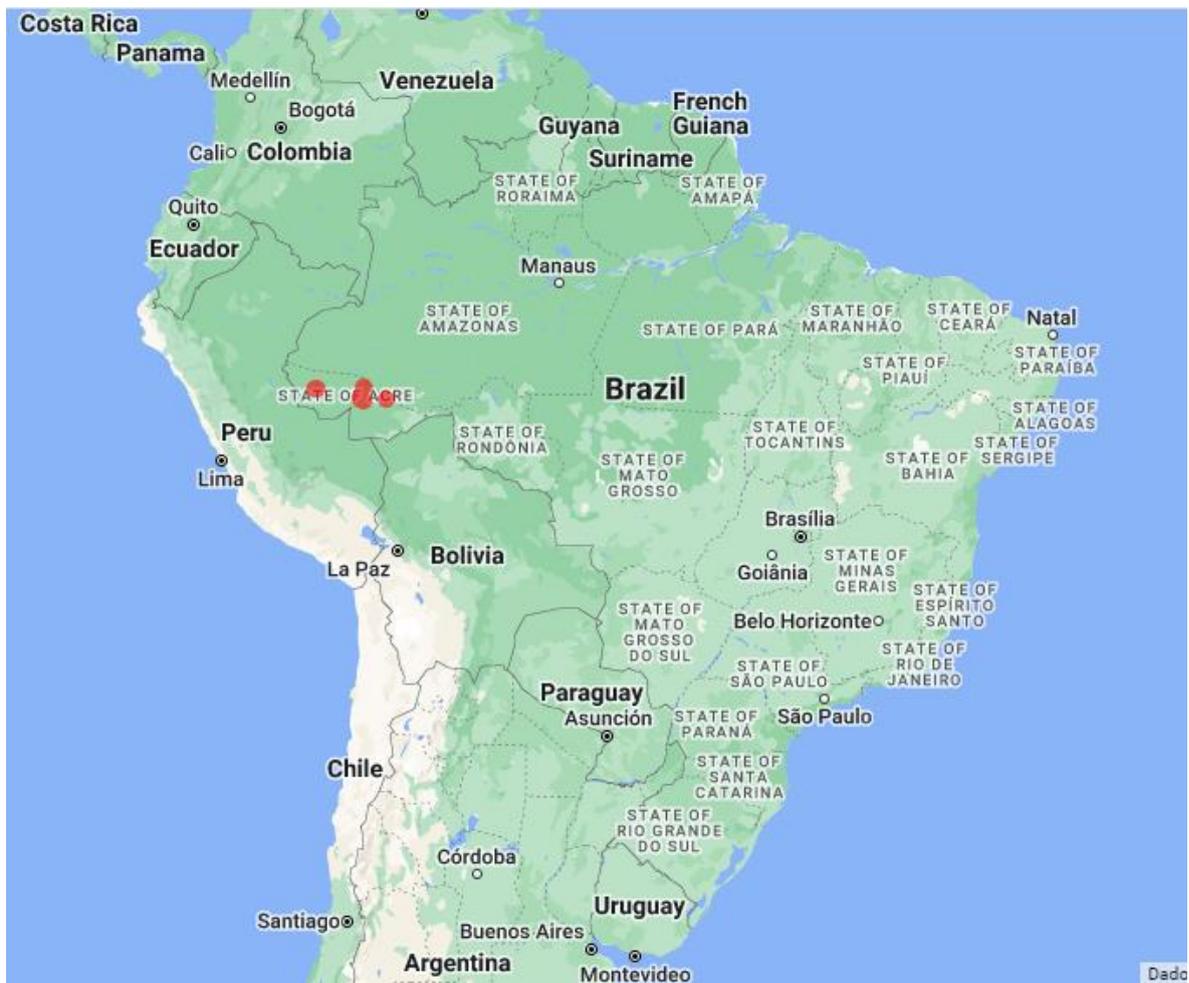
Fonte: Acre (2010).

De acordo com os dados acima se pode observar que, existe a maior predominância de Florestas Abertas com Bambu e de Floresta Abertas com Palmeiras - FAB + FAP, que ocupam uma área de 40,5 mil hectares, equivalente a 24,69% da área total do estado. Em seguida, as maiores ocorrê de Florestas Abertas com Palmeiras + Florestas Abertas com Bambu - FAP + FAB e, da Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa - FAP + FAB+ FD, que ocupam 13,65 e 13,14%, respectivamente da área total do estado.

Sendo que, “entre as 1.300 espécies de bambu existentes, 19 são consideradas prioritárias, possuindo um importante valor social, econômico e ambiental através das diversas aplicações em produtos e insumos”. (ERENO, 2010). E ainda considerando que, “as espécies de *Guadua* mais frequentes nas florestas com bambu no Acre são *Guadua sarcocarpa* e *Guadua weberbaueri*”. (LONDOÑO e PETERSON, 1991).

O Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira – SIBBR é uma plataforma online que integra dados e informações sobre a biodiversidade e os ecossistemas de diferentes fontes, tornando-os acessíveis para usos diversos. Em consulta realizada a esta base, a distribuição dos registros de bambu no Acre, está de acordo com os dados apresentados a seguir:

Figura 2. Distribuição espacial do *Guadua sarcocarpa* Londoño & P.M.Peterson subsp. *Sarcocarpa*, no Brasil.



Fonte: Sistema de Informação sobre a Diversidade Brasileira (2023).

Classificação:

- Reino: Plantae
- Classe: Liliopsida
- Ordem: Poales
- Família: Poaceae
- Subfamília: Bambusoideae
- Gênero: *Guadua*
- Espécie: *Guadua sarcocarpa* /
- Subespécie: *Guadua sarcocarpa* Londoño & P.M.Peterson subsp.

Número de registros: 32 registros em 29/08/2023

Estado de ocorrência no Brasil: Acre

Figura 3. Distribuição espacial do *Guadua weberbaueri* Pilg., no Brasil.



Fonte: Sistema de Informação sobre a Diversidade Brasileira (2023).

Classificação:

- Reino: Plantae
- Classe: Liliopsida
- Ordem: Poales
- Família: Poaceae
- Subfamília: Bambusoideae
- Gênero: *Guadua*
- Espécie: *Guadua weberbaueri*

Número de registros: 57 registros em 29/08/2023

Estados de ocorrência no Brasil: Acre, Amazonas, Mato Grosso e Roraima

Figura 4. Distribuição espacial do *Guadua angustifolia* Kunth – Taquaraçu, no Brasil.



Fonte: Sistema de Informação sobre a Diversidade Brasileira (2023).

Classificação:

- Reino: Plantae
- Classe: Liliopsida
- Ordem: Poales
- Família: Poaceae
- Subfamília: Bambusoideae
- Gênero: *Guadua*
- Espécie: *Guadua angustifolia*

Número de registros: 55 registros em 29/08/2023

Estados de ocorrência no Brasil: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Alagoas.

Neste ponto uma observação acerca da não inclusão de registro de ocorrência de *Guadua angustifolia* no estado do Acre, uma vez que Silveira (2001), já relatou tal ocorrência, mesmo que com menos registros em relação a outras espécies.

2.1 ASPECTOS REGULATÓRIOS DA EXPLORAÇÃO DO BAMBU NO BRASIL E NO ACRE

Em relação à normatização da exploração do bambu no Acre, a Portaria Normativa do Instituto do Meio Ambiente do Estado do Acre – IMAC, Portaria Normativa IMAC nº 5, de 19 de maio de 2017, que instituiu o termo de referência para licenciamento ambiental da atividade de exploração e manejo de bambu no Estado do Acre, definiu critérios e parâmetros estatísticos, nos processos de licenciamento ambiental para a atividade de manejo florestal de bambu, esperando-se um erro de amostragem máximo de 20% ao nível de 95% de probabilidade (ACRE, 2017b).

É importante salientar que para as áreas de uso alternativo do solo, o IMAC utiliza para o licenciamento ambiental a metodologia de inventário florestal por amostragem sistemática em dois estágios para levantamento da matéria prima florestal a ser aproveitada, considerando as diferentes tipologias florestais (estratificação) e intensidade mínima de amostragem de 10% da área a ser desmatada. E, que, observando a realidade dos estudos realizados no Acre, é aqui sugerido como intensidade de exploração, índices dentro do limite máximo de 50%, para as áreas de maior ocorrência, de 12%, para as áreas de menor ocorrência e ainda de 31% para as áreas de ocorrência de densidade mediana, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Demonstrativo para intervenção, por densidade de colmos.

N	Intervalo de ocorrência (colmos/ha)	Possibilidade de Intervenção(%)
1	Até 1.000	12%
2	Acima de 1.000 e até 1.500	31%
3	Acima de 1.500	50%

Fonte: Acre (2017b).

Em relação aos aspectos legais e regulares da exploração de bambu no Brasil e no Estado do Acre, visando regular a exploração do bambu, diversas iniciativas foram formalizadas através de projeto de lei federal e estadual. Com a Lei Federal nº 12.484, de 8 de setembro de 2011 que trata sobre o Manejo Sustentado e do Cultivo do Bambu; em que instituiu a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu - PNMCB, com o objetivo de fomentar desenvolvimento da cultura do bambu no Brasil por meio de ações governamentais e de empreendimentos privados.

Em 25 de maio de 2012, foi publicada a lei Federal nº 12.651, que estabeleceu normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva

Legal; em que ficou condicionado que a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. E tinha como objetivo o desenvolvimento sustentável, adotando os seguintes princípios:

- I. Afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para obem estar das gerações presentes e futuras;
- II. Reafirmação da importância da função estratégica da atividade agropecuária e do papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade, no crescimento econômico, na melhoria da qualidade de vida da população brasileira e na presença do País nos mercados nacional e internacional de alimentos e bioenergia;
- III. Implementação governamental de proteção e uso sustentável de florestas, consagrando o compromisso do País com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da vegetação;
- IV. Considerando de responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federale Municípios, em colaboração com a sociedade civil, a criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais;
- V. Fomento à pesquisa científica e tecnológica na busca da inovação para o uso sustentável do solo e da água, a recuperação e a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa;
- VI. Criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação ea recuperação da vegetação nativa e para promover o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis.
- VII. Na referida Lei, observa-se uma referência à exploração de bambu, aqui caracterizando-o com um ativo não madeireiro, especificamente no Art. 21 é citado que, é livre a coleta de produtos florestais não madeireiros, tais como frutos, cipós, folhas e sementes, devendo-se observar:
- VIII. Os períodos de coleta e volumes fixados em regulamentos específicos, quando houver;
- IX. A época de maturação dos frutos e sementes;
- X. Técnicas que não coloquem em risco a sobrevivência de indivíduos e da espécie coletada no caso de coleta de flores, folhas, cascas, óleos, resinas,

cipós, bulbos, bambus e raízes.

É importante salientar que para as áreas de uso alternativo do solo, o IMAC utiliza para o licenciamento ambiental a metodologia de Inventário Florestal por amostragem sistemática em dois estágios para levantamento da matéria prima florestal a ser aproveitada, considerando as diferentes tipologias florestais (estratificação) e intensidade mínima de amostragem de 10% da área a ser desmatada, acompanhado de ART do responsável técnico, especificado na Portaria Normativa IMAC nº 2, de 25 de junho de 2004. E que, as áreas de manejo objeto de aproveitamento de bambu, através de tratos silviculturais, estão dispensadas de apresentar o inventário florestal, mas, no entanto, deverão apresentar levantamento florestal simplificado.

Esta referida norma registra ainda que existe um grande potencial para manejo, que deve ser conduzido de forma responsável, com vistas a diminuir a competição entre as brotações/colmos, o que poderá resultar em colmos mais vigorosos, com diâmetros maiores e mais regulares e conseqüente aumento da qualidade final dos produtos que podem ser obtidos. E que existe ainda, a limitação de não se conhecer a idade dos indivíduos no momento de sua exploração, uma vez que em florestas naturais, após a floração, produção de sementes e a conseqüente morte da planta de bambu, dá-se início a uma nova geração, e, portanto, pode se ter colmos de diversas idades e de tamanhos diferentes, caso não seja aplicado nenhum tratamento silvicultural para uniformização da produção. Salientando que, dessa forma, a intervenção poderá ocorrer anualmente, para exploração dos colmos mais velhos, contudo deverá ser realizada a marcação dos colmos a serem colhidos na próxima etapa de exploração.

Assim, é proposto aqui considerar um ciclo de manejo de 28 anos, considerando a exploração em bambuzais nativos. Todavia este período de tempo pode ser reduzido, mas, o ciclo de corte deve ser informado no plano de manejo, uma vez que na mesma touceira há a ocorrência de colmos de diversas idades e com estágios de maturação distintos.

Dessa forma, o relatório pós-exploratório e de monitoramento é de fundamental importância, no sentido de gerar informações base para o desenvolvimento de sua cadeia produtiva. Considerando que é importante definir ainda, que, nos casos onde o bambuzal esteja em processo de senescência, após o florescimento, frutificação e disseminação dos frutos e sementes, poderá se optar pelo aproveitamento total da biomassa de bambu disponível.

Por fim, na própria norma está registrado que, à medida que as pesquisas forem avançando em relação ao manejo e exploração do bambu, o presente termo referência será atualizado.

2.2. PRINCIPAIS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS DO ESTADO DO ACRE

No documento síntese do Zoneamento Ecológico Econômico, fase II, (ACRE, 2010), projetava-se que, “considerando-se um cenário provável de manutenção dos índices de desempenho econômico dos últimos seis anos como tendência para o futuro, pode-se considerar como prováveis macrotendências para o Estado do Acre: o crescimento do PIB em torno de 5% ao ano; crescimento da pecuária com base não mais na extensão de terras, mas no aumento da produtividade e da verticalização da produção; expansão do setor florestal com base na verticalização e diversificação do setor; crescimento moderado das receitas próprias do Estado; aumento na captação de recursos externos; crescimento dos investimentos privados externos na economia local; expansão geral do setor industrial; melhoria nas condições gerais de infraestrutura pública. Esse cenário será influenciado, também, pelo provável crescimento do setor produtivo e da indústria, com a consolidação das conexões internacionais com a Bolívia e o Peru a partir da Estrada Interoceânica”. No entanto, com o avançar de aproximadamente uma década, este cenário não se tornou real, a conferir pelos indicadores abaixo.

O Quadro 1, consolidado abaixo, apresenta alguns dos principais indicadores sociais por municípios do Acre, disponibilizados pelo IBGE, sendo que um dos principais é o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, que, de acordo com o portal wikipédia, “é uma medida comparativa usada para classificar os países pelo seu grau de "desenvolvimento humano" e para separar os países desenvolvidos (elevado desenvolvimento humano), em desenvolvimento (desenvolvimento humano médio) e subdesenvolvidos (desenvolvimento humano baixo). A estatística é composta a partir de dados de expectativa de vida ao nascer, educação e PIB (PPC) per capita (como um indicador do padrão de vida) recolhidos a nível nacional”, sendo que a escala deste indicador, segue a seguinte sequência: intervalos entre 0,800 a 1,000 - Muito Alto; 0,700 a 0,799 - Alto; 0,600 a 0,699 - Médio; 0,500 a 0,599 - Baixo e, 0,000 a 0,499 - Muito Baixo.

Quadro 1. Principais indicadores socioeconômicos do estado do Acre.

Municípios	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) Ano base: 2018	Mortalidade Infantil (óbitos por mil nascidos vivos)	Salário médio mensal dos trabalhadores formais (em salários mínimos)	Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo	PIB <i>per capita</i> (Reais por ano)
Acrelândia	0,604	12,66	1,9	45,60	19.525,15
Assis Brasil	0,588	13,95	2,3	47,10	12.864,39
Brasiléia	0,614	7,59	1,8	45,00	17.981,49
Bujari	0,589	12,45	1,5	44,60	17.640,84
Capixaba	0,575	5,26	2,1	44,60	12.101,74
Cruzeiro do Sul	0,664	10,64	1,8	44,20	17.024,21
Epitaciolândia	0,653	17,06	1,7	42,90	23.156,18
Feijó	0,539	31,69	1,7	51,00	11.263,93
Jordão	0,469	19,51	1,6	48,00	10.020,96
Mâncio Lima	0,625	19,05	1,8	48,70	11.955,02
Manoel Urbano	0,551	7,14	2,1	46,90	14.342,93
Marechal Thaumaturgo	0,501	8,98	2,6	50,60	11.116,99
Plácido de Castro	0,622	24,56	2,0	45,20	13.377,82
Porto Acre	0,576	19,39	2,1	48,30	12.948,19
Porto Walter	0,532	13,94	1,6	48,90	10.640,19
Rio Branco	0,727	14,97	3,3	36,40	23.171,69
Rodrigues Alves	0,567	14,41	2,1	51,90	10.474,43
Santa Rosa do Purus	0,517	46,98	2,3	48,30	12.525,97
Sena Madureira	0,603	19,46	1,7	46,30	12.490,26
Senador Guiomard	0,640	14,96	1,9	41,60	15.389,06
Tarauacá	0,539	19,81	2,1	47,40	12.046,86
Xapuri	0,599	18,99	1,8	45,90	14.903,31
Média	0,586	24,56	1,9	46,34	15.239,84

Fonte: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA e, IBGE, Censo Demográfico (2010).

De modo geral, o perfil socioeconômico do estado do Acre, se destaca como um dos piores perfis em relação ao resto do país, ao analisar alguns indicadores, a começar pelo IDHM, em 2018, apenas a capital Rio Branco, se enquadrando com um índice considerado alto, com

escore de 0,727, mesmo assim, a nível nacional, o seu ranking o número 1.107. Outro ponto de atenção está no fato de que a maioria dos municípios do estado então com um IDHM baixo, totalizando 55% dos municípios, e ainda que o município do Jordão tem o sétimo pior IDH do Brasil de 2018. Segundo o IBGE, em 2013 era considerado o segundo município mais pobre do Brasil. Já em 2021, o salário médio mensal aferido entre os municípios do estado foi de 1.9 salários mínimos. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 46,34% da população nessas condições. A taxa de mortalidade infantil era de 24,06 para cada mil óbitos, valor superior a um pouco mais de duas vezes à média de óbitos nacional, que foi de 11,20 para cada mil óbitos. Além disto, a renda *per capita* do estado é de R\$ 15.239,84, valor correspondente a 42% da renda *per capita* média do Brasil.

Desta forma, acredita-se que é necessária a implementação de políticas públicas mais eficientes no combate à desigualdade de renda, à insegurança alimentar e à melhoria da qualidade de vida da população. “A bioeconomia inclusiva na Amazônia refere-se ao desenvolvimento de uma economia sustentável, focada no uso de recursos da biodiversidade, unindo conhecimento científico e saberes das comunidades locais. E ações voltadas à bioeconomia inclusiva são capazes de melhorar a vida de 750 mil famílias entre agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais que habitam a região. E ainda, “entre os produtos florestais não madeireiros (PFNM) da Amazônia com maior valor de produção, destacam-se o açaí (*Euterpe oleracea*), que rendeu R\$ 6,1 bilhões em 2022; a castanha-da-ama zônia (*Bertholletia excelsa*), R\$ 130 milhões; e as amêndoas da palmeira babaçu (*Attalea speciosa*), R\$ 67 milhões. A soma do valor da produção nacional de açaí com a de cacau (*Theobroma cacao*) foi de R\$ 3,9 bilhões, sendo 50% obtida na Amazônia. Os demais PFNM registrados nas estatísticas oficiais do extrativismo na região superam R\$ 10,5 bilhões em valor de produção. Embora represente 0,12% do Produto Interno Bruto (PIB) do País em 2021, essa receita é significativa para as famílias rurais de baixa renda na Amazônia se comparada, por exemplo, aos R\$ 2,9 bilhões derivados, naquele mesmo ano, da extração de madeira em toras”. (LOPES et al., 2023),

Conforme é verificado acima, não constam ainda em dados estatísticos, nas principais bases de dados disponíveis atualmente, inclusive as do IBGE, dados sobre extração ou até mesmo produção comercialização de bambu nativo ou cultivado no Brasil, como componente de valores brutos da produção. Muito embora já bem disseminadas informações a cerca de ampla ocorrência em florestas nativas do Brasil.

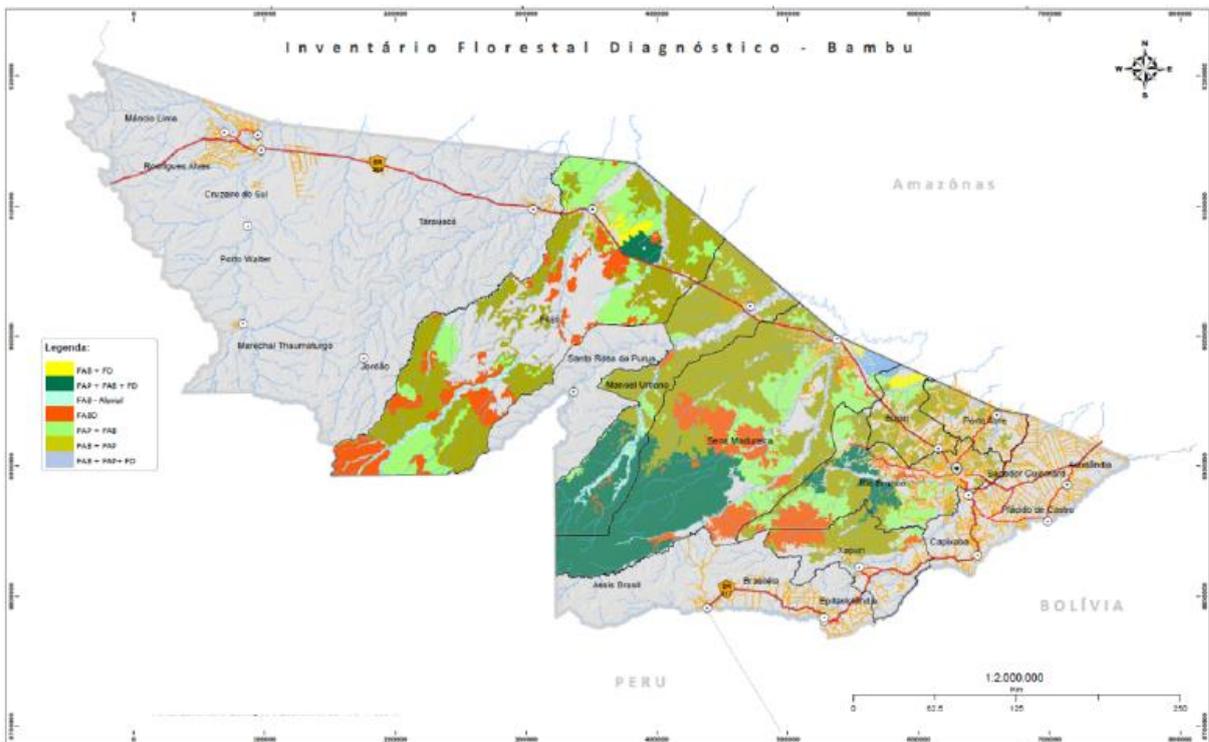
Neste contexto esta pesquisa, discorre a estimativa do volume, da valoração e do potencial da exploração econômica do bambu *Guadua* spp. no estado do Acre, Amazônia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

As áreas de estudo estão localizadas no estado do Acre, Brasil, local em que foram escolhidos 07 municípios para o estabelecimento das parcelas amostrais e coleta dos dados, sendo eles: Feijó-AC, Manoel Urbano-AC, Sena Madureira-AC, Bujari-AC, Rio Branco-AC, Porto Acre-AC e Xapuri-AC, (Figura 5).

Figura 5. Distribuição dos municípios em que foram realizados inventário florestal de ocorrência de bambu *Guadua* spp.



Fonte: Adaptado de Acre (2010).

3.2. DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE ESTIMATIVAS DE ESTACAS COMERCIAIS DO BAMBU GUADUA SPP.

Os dados referenciados nesta pesquisa foram obtidos da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – Funtac, e foram devidamente autorizados para serem utilizados como fonte de dados primários, através de termo de confidencialidade firmado com o autor.

Com o objetivo de mapear a extensão e a localização das manchas de formação florestal de interesse foi realizada uma classificação de imagens do satélite LandSat 8, considerando as capturas de cenas dos meses de junho, julho e agosto do ano de 2017, com o objetivo de mapear a extensão e a localização das manchas de formação florestal de interesse, ou seja, qualquer tipologia florestal onde o bambu fosse dominante, considerando a existência de áreas superiores a 900 metros quadrados.

Antes, durante e depois do processo de classificação de imagens LandSat 8, foram realizados voos semiautônomos com Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) visando proceder a validação de campo da classificação das cenas do LandSat 8 e fornecer uma nuvem de pontos no formato LAS, para a extração das métricas populacionais do bambu, sendo possível aferir estimativas sobre o número de varas, complementando assim o inventário amostral em campo

Os RPA's utilizados foram do modelo de multirrotor DJI Phantom 4 Pro (P4pro), onde todos os equipamentos são homologados pela ANATEL e ANAC. Todas as imagens foram coletadas com metadados da "altitude" de voo, considerando os seguintes sensores eletrônicos: bússola, acelerômetro com controladora eletrônica de velocidade, giroscópio de seis eixos e sistema GNSS (GPS e Glonass) de alta sensibilidade. As imagens foram coletadas no formato 3:2 com resolução 20 megapixels, numa lente de 24 mm (formato equivalente a 35 mm) acoplada a um gimbal de três eixos para estabilização eletrônica, (Figura 6).

Figura 6. Ortofoto de uma área de floresta da região da Transacreeana (AC 90) evidenciando a distribuição da população de bambu.



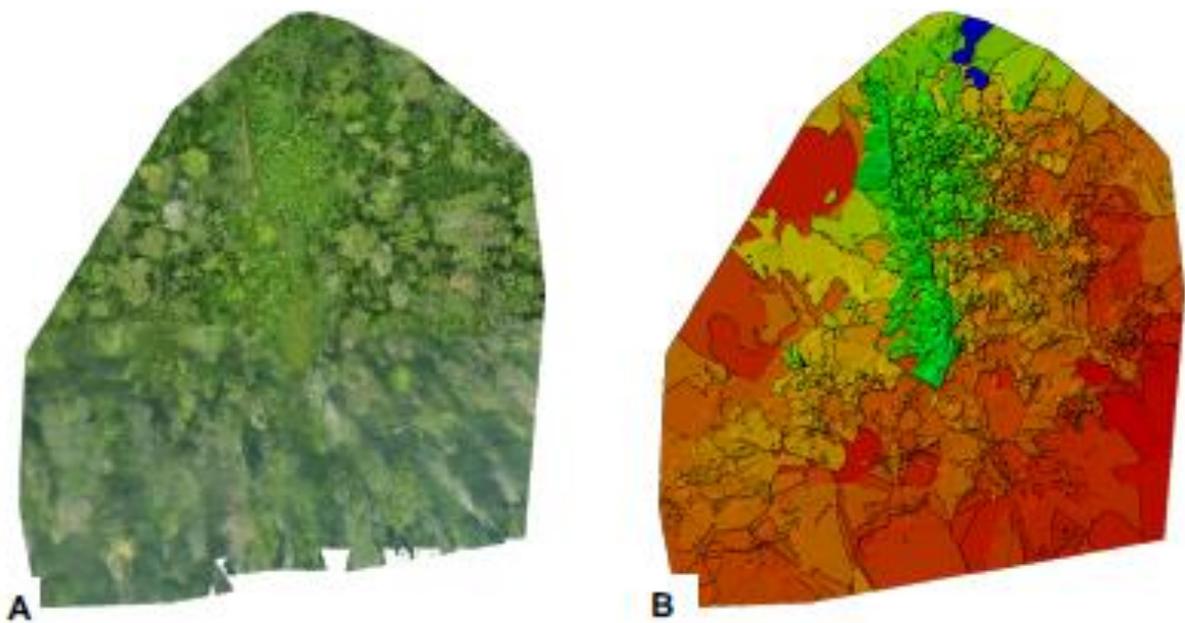
Fonte: Funtac.

Os planos de voos foram realizados numa altitude de 120 metros da superfície mapeada com overlap lateral e longitudinal superior a 85%. A resolução da ortofoto após o

processamento é de 4,35 cm, onde é possível visualizar perfeitamente as manchas de povoamento de bambu.

Para o modelo digital de elevação (DEM), foram feitos os modelos de declividade utilizando o software ArcGIS v 10.4 (*Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, Estados Unidos*). O modelo de declividade mostra a maior taxa de mudança de elevação entre as células e suas vizinhanças, dessa maneira as bordas das árvores são enfatizadas. Das ortofotos, DEM e modelo de declividade, a segmentação das árvores foi realizada no e Cognition Developer v9.0.0 (Trimble, Inc., Sunnyvale, Estados Unidos). Os ajustes de parâmetros foram ajustados por tentativa e erro. Nos melhores valores de parametrização alguns polígonos tinham copas de múltiplas árvores, que foram manualmente revisados após o processamento. (Figura 7).

Figura 7. Área de Feijó com ocorrência de bambu sendo: (A) Ortofoto evidenciando população de bambu e, (B) DEM (Modelo Digital de Elevação).



Fonte: Funtac.

Com base nos dados gerados, foram identificados 50 HotSpots variando de 36 a 50 hectares onde a predominância de bambu está entre 13% a 57%. A partir dos resultados, foi possível definir os pontos de amostragem onde serão instaladas as parcelas para a realização do inventário florestal. Outro fator relevante para a escolha das áreas e alocação das parcelas foi a acessibilidade levando em consideração os períodos de chuva e de estiagem. A escolha e distribuição foram baseadas nas formas de acesso durante o período que foi realizado o trabalho,

conforme consta na imagem e respectivas tabelas com coordenadas geográficas dos hotspots e possíveis locais para instalação de parcelas.

Para a realização desta estimativa foram coletados dados sobre:

a) Levantamento de todas as espécies de bambu da área com coleta botânica de modo a reportar informações, representando a área selecionada, com o objetivo de identificar as espécies ocorrentes.

b) Georreferenciamento das áreas de ocorrência de bambu e,

c) Levantamento dendrométricos das espécies, com informações sobre:

- Total de brotos vivos e mortos;
- Total de todos os colmos jovens e maduros da parcela;
- Diâmetro a 1,30m (DAP) de todos os colmos;
- Altura estimada de todos os colmos;
- Medida da espessura da parede do colmo por método não destrutivo;
- Sanidade de todos os colmos mensurados,
- Diâmetro do início da secção da base, secção do meio e secção do topo;
- Comprimento real seguindo curvatura;
- Comprimento linear da base a ponta do colmo;
- Altura do primeiro entrenó;
- Espessura da parede na secção da base, secção do meio e secção do topo;
- Nº de entrenós para base, meio e topo; e,
- Comprimento dos 3 entrenós para baixo e 3 para cima (a partir do meio do colmo).

Ainda foram coletados dados que permitiram a identificação botânica das espécies e nesta etapa foram adotados os seguintes procedimentos:

- Coleta acondicionada em folhas de jornal, anotando-se o número do conglomerado em um dos cantos da folha;
- Caso fosse necessário, dobrar o exemplar em forma de V ou N para que o mesmo fique do tamanho da folha de jornal.
- Para facilitar a secagem, colocou-se entre cada exemplar uma folha extra de jornal para absorver a umidade das amostras;
- Prensagem dos exemplares com o uso da prensa, que foi fechada e apertada por meio de cordas;
- Trocou-se os jornais a cada dois dias, dependendo do teor de água das amostras, até que o material fosse seco a tal ponto de não se dobrar com seu

próprio peso quando suspenso, não esquecendo de copiar as anotações no novo jornal.

3.3. AMOSTRAGEM UTILIZADA

A definição do sistema de amostragem levou em conta o tamanho e as condições de acesso até as áreas inventariadas, as características da população inventariada e a experiência de levantamentos similares na região. As áreas amostrais equivalem a 9 unidades primárias com 4 unidades secundárias para cada um dos 7 municípios inventariados, totalizando 67 conglomerados. Tais amostras foram coletadas em parcelas de 10m x 10m instaladas em cada conglomerado, totalizando uma área de 400 m², por conglomerado.

3.4. TABULAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados de campo foram digitalizados e sistematizados com o uso do software MS-Excel. Já o tratamento estatístico foi realizado utilizando o software de análise de dados SAS – *Software de Analytics & Soluções*. Os intervalos de confiança para as médias e desvio padrão para a variável volume foram calculadas assumindo a distribuição normal, através do PROC UNIVARIATE do SAS 9.4, de acordo com as fórmulas abaixo:

Intervalo de confiança para a média das amostras:

$$\bar{x} - \frac{s}{\sqrt{n}} t_{(0,05;n-1)} \leq \bar{x} \leq \bar{x} + \frac{s}{\sqrt{n}} t_{(0,05;n-1)}$$

Intervalo de confiança para o desvio padrão:

$$s \sqrt{\frac{n-1}{X^2_{(1-\alpha;n-1)}}} \leq s \leq \sqrt{\frac{n-1}{X^2_{(\alpha;n-1)}}}$$

Onde: \bar{x} = média amostral; s = desvio padrão; n = nº de amostras; e, α = nível de significância.

3.5. ESTIMATIVA DA VOLUMETRIA DO BAMBU

Para a estimativa da volumetria foi utilizada a fórmula abaixo, em que foram utilizadas variáveis de espessura e o comprimento do colmo ajustadas às características cilíndricas do bambu.

$$\text{VC (m}^3\text{)} = \frac{3,1416 (\text{EP} \times 2)^2}{4} \times \text{CH} \times 1000$$

Onde: VC = Volume Comercial (m³); EP = Espessura do Colmo (cm); e, CH = Comprimento do colmo (m).

3.6. TAXA DE CONVERSÃO DE BIOMASSA EM CARVÃO

A taxa de rendimento da produção de carvão de bambu, foi de 28,08% por cento, rendimento médio este é próximo ao obtido por GUTIÉRREZ (2015), que varia entre 30,07 e 31,66 % produção de carvão vegetal de *Guadua angustifolia*. Em experimentos que trabalharam a uma temperatura máxima de 550 °C, obtiveram um rendimento de carvão de 32,7 %, também utilizando como matéria prima a espécie para *Guadua angustifolia* e, por fim, Kunth; que também utilizou a mesma espécie obteve um rendimento de carvão de 32%, auma temperatura máxima de 500 °C. Nesta pesquisa foi utilizado a média dos redimentos aferido pelos diferentes autores, ou seja, 30,90%. (Tabela 3).

Tabela 3. Taxa de conversão de biomassa em carvão de bambu

Autor	Taxa aferida de conversão (%)
Gutiérrez (2015)	30,07
Gutiérrez (2015)	31,66
Orthey <i>et al.</i> (1987)	32,70
Gonzales (2002)	32,00
Zamora Bringas (2020)	28,08
Média	30,90

Fonte: Adaptado de Zamora Bringas (2020).

3.7. PARÂMETROS DE TRANSFORMAÇÃO E MONETIZAÇÃO DO ATIVO

Segundo BAYMA et al., (2023a), “na estimativa de ocorrência natural de bambu no Acre, foram identificadas 21,8 bilhões de colmos”, destes esta pesquisa distribuiu 65% do volume para a produção industrial de Compensado, Painéis, Pisos, etc. com uma perda de 5% em função de imperfeições e de material inapropriado e, para a produção de carvão foi considerado os 35% restantes da estimativa, considerando ainda a aplicação do índice de conversão de biomassa em carvão que, segundo Zamora Bringas (2020) é 30,90%. Em relação ao carvão de bambu, Santos *et al.* (2016), relatam que “as espécies de bambu apresentaram características energéticas similares ou superiores em relação ao híbrido de eucalipto, exceto para os teores de materiais voláteis e de cinzas, indicando o seu potencial para o uso como fonte de energia”.

O valor da matéria prima no mercado pago pela indústria foi estimado em 33% de 1 dólar por unidade colmo comercializada para a exploração comercial. Lembrando que neste ensaio, está sendo considerado o valor do colmo *in loco*, na forma de matéria prima a se ser explorada, devendo se agregada ao custo do produto final os valores referentes aos demais itens de transformação, ou seja, exploração, industrialização e demais custos comerciais.

3.8. MODELO GERAL DE EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS RENOVÁVEIS

De acordo com ENRÍQUEZ (2010), “de forma análoga aos recursos não-renováveis, o modelo geral de exploração dos recursos renováveis se baseia no “princípio do máximo”, introduzido pelo pensamento neoclássico, cujo objetivo é conhecer as condições para se alcançar o “ótimo econômico”, onde o produtor obtém o melhor benefício - o lucro máximo. Dessa forma, o estoque (“x”) de um recurso (“G”), em qualquer tempo (“t”) é resultante da diferença entre a sua taxa natural de recomposição no tempo e sua taxa de exploração de no tempo, tal como indicado na expressão abaixo:

$$(1) \quad \dot{x} = G(x(t)) - h(t)$$

Onde: x = estoque do recurso G em qualquer tempo t

G(x(t)) = taxa natural de recomposição de x *

h(t) = taxa de utilização de x**

* A taxa natural de recomposição de bambu em florestas nativas e plantadas, segundo Londoño (2017), se atinge em florestas nativas aos 5 anos e em florestas plantadas entre 10 e 12 anos.

** A taxa de utilização será uma relação inventariada de apenas colmos maduras, preservando assim, para a regeneração, colmos do tipo broto e jovens.

O lucro (π), obtido a partir do uso desse recurso, é expresso pela equação (2) que indica que ele é decorrente da taxa de recomposição e da taxa de utilização do recurso, ao longo do tempo, como abaixo:

$$(2) \quad \pi = \pi [x(t); h(t); t]$$

O programa de otimização maximizou a equação (2), sujeito às barreiras impostas pela equação (1). Otimizando-se a função, a partir dos procedimentos matemáticos adequados relacionados à regra de produtividade marginal da acumulação ótima do capital, na qual a produtividade marginal de G'_x é igual à taxa de desconto:

$$G'_x = \frac{\pi'_x}{\pi'_h} = \delta$$

Onde: δ = taxa de desconto.

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DAS OCORRÊNCIAS DE *GUADUA* SPP. NO ESTADO DO ACRE, COM BASE NOS INTERVALOS DE CONFIANÇAS

Na amostra inventariada foram identificadas 7 das tipologias com a ocorrência de *Guadua* spp. distribuídas ao longo do estado, com a presença de *Guadua weberbaueri* em todos os municípios e em 6 tipologias diferentes, e apresentando um melhor gradiente de distribuição e variação das espécies em Feijó-AC, onde foram identificadas três espécies, sendo ainda, o único município em que foi localizado *Guadua angustifolia*, em 34% da área inventariada, e ainda que, somente nos municípios de Feijó-AC e Porto Acre-AC, foi registrada também a ocorrência de *Guadua sacocarpa*, (Tabela 4).

Tabela 4. Número de colmos e volumetria de volume de bambu por tipologia e espécie.

<i>Guadua</i> Spp.	Tipologia Florestal	Variável	Intervalo de Confiança da amostra*
<i>weberbaueri</i>	FAB-Aluvial	n° de colmos (ind.)	9,32 ≤ 11,25 ≤ 13,18
		v. total (m ³)	0,07 ≤ 0,29 ≤ 0,52
	FABD	n° de colmos (ind.)	0,00 ≤ 15,15 ≤ 39,44
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,65 ≤ 2,39
	FAB+FAP	n° de colmos (ind.)	0,00 ≤ 14,10 ≤ 32,71
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,32 ≤ 0,85
	FAB+FAP+FD	n° de colmos (ind.)	2,14 ≤ 13,00 ≤ 23,86
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,85 ≤ 1,81
	FAP-Aluvial	n° de colmos (ind.)	0,00 ≤ 10,88 ≤ 25,50
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,27 ≤ 0,72
	FAP+FAB	n° de colmos (ind.)	0,00 ≤ 15,00 ≤ 37,86
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,70 ≤ 2,47
<i>sarcocarpa</i>	FABD	n° de colmos (ind.)	0,00 ≤ 6,00 ≤ 13,25
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,19 ≤ 0,49
	FAB+FAP	n° de colmos (ind.)	3,50 ≤ 4,24 ≤ 4,98
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,07 ≤ 0,16
	FAP-Aluvial	n° de colmos (ind.)	0,00 ≤ 5,00 ≤ 11,06
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,12 ≤ 0,27
	FAP+FAB	n° de colmos (ind.)	0,00 ≤ 3,00 ≤ 5,86
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,06 ≤ 0,12
<i>angustifolia</i>	FAP+FAB+FD	n° de colmos (ind.)	2,28 ≤ 10,33 ≤ 18,38
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,39 ≤ 1,37
		n° de colmos (ind.)	0,54 ≤ 9,91 ≤ 19,28
		v. total (m ³)	0,00 ≤ 0,72 ≤ 1,91

* Ocorrência acumulada por tipologia e espécies em parcelas de 0,01 hectare.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.2. RESULTADO DE IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA E ESTADO VEGETATIVOS DAS ESPÉCIES

Através do material coletado em campo, as seguintes espécies foram identificadas no estado do Acre, no âmbito desta pesquisa, sendo elas: 1. *Guadua weberbaueri*; 2. *Guadua sarcocarpa*; e, 3. *Guadua angustifolia*. (Figura 8).

Figura 8. Aspectos botânicos das espécies identificadas, (da Esquerda para a direita, temos: a) *Guadua angustifolia*, b) *Guadua weberbaueri* e c) *Guadua sarcocarpa*).



Fonte: Funtac.

Em relação ao estágio de maturidade no momento da realização do inventário, foi identificado que aproximadamente 30% da amostra encontrava-se em fase de crescimento e o restante, ou seja, aproximadamente 70% das espécies estavam em fase adulta, aptas para exploração comercial. A predominância de tais índices se dá prioritariamente em função do *Guadua weberbaueri*, no entanto, um olhar mais atencioso na Tabela 5, se observa que o *Guadua angustifolia* estava em sua grande maioria maduro e em relação ao *Guadua sarcocarpa*, o mesmo estava com aproximadamente metade em fase de crescimento e a outra metade maduro.

Tabela 5. Estágios de desenvolvimento das espécies de bambu na amostra de campo.

<i>Guadua</i> Spp.	Brotos e jovens	Maduro
<i>G. Angustifolia</i>	8,20%	91,20%
<i>G. Sacocarpa</i>	51,73%	49,27%
<i>G. Weberbaueri</i>	29,70%	70,70%
Média	29,61%	70,39%

Fonte: Dados da pesquisa.

Em seguida, analisando a composição da estimativa em que foi identificada a ocorrência de bambus maduros, os mesmos foram contabilizados de acordo com o seu estágio de sanidade. A tabela 6, apresenta tais informações, lembrando que para efeito de exploração comercial, os bambus doentes, foram considerados como insumo para a produção de energia (carvão), otimizando desta forma a utilização total da oferta de biomassa neste estágio de maturidade.

Tabela 6. Estágio de sanidade das espécies de bambu na amostra de campo.

<i>Guadua</i> Spp.	Sadio	Doente
<i>G. Angustifolia</i>	87,20%	12,80%
<i>G. Sacocarpa</i>	72,11%	27,89%
<i>G. Weberbaueri</i>	71,30%	28,70%
Média	76,87%	23,13%

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com os parâmetros dendrométricos para a população de bambu em área de floresta na região centro-oeste do estado do Acre, e ainda atendendo a aplicação de filtros com critérios de seleção em que se excluíram os “brotos” da amostra, se pode observar na figura 2 que, em relação aos dados do *G. weberbaueri*, que mesmo com predominância de espessuras de camadas em sua grande maioria inferiores às demais espécies, na amostra foram identificadas espessuras aproximadas a 23mm, incorrendo em uma maior amplitude de media, leitura que influenciou a média da espécie para aproximadamente 13,5 mm. No entanto a espécie com maiores espessuras médias foi o *G. sacocarpa* seguido pelo *G. Angustifolia*. (Tabela 7).

Tabela 7. Dados dendrométricos do *Guadua* spp. inventariado no estado do Acre.

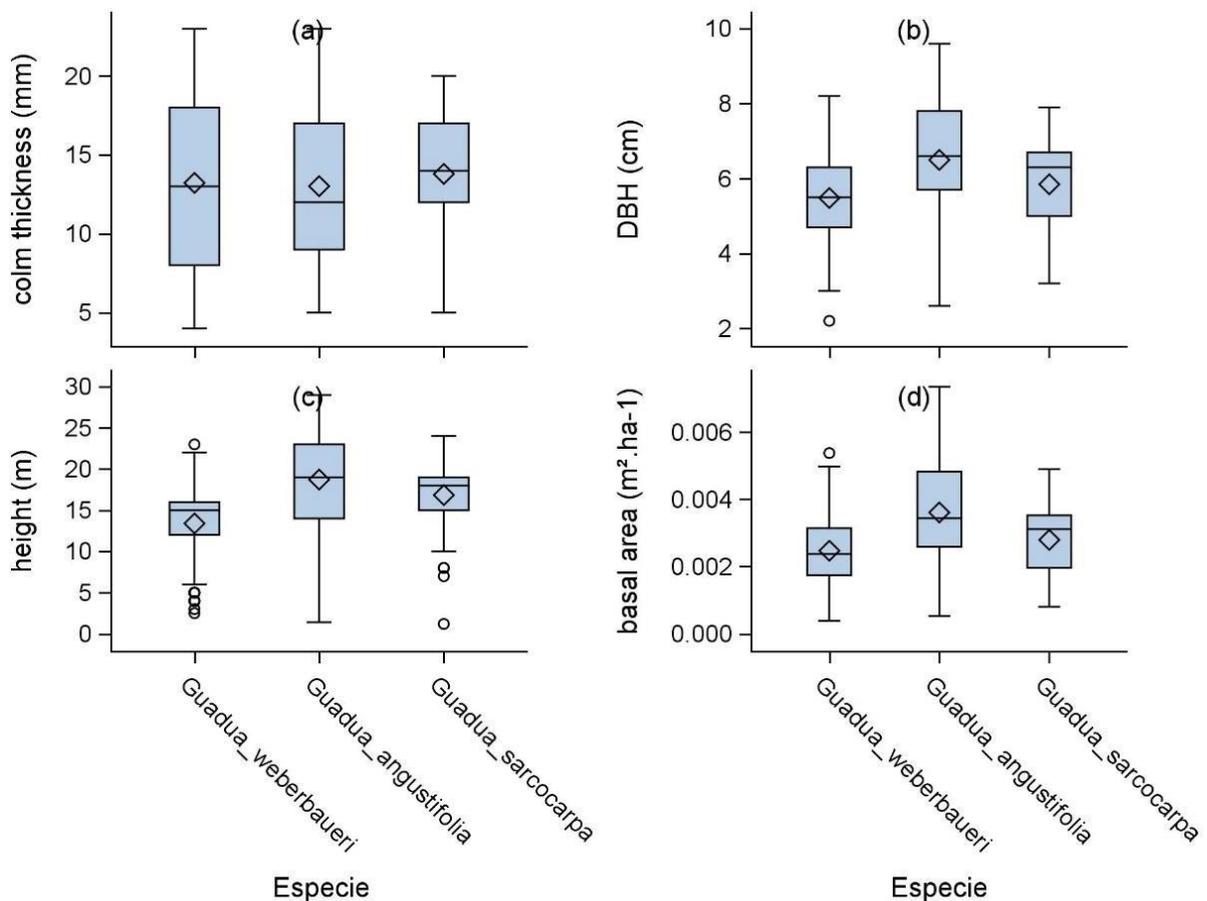
<i>Guadua</i> Spp.	DAP (cm)			Altura Estimada (m)			Espessura da Parede (cm)		
	Min	Média	Max	Min	Média	Max	Min	Média	Max
<i>Angustifolia</i>	2,60	6,42	9,60	7,00	18,61	29,00	0,50	1,27	2,30
<i>Sacocarpa</i>	2,30	4,14	6,50	1,20	12,33	17,00	0,30	0,81	1,20
<i>Weberbaueri</i>	2,30	5,56	9,74	3,00	14,93	24,00	0,30	1,09	2,30

Fonte: Dados da pesquisa.

No caso de *Guadua angustifolia*, observou-se destaque em relação ao diâmetro à altura do peito - DAP e à altura, chegando a 29 m e a 9,60 cm, respectivamente, seguido pela *Guadua sacocarpa* que apresenta a segunda maior média em relação ao DAP e à altura e, por fim seguem os dados do *Guadua weberbaueri*, onde foram identificados DAP médios com diâmetros inferiores a 6 cm e altura média de aproximadamente 15m.

Na volumétrica da amostra, ocorre a predominância do *Guadua weberbaueri*, por ser a espécie de maior ocorrência no estado e, pelo fato de terem sido identificados colmos com espessuras maiores em relação à demais espécies, mesmo que em uma quantidade inferior que as demais. (Figura 9).

Figura 9. Índices dendrométricos gerais das espécies de bambu inventariadas no Acre.



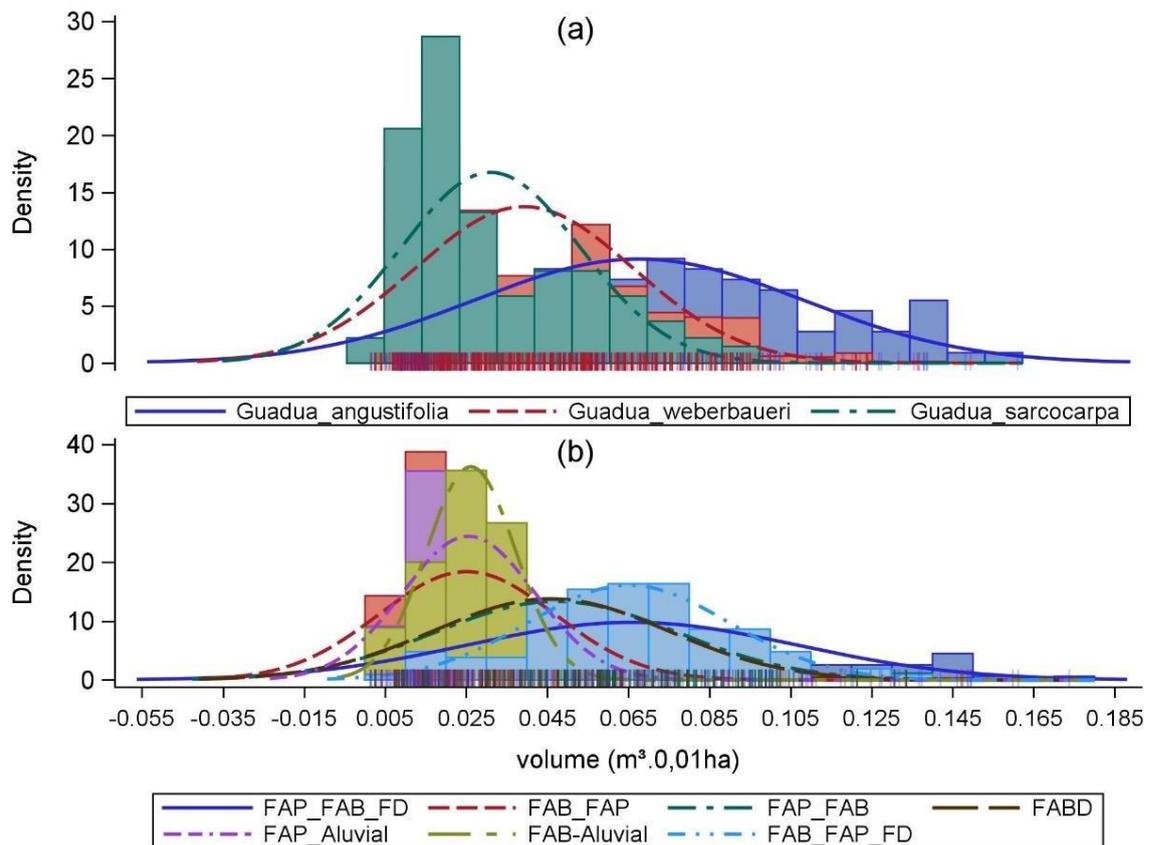
Fonte: Dados da pesquisa.

4.3. ESTIMATIVA DE VOLUMETRIA COM BASE NAS TIPOLOGIAS

Analisando a densidade das espécies por tipologia florestal, observa-se que o *Guadua angustifolia*, tem ocorrência em 49% na tipologia FAP+FAB+FD e, fenômeno aferido apenas no município de Feijó-AC, totalizando 2,1 bilhões de colmos e um volume de 155 milhões de m³.

Seguindo a ordem de ocorrência das médias unitárias, na Figura 10a se observa que o *Guadua sacocarpa* apresentou maior ocorrência, seguido pelo *Guadua weberbaueri* e, por fim, pelo *Guadua angustifolia*, sendo este último o que apresentou menor ocorrência em todas as tipologias dentro do intervalo de confiança. No gráfico abaixo, estão as curvas de distribuição com as suas respectivas densidades e volumes em função da ocorrência de *Guadua* spp. por tipologia.

Figura 10. Curvas de distribuição por tipologia e por espécies de *Guadua* inventariadas.



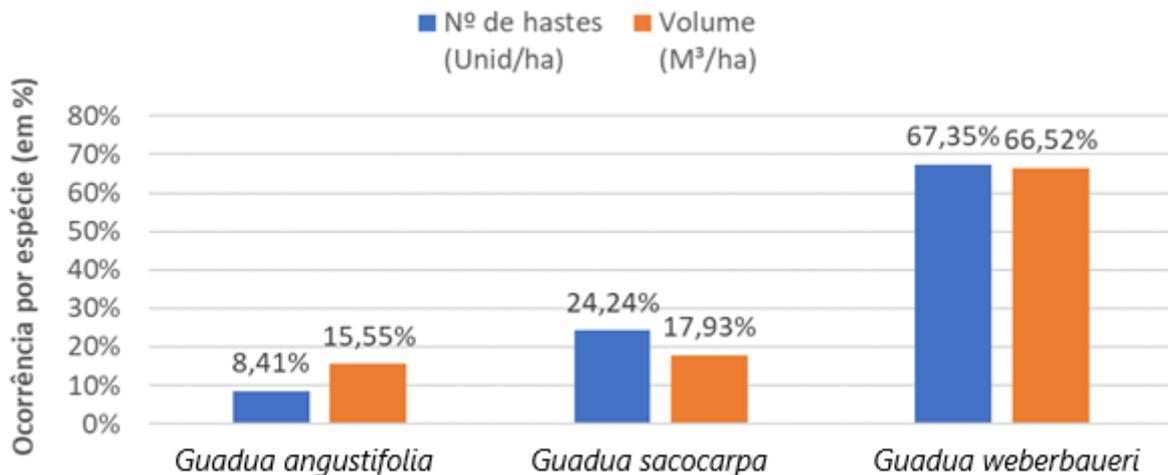
Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 10b, em relação ao *Guadua sacocarpa*, foi aferida a sua ocorrência em 5 tipologias diferentes, apresenta destaques para as tipologias FAP+FAB+FD (51%), FAP-Aluvial (31%) e FABD (28%), de predominância na tipologia, respectivamente, totalizando 6,1 bilhões de colmos e 168 milhões de m³. Já *Guadua weberbaueri*, apresentou 100% de predominância nas tipologias FAB-Aluvial e FAB+FAP+FD, e com relativa participação de

ocorrência nas tipologias FAP+FAB, FABD+FAP e FABD, 83%, 77% e 72%, sendo que não foi registrada a ocorrência da espécie na tipologia FAP+FAB+FD.

Com base nos resultados estatísticos e considerando apenas o volume apropriado para a efetiva exploração comercial, foi identificada a disponibilidade por espécies no estado em m³, onde se pode observar que o índice médio de aproveitamento do *Guadua weberbaueri* é de 66,52%, seguido pelo *Guadua sacocarpa* (17,93%) e, pelo *Guadua angustifolia* (15,55%), Figura 11.

Figura 11. Estimativa de nº de colmos e de volumetria média por espécies de bambu do gênero *Guadua* no estado do Acre.

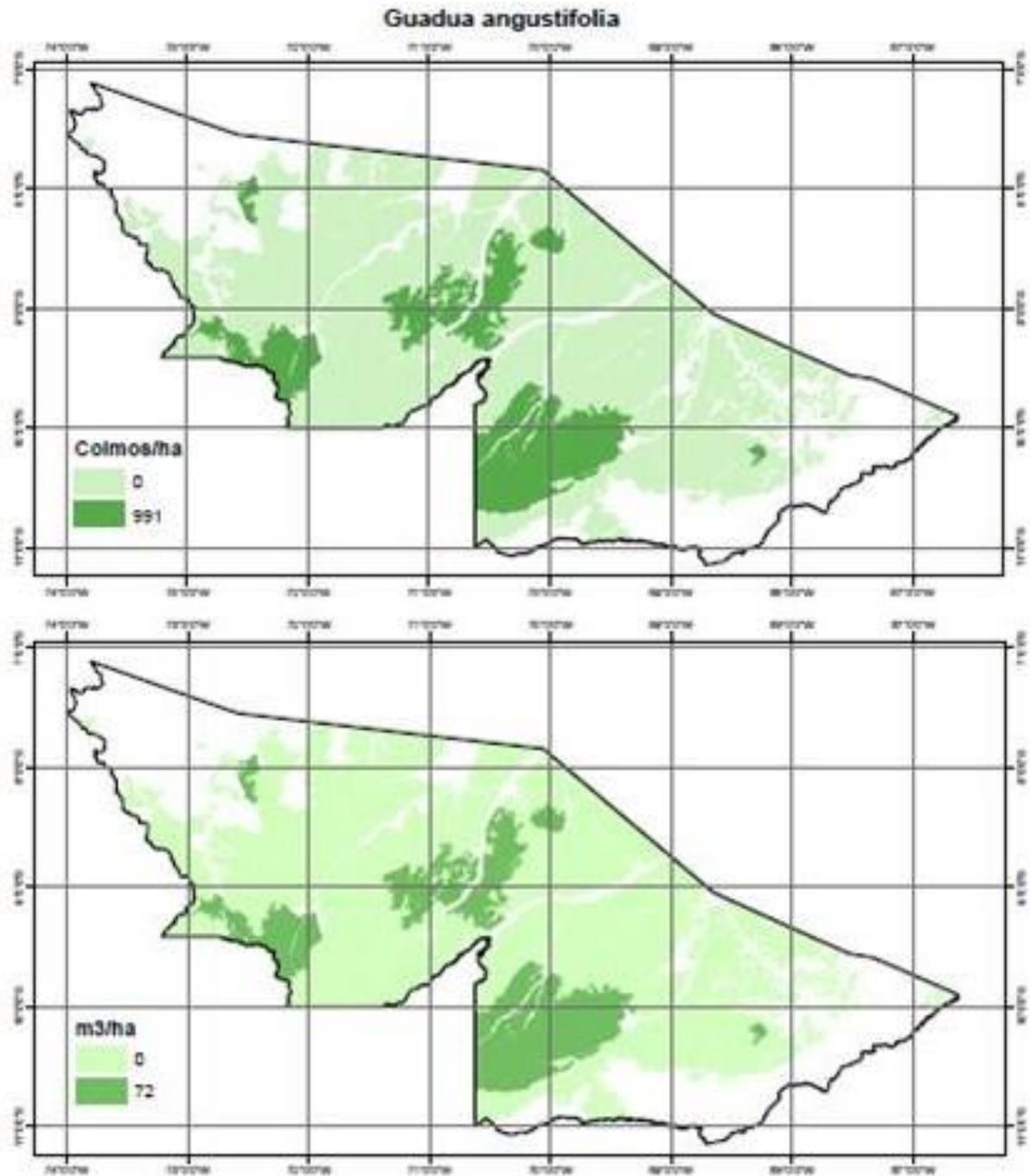


Fonte: Dados da pesquisa

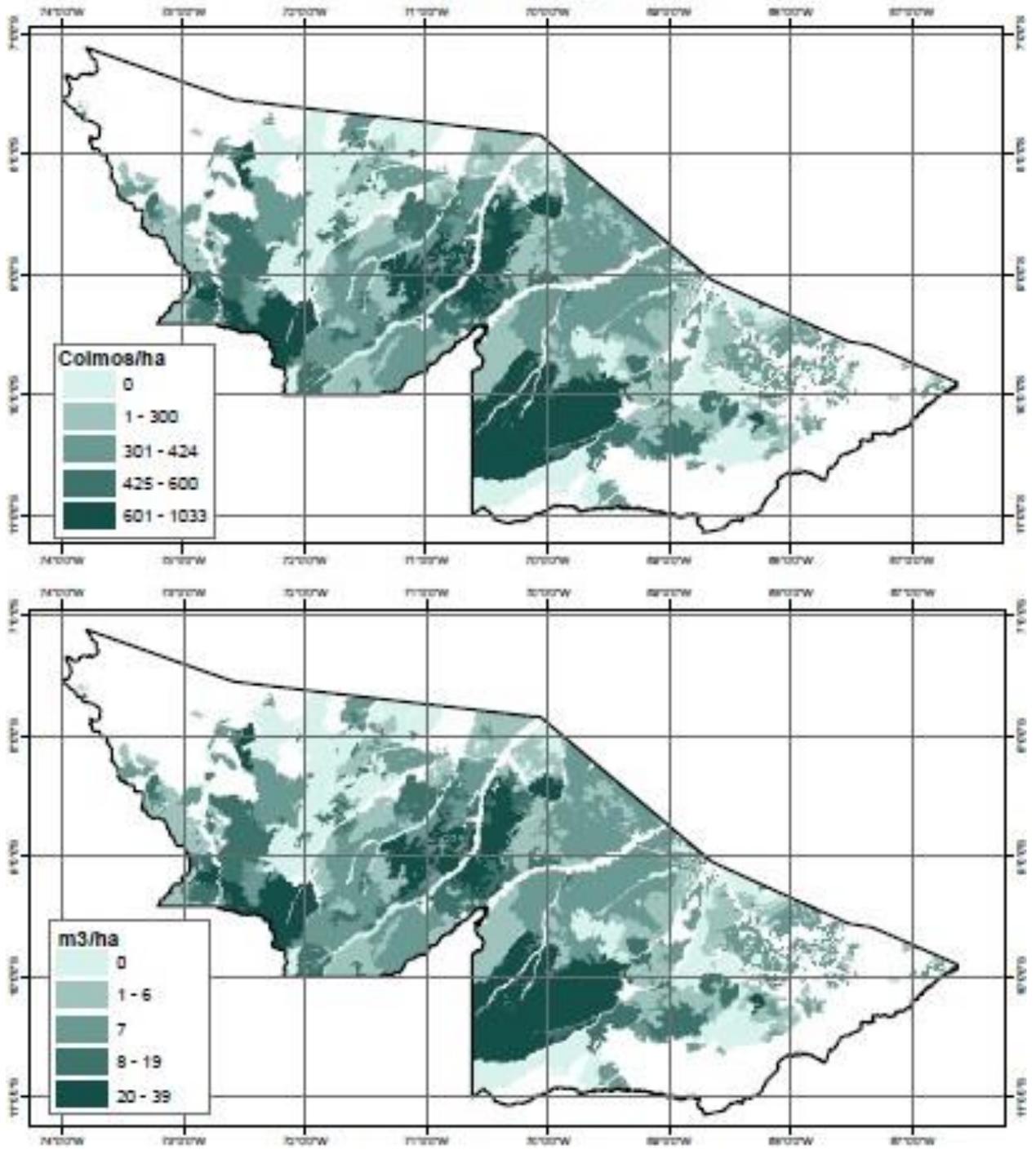
Para facilitar a visualização da ocorrência de número de colmos e da volumetria média por hectare agrupados por espécies, foi construída a Figura 11, onde se pode observar que, em relação ao número de colmos por hectare, o *Guadua angustifolia* é a espécie com menor ocorrência, podendo chegar até a 991 colmos por hectare, seguido pelo *Guadua sacocarpa* com ocorrência máxima de 1.033 colmos por hectare e, por fim a maior incidência de colmos é dado pela espécie *Guadua weberbaueri* na qual obteve-se um limite superior de até 1.515 colmos por hectares.

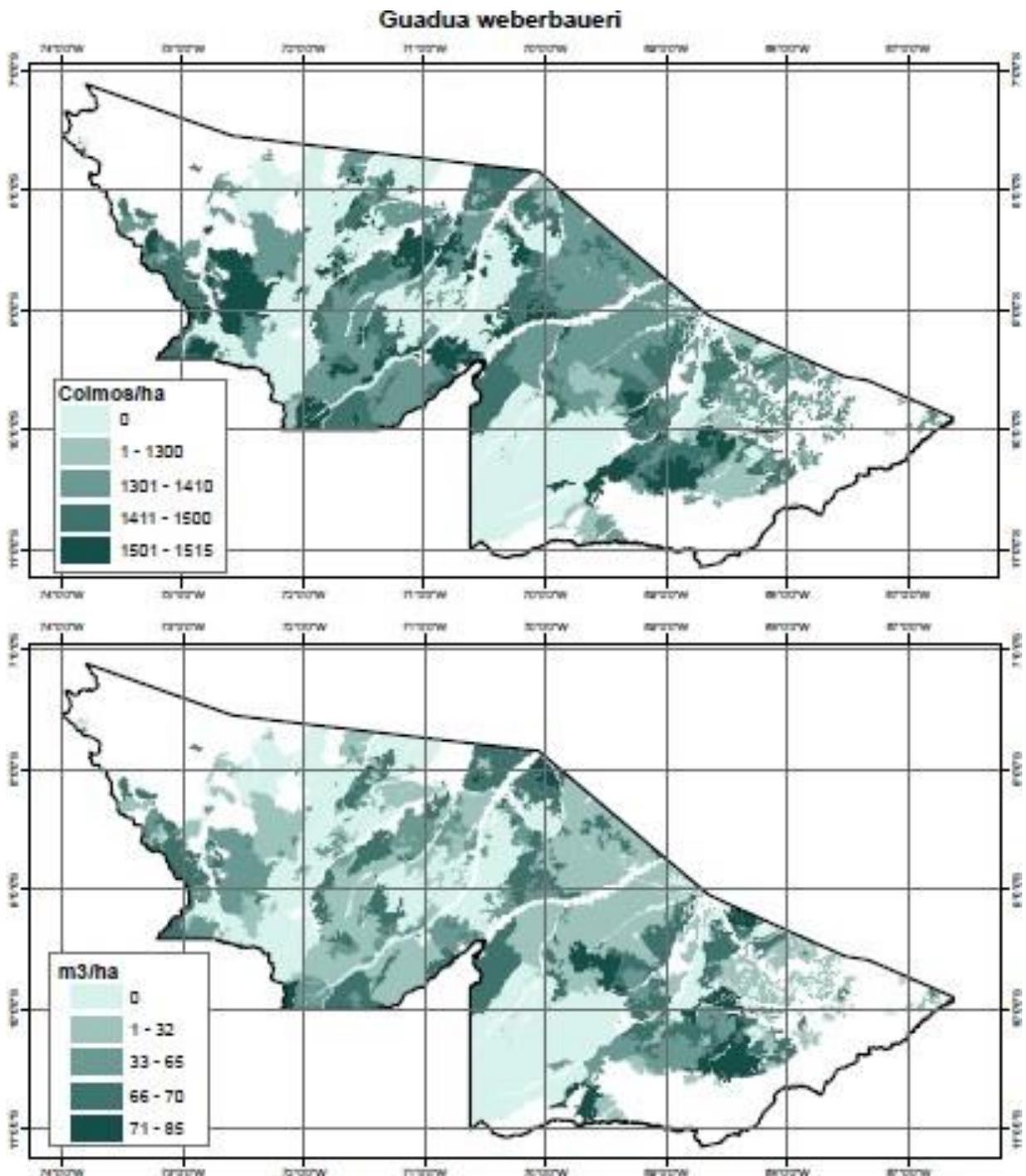
Já em relação aos volumes médios de volume de bambu por hectare, o *Guadua angustifolia* apresentou maiores volumes médios, chegando a até 72 m³/ha, seguido do *Guadua weberbaueri* e do *Guadua sacocarpa*, com limites superior de até, 35 e 89 m³, respectivamente.

Figura 12. Espacialização de número de colmos e volume de bambu em m³, por espécie de ocorrência no Estado do Acre (*Guadua angustifolia*, *Guadua sacocarpa* e *Guadua weberbaueri*).



Guadua sarcocarpa



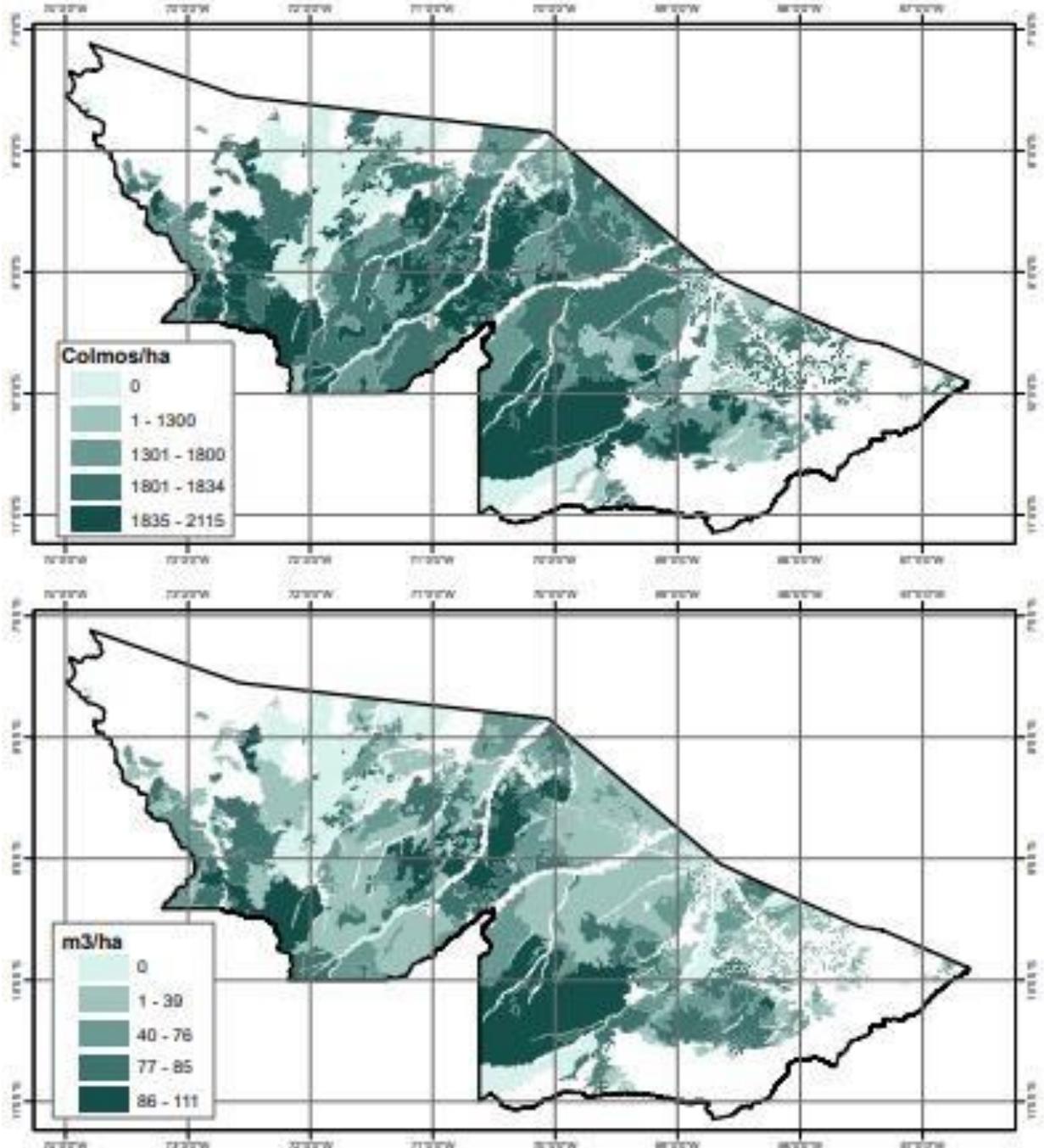


Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a espacialização geral acumulada do número médio por hectare, de colmos e volume de bambu por tipologia no Estado do Acre, é possível observar que a amplitude de ocorrência de colmos por hectare altera consideravelmente, podendo chegar a até 2.115 colmos, com concentração nas áreas mais remotas e menos antropizadas, como por exemplo, entorno da Reserva Extrativista Chico Mendes e região ao alto rio Iaco, médio Purus, e alto Murú e Tarauacá.

Já em relação ao volume de bambu no estado, foi estimado que o mesmo pode chegar em até 111 m³ de volume de bambu nas regiões acima descritas, sendo que a maior distribuição está concentrada nos intervalos que variam entre 40 e 85 m³ por hectare em média, (Figura 13).

Figura 13. Espacialização de ocorrências de colmos e volume de bambu em m³ por tipologias florestais no Estado do Acre.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para o cálculo das estimativas totais, do número de colmos e do volume de bambu para o estado do Acre, Brasil, foram realizadas multiplicações dos índices médios do intervalo de confiança de cada parcela (100m²) pela área equivalente a um hectare e em seguida pela área total das tipologias. Com base nesta modelagem e, considerando um intervalo de 95%, os resultados apontam para uma estimativa total ocorrência no Estado do Acre, Brasil, de aproximadamente 21,8 bilhões de colmos e 800,1 milhões de m³ de bambu, sendo que tais volumes estão distribuídos por tipologias florestais e espécies do gênero *Guadua* na Tabela 8, abaixo.

Tabela 8. Estimativas totais do número de colmos e volumetria (em m³) por tipologia e espécies de *Guadua* spp. no Estado do Acre.

<i>Guadua</i> Spp. / Tipologia Florestal	<i>G. angustifolia</i>		<i>G. sarcocarpa</i>		<i>G. weberbaueri</i>	
	Nº de colmos (Mil Unid.)	Volume (Mil M ³)	Nº de colmos (Mil Unid.)	Volume (Mil M ³)	Nº de colmos (Mil Unid.)	Volume (Mil M ³)
FAB - Aluvial	-	-	-	-	201.375	5.191
FAP - Aluvial	-	-	468.050	11.233	1.018.477	25.275
FAB + FAP	-	-	1.719.150	28.382	5.716.986	129.747
FAB + FAP + FD	-	-	-	-	779.220	50.949
FABD	-	-	987.300	31.265	2.492.933	106.958
FAP + FAB	-	-	677.370	13.547	3.386.850	158.053
FAP + FAB + FD	2.138.479	155.369	2.229.111	84.158	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Em se pensando na oferta do bambu para a produção de placa de bambu e tendo a parte residual o aproveitamento para a produção de energia, na forma de carvão, toda a oferta natural estimada no Acre por BAYMA et al. (2023a), pode ser utilizada gerando renda e ao mesmo tempo mitigando o impacto florestal na Região, uma vez que tais produtos são bens substitutos a produtos similares produzido com uso de madeira.

4.4 ESTIMATIVA DE VALOR DE MERCADO PARA OS DERIVADOS DE BAMBU SEREM DESTINADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL, MOVELARIA E À PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Em se pensando na oferta do bambu para a produção de placa de bambu e tendo a parte residual o aproveitamento para a produção de energia, na forma de carvão, toda a oferta natural estimada no Acre por BAYMA et al. (2023b), pode ser utilizada gerando renda e ao mesmo tempo mitigando o impacto florestal na Região, uma vez que tais produtos são bens substitutos a produtos similares produzido com uso de madeira.

De toda forma, o desafio seria a viabilização da exploração comercial de forma sustentável ambientalmente e viável economicamente. Pois, há de se considerar os desafios de exploração de toda esta oferta natural no estado do Acre, uma vez que diversos são os desafios logísticos. Seguindo os critérios de classificação de colmos apropriadas para a comercialização e com base nos inventários florestais realizados, foram estimados, a preço de matéria prima nativa a ser explorada, de acordo com parâmetros de aferição de volumes e extrapolados de acordo com modelos estatísticos e possíveis demandas mercadológicas (Tabela 9).

Tabela 9. Estimativa de valores para o bambu nativo comercializado como matéria prima para a produção de placas e de carvão vegetal nas diferentes tipologias no Acre(em mil dólares)

<i>Guadua</i> spp. / Tipologia Florestal	Painéis (Em mil US\$)	Carvão vegetal e/ou Biochar (Em mil US\$)	Totais (Em mil US\$)
FAB + Aluvial	41.035	7.187	48.222
FAP + Aluvial	302.917	53.053	355.970
FAB + FAP	1.515.299	265.392	1.780.691
FAB + FAP + FD	158.786	27.810	186.596
FABD	709.184	124.208	833.392
FAP + FAB	828.186	145.050	973.236
FAP + FAB + FD	890.006	155.877	1.045.883
Totais	4.445.413	778.577	5.226.990

Fonte: BAYMA (2023).

Com base nos dados apresentados, BAYMA et al. (2023b) estimou que, a oferta natural de bambu a ser destinada como matéria prima para a produção de placas de bambu, tem um valor total estimado de 4,4 bilhões de dólares, de acordo com os preços praticados no mercado internacional e no cenário local. E para a produção de carvão de bambu, considerando que no inventario realizado foi estabelecida a utilização de 35% do volume total da biomassa do estado, teve seu volume estimado em 778,5 milhões de dólares.

4.5 ALINHAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS NESTA PESQUISA COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – ODS, DA ONU.

Com base nos resultados desta pesquisa, foi possível identificar alinhamento com os seguintes objetivos de desenvolvimento sustentável – ODS:

ODS 8 - Trabalho decente e crescimento econômico: Ao avaliar o potencial econômico da exploração de bambu *Guadua* nativo, a tese pode ajudar a identificar oportunidades de crescimento econômico sustentável para a região. Isso pode levar à geração de empregos decentes e promover a inclusão social na Amazônia.

ODS 9 - Indústria, inovação e infraestrutura: A tese pode contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas para a exploração sustentável do bambu Guadua nativo. Isso pode impulsionar a inovação na indústria e promover o crescimento sustentável da infraestrutura na região.

ODS 12 - Consumo e produção responsáveis: Ao estimar a cubagem e valoração do potencial econômico da exploração de bambu Guadua, a tese promove o uso responsável dos recursos naturais. Isso pode incentivar práticas de consumo sustentáveis e reduzir o desperdício na produção.

ODS 15 - Vida terrestre: A tese pode contribuir para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais, já que propõe uma estimativa do potencial econômico da exploração de bambu Guadua nativo. Isso pode levar a uma gestão mais sustentável dessas espécies, ajudando a preservar a biodiversidade local.

5. DISCUSSÃO

A alta ocorrência natural de bambu no Acre, de acordo com alguns resultados de pesquisa, tem se apresentado como um problema, desta forma, HECHENBERGER et al. (2022), escreveram sobre os danos físicos causados pelo bambu (*Guadua weberbaueri* Pilg.) em espécies arbóreas e implicações para a exploração madeireira em Floresta Ombrófila Aberta com Bambu no leste do Acre, segundo eles, “a presença do bambu causa danos em indivíduos arbóreos, comprometendo a densidade, o volume e a qualidade do fuste dos mesmos, tem implicações para a exploração sustentável de madeira em florestas nas quais ele está presente e irá demandar o desenvolvimento de práticas de manejo visando minorar os impactos negativos observados”.

Já, FERREIRA (2014), relatou que “as florestas com bambu no sudoeste da Amazônia são formações que demandam extremo cuidado durante as intervenções para a exploração de seus recursos florestais, especialmente a exploração madeireira, pois o bambu, por sua agressividade e rapidez na colonização de novos espaços no interior da floresta, pode comprometer a regeneração natural de outras espécies e alterar a estrutura e a composição florística. E ainda que, O fato das florestas com bambu serem do tipo abertas as tornam naturalmente muito mais suscetíveis ao fogo do que outras formações florestais amazônicas, como as florestas densas”.

Tais cenários são presentes e realistas em relação a esta alta incidência de florestas com bambu e precisam ser visto como uma oportunidade de geração de emprego, renda e melhoria social para as populações locais e, outrossim, ao mesmo tempo, como uma oportunidade de mitigação de tais apontamentos, a ser solucionado com a implantação de sistemas extrativos e produtivos de bambu no estado do Acre.

Em relação à ocorrências de espécies do gênero *Guadua* no estado do Acre, os resultados desta pesquisa, corroboram com os resultados descritos por Silveira (2001), “no Acre, *Guadua weberbaueri* Pilger e *G. sarcocarpa* Londoño & Peterson apresentam uma distribuição ampla, ocorrendo frequentemente nos interflúvios tabulares. *G. superba* Huber restringe-se às florestas temporariamente alagadas ou à áreas de drenagem deficiente, enquanto *G. angustifolia* Kunth apresenta uma distribuição mais restrita”. Uma vez que nas amostras avaliadas, foram identificadas três espécies das quatro espécies descritas acima, sendo elas o *Guadua angustifolia* (presentes em 9,80% das unidades amostrais) e, o *Guadua sarcocarpa* e o *Guadua weberbaueri*, presentes em 27,87% e 62,32% das unidades amostrais, respectivamente.

Dentre tais espécies identificadas, para o *Guadua sarcocarpa* e o *Guadua weberbaueri*, registrados no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira – SIBBR e são

vulgarmente identificados como “taboca”, por apresentarem características não apropriadas para a industrialização de alguns produtos mais “nobres” como o Bambu Laminado Colado (BaLC).

Conforme descrito por ALMEIDA (2017), “no processo industrial envolvendo uso do bambu laminado colado (BaLC) é necessário que os colmos sejam apropriados à produção da ripa devendo apresentar: a. espessura de parede acima de 15mm b. comprimento da peça acima de 120cm, c. diâmetro superior a 140mm, d. distância mínima dos entrenós de 300 mm e não devem apresentar deformações nem fissuras.” Características estas que estão presentes no *Guadua angustifolia*. De toda forma, e com exceção de alguns produtos mais específicos, todo esse máximo relatado amplamente na literatura, pode ser absovido pela indústria tanto madeireira, quanto da construção civil e ainda para a produção de biochar ou carvão vegetal. A depender de um modelo específico de uma cadeia produtiva a ser estabelecida na região.

Em relação ao *Guadua angustifolia*, o mesmo foi caracterizado como “uma espécie de bambu lenhoso de América Central e América do Sul, nativo da Colômbia, Venezuela e Equador, sendo que os bosques que conformam esta espécie, se localizam principalmente desde o nível do mar até os 2.340 m de altitude, e que seu ótimo desenvolvimento acontece entre os 900-1600 m de altitude, em temperaturas medias de 20-26° C; e é o terceiro bambu mais alto, em excelentes condições chega a alcançar alturas de 35 m e 25 cm de diâmetro. (LIMA et al. 2014).

O crescimento rápido do bambu é uma vantagem significativa, pois pode ser colhido em apenas alguns anos, em comparação com outras árvores que levam décadas para amadurecer. Além disso, o bambu é um recurso renovável, pois ao ser cortado, rebrota rapidamente, retroalimentando a cadeia produtiva. A espécie de bambu reconhecida a nível mundial como uma das mais importantes para a construção, graças a sua capacidade para absorver energia e admitir uma maior flexão, tornasse assim um excelente material para construções sismo-resistentes e com altíssimas qualidades para a industrialização e, entre as diferentes espécies de bambu, destaca-se o *Guadua angustifolia*. Desta forma o bambu é o recurso florestal que menos se demora para se regenerar, é versátil, possui múltiplas usos, além de oferecer excelentes benefícios ao meio ambiente; produz bosque invasivo, com excelentes características, entre elas: talos de grande comprimento e diâmetro, talos mais retos com menor índice de conicidade, rápido crescimento, maior resistência mecânica, possibilidade de corte seletivo”. (Figura 14).

Figura 14. Touceira com a ocorrência de *Guadua angustifolia*.



Fonte: Dados da pesquisa

Em relação aos resultados dendrométricos do bambu nativo do Acre a pesquisa identificou que, o caso de *Guadua angustifolia*, observou-se destaque em relação ao diâmetro à altura do peito - DAP e à altura, chegando a 29 m e a 9,60 cm, respectivamente, seguido pela

Guadua sacocarpa que apresenta a segunda maior média em relação ao DAP e à altura e, por fim seguem os dados do *Guadua weberbaueri*, onde foram identificados DAP médios com diâmetros inferiores a 6 cm e altura média de aproximadamente 15 m.

Em relação ao número de colmos e ao volume, os volumes máximos aferidos foram de 2.115 colmos por hectare e volumetria máxima de 111 m³/ha. Já em comparação a dados encontrados em outras literaturas, Kleinn e Morales-Hidalgo (2006), os principais resultados de um inventário dos recursos do *Guadua* spp., na Colômbia, para o número médio de colmos em pé (incluindo brotos e colmos secos) por hectare foi de 6.940 com um diâmetro médio na altura do peito de 10,8 cm, volume de madeira comercial de 304 m³/ ha, biomassa seca em estufa de 311 ton / ha e estoque total de carbono de 156 ton / ha.

Desta forma, em relação à determinação de parâmetros sustentáveis para a extração do bambu nativo do Acre, diferente do que está em vigor atualmente na legislação para licenciamento de exploração de bambu no Acre, em que se observa como fator que deve ser atendido no momento do licenciamento para a exploração do bambu nativo, a quantidade de colmos ocorrentes por parcela ou por qualquer unidade de medida relativa (ACRE, 2017b), e não, a quantidade de colmos em estágio de maturidade no momento da realização do inventário, nesta pesquisa, foi identificado que aproximadamente 30% da amostra encontrava-se em fase de crescimento e o restante, ou seja, aproximadamente 70% das espécies estavam em fase adulta, aptas para exploração comercial.

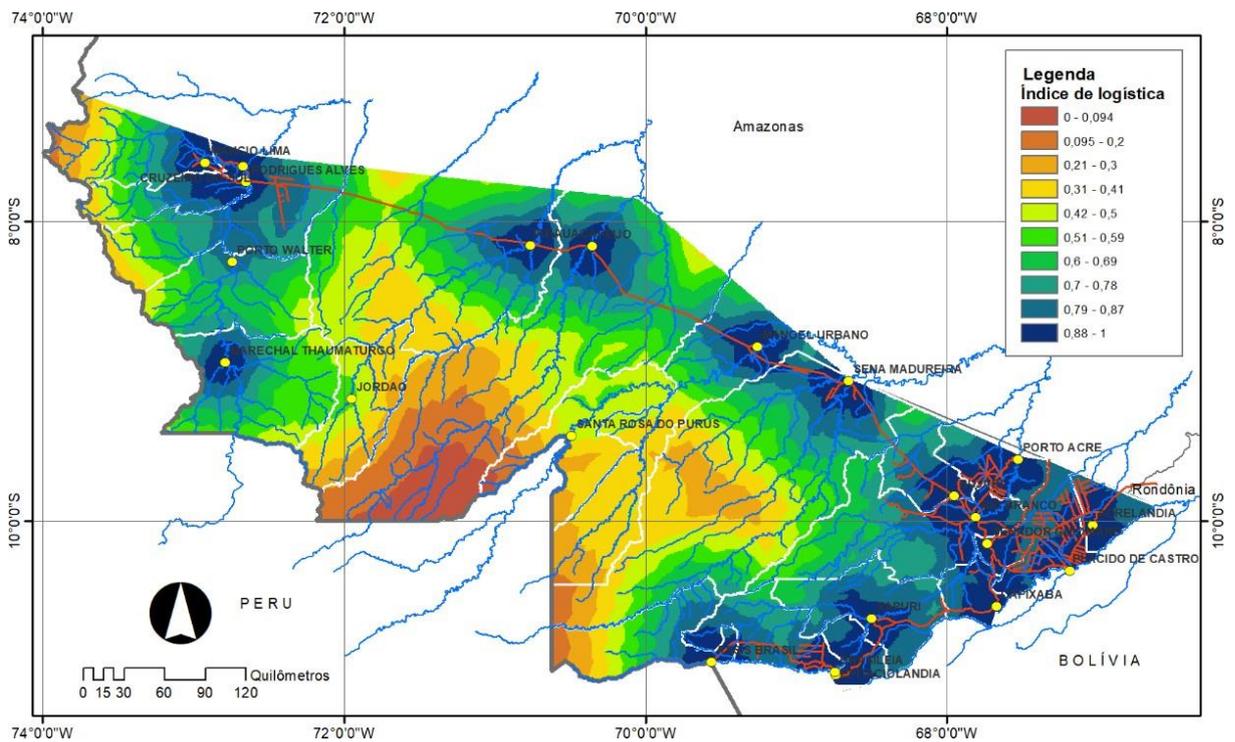
Acredita-se que, a partir desta identificação, efetivamente, se poderá extrair bambu nativo para abastecer o setor produtivo e ao mesmo tempo, constituir para a regeneração da espécie. Lembrando que tais taxas, são variáveis, em função da época do inventário, do tempo de existência do maciço de bambu, do tipo de solo, pluviometria, dentre outros fatores. Considerando ainda que, “a gestão de recursos naturais renováveis e a formulação de políticas correspondentes devem ser baseadas em dados e informações confiáveis. Isso se refere tanto às informações sobre o próprio recurso quanto às informações sobre a situação do mercado.” (KLEINN e MORALES-HIDALGO, 2006).

Nesta pesquisa, ficou estabelecido que, mantendo a preservação de brotos, e com o aproveitamento de todas as colmos jovem e adultas, existem no estado do Acre uma ocorrência estimada de 21,8 bilhões de colmos, equivalentes a um volume total de 800,1 milhões de m³ com potencial para a exploração comercial (BAYMA et al., 2023a).

Um desafio importante em relação ao uso desta biomassa seria a viabilização da exploração comercial de forma sustentável ambientalmente e viável economicamente. Pois, há de se considerar os desafios de exploração de toda esta oferta natural no estado do Acre, uma vez que diversos são os desafios logísticos. Desta feita, CARMO et al., (2017), apresentou um

índice de logística, que varia de zero a 1 (sendo que, quanto mais se aproximar de 1, menores serão custos e desafios de exploração), para a exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, Brasil, em que, considerando fatores de acesso terrestre e fluvial e tipo de relevo, dentre outras variáveis, classificou as melhores áreas para exploração do ativo no estado do Acre (Figura 15).

Figura 15. Índice de logística para a exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, Brasil.

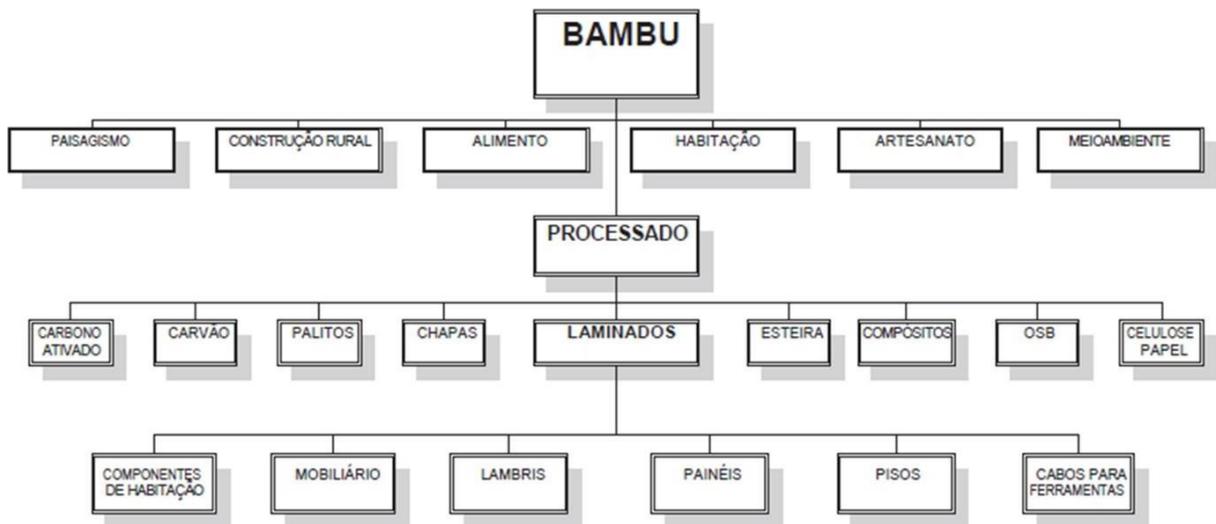


Apesar de apresentar alto potencial devido a densidade de bambu, a tipologia Floresta Aberta com Bambu Dominante apresentou um índice de logística de 0,55, em função da localização das manchas. As duas tipologias de maior potencial (0,75) foram a Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeira e Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeira + Floresta Densa, nas quais as áreas com bambu correspondem a 50% e 40%, respectivamente, apresentando inteligência territorial estratégica para planejar o processo de exploração e transporte. [...] As manchas de maior potencial são pequenas e estão distribuídas nos municípios de Assis Brasil, Brasileia, Acrelândia, Rio Branco, Porto Acre, Sena Madureira, Manuel Urbano, Feijó, Mâncio Lima, Cruzeiro do Sul e Marechal Thaumaturgo. (CARMO *et al.*, 2017).

5.1 POSSIBILIDADES DE USOS COMERCIAIS DO BAMBU NATIVO DO ACRE EM FORMA DE MATÉRIA PRIMA PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, MOVELEIRA E ENERGÉTICA

Segundo ACRE (2017a), que trata do Plano Estadual de Desenvolvimento do Bambu para o estado do Acre, em se tratando do bambu, podemos tomar como referência o formato da cadeia produtiva dos países asiáticos, onde há uma maior tradição no uso dessa matéria prima, com cerca de quatro mil diferentes usos nas áreas de construção, agricultura, artesanato, utensílios domésticos, cultura, artes e atividades diárias. Neste contexto, PEREIRA (2006), demonstrou o fluxo abaixo com as macrospossibilidades de usos e conversões com base na matéria prima do bambu (Figura 16).

Figura 16. Organograma de possibilidade de uso do bambu.



Fonte: Pereira (2006).

5.2 CARBONO ATIVADO/CARVÃO

O *Biochar* é o nome que tem o carvão vegetal quando é empregado como correção para o solo. Ou seja, é biomassa de origem vegetal processada por meio de pirólise. Este uso do carbono tem vindo a ser investigado como forma de sequestrar carbono para reduzir as emissões de dióxido de carbono.

A utilização do *biochar* obtido com o bambu pode ser uma tecnologia social de baixo custo eficiente para a recuperação de solos degradados. O *biochar* consiste em um material carbonáceo produzido a partir da pirólise da biomassa, no caso do bambu, e possui propriedades físicas e químicas benéficas para os solos.

O bambu, por sua vez, é uma planta de rápido crescimento, com alto teor de carbono e facilidade de cultivo, o que o torna uma fonte abundante e acessível de biomassa para a produção de *biochar*. Além disso, o bambu é uma planta perene, resistente a condições adversas

de solo e clima, o que o torna adequado para o cultivo em solos degradados.

O *biochar* obtido com o bambu possui uma série de características que contribuem para a recuperação de solos degradados. Ele possui alta porosidade, o que promove uma melhoria na estrutura do solo, aumentando a capacidade de retenção de água e nutrientes. Além disso, o biochar pode contribuir para o sequestro de carbono no solo, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa. Também pode promover o aumento da atividade microbológica do solo e melhorar a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Existem diversos estudos e pesquisas que têm abordado o uso do biochar obtido com o bambu na recuperação de solos degradados. Um estudo realizado por HAN et al., (2019), investigou o efeito do biochar de bambu na recuperação de solos degradados e concluiu que o biochar de bambu promoveu o aumento da qualidade do solo, melhorando a sua capacidade de retenção de água e nutrientes. Outro estudo realizado por OKTARIA et al. (2020), também mostrou que o biochar de bambu teve efeitos positivos no aumento da capacidade de retenção de água e nutrientes do solo.

Esses estudos evidenciam o potencial do uso do biochar obtido com o bambu como uma tecnologia social de baixo custo para a recuperação de solos degradados. A adoção dessa prática pode promover a restauração de solos em áreas degradadas, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e social.

5.3 CARVÃO VEGETAL

O uso do carvão obtido a partir do bambu como fonte de energia e calor tem sido estudado como uma possível alternativa aos combustíveis fósseis. O bambu é uma planta de crescimento rápido e sua biomassa possui um alto teor de carbono, o que o torna uma opção promissora para a produção de carvão vegetal.

De acordo com DANTAS et al., (2005), o bambu pode servir como insumo para a produção de carvão vegetal e é considerado de excelente qualidade. “O poder calorífico do bambu é igual ou superior às espécies comumente usadas para a obtenção de carvão, como o Pinus e o Eucaliptus, e a sua alta capacidade de renovação caracteriza esta planta como uma importante fonte renovável de energia” (RIBEIRO, 2005).

Uma das principais vantagens do uso do carvão de bambu é o seu potencial como fonte renovável de energia. Como o bambu é uma planta de rápido crescimento, ele pode ser replantado em poucos anos, garantindo a reposição do material utilizado para a produção de carvão. Além disso, o carvão de bambu tem uma maior densidade energética em comparação ao carvão tradicional, o que o torna uma opção eficiente em termos de energia produzida.

O carvão de bambu também pode ser uma alternativa mais limpa em relação ao carvão

mineral, pois possui menores teores de enxofre e cinzas. Isso significa que a queima desse tipo de carvão pode resultar em emissões reduzidas de poluentes atmosféricos, como dióxido de enxofre e partículas finas.

5.4 FORMAS DO BAMBU INDUSTRIALIZADO

Segundo PEREIRA e BERALDO (2008), tantas são as aplicações existentes com o material bambu que seria muita ousadia pretender relatá-las em um único capítulo, ou mesmo em um único livro. Assim, existem resultados de experimentos desenvolvidos por diversos autores no Brasil, contemplando o uso do bambu tanto em sua forma natural como processada, de maneira isolada ou ainda quando combinado com outros materiais de construção. Aspectos tais como a adequação do bambu em artesanato, na fabricação de utensílios domésticos, construções, equipamentos, instrumentos musicais, dentre muitos outros, que puderam ser encontrados na literatura ou em sites específicos sobre o tema.

Segundo RAMOS (2014), para a utilização no design de móveis as formas previamente apresentadas podem ser combinadas e ainda, transformadas através de outros processos, permitindo uma ampla variedade de possibilidades como material, de acordo com as necessidades e requisitos do projeto de design, proporcionando versatilidade ao design de móveis.

Já ORTHEY et al. (2015), reportaram a ocorrência outros de usos e formas aplicadas bambu, que envolve processos industriais com grande aplicação na movelaria e na construção e, sendo que quase todos os processos para a produção das placas de bambu, podem utilizar o bambu nativo do Acre como matéria prima, mesmo considerando que, o padrão de ocorrência dendrométricas dos bambus nativos são bastante desuniformes. (Figura 17).

Figura 17. Produtos industrializados obtidos a partir de do bambu como matéria prima.



Fonte: Orthey *et al.* (2015).

PEREIRA E BERVALDO (2008) descreveram, de forma sucinta, algumas das diversas aplicações do bambu, à qual ela a denominou como a “planta dos mil usos”. Dentre tais aplicações, destacam-se:

- Uso do bambu em sua forma natural, como por exemplo, em composições de paisagismo;
- Tubulações de bambu;
- Moradias de bambu, inclusive com aplicação no uso estrutural destas moradias;
- Bambucreto, reforço do concreto pelo bambu, principalmente em obras secundárias, nas quais o bambucreto não seja submetido a grandes esforços ou quando seja utilizado em vãos de até 3,5 metros;
- Placas cerâmicas armadas com bambu;
- Biokreto – compósitos à base de cimento e bambu particulado;
- Telhas onduladas com uso de partículas de bambu;
- Pisos e placas para calçadas;
- Blocos vazados;
- Bambu Laminado Colado – BaLC
- Chapas de partículas de bambu;
- Chapas de partículas de bambu e resina poliuretana;
- Bambu, resina e fibra de vidro – BRF, o compósito de fibra de vidro e resina vem sendo

pesquisado visando a obtenção de ligações mais eficientes com a introdução do bambu (sendo utilizado bambu traçado e colmos e taliscas);

- Bambu e poliestireno, onde partículas de bambu se mostraram adequadas no papel de reforço de matriz polimérica à base de poliestireno;
- Compósito de bambu e resíduos de borracha.
- Além de móveis e utensílios, dentre outros usos e composições.

Diversos outros autores apresentam soluções desenvolvidas com a utilização de bambu como matéria prima, OSTAPIV (2007), descreve sobre a Produção e uso de materiais compósitos bambu-PET na construção civil popular, segundo ele, o uso combinado de colmos de bambu revestidos com embalagens descartadas de polietileno tereftalato (PET) é uma solução de engenharia importante para a produção de materiais compostos como vigas e painéis, que podem ser usados na construção civil. Para produzir esse tipo de material podem ser usados diferentes tipos de bambus, especialmente as espécies de médio diâmetro como a *Bambusa tuldoides*, facilmente encontrada no território brasileiro. No entanto, embora o potencial do uso do carvão de bambu seja promissor, é importante ressaltar que ainda há desafios a serem superados. Os principais são a eficiência do processo de carbonização do bambu para a produção de carvão e a escala de produção necessária para suprir a demanda por energia e calor. Além disso, é necessário garantir a sustentabilidade do cultivo de bambu, evitando impactos negativos sobre o meio ambiente e a biodiversidade.

Em relação ao mercado global que comercializa produtos à base do bambu, foi identificado que o seu consumo está se tornando cada vez mais consciente, com base na importância da sustentabilidade e do uso de produtos ambientalmente amigáveis. Característica em que o bambu se enquadra perfeitamente, sendo uma opção mais sustentável em comparação com outros materiais, como o plástico e o metal. Assim, o potencial de mercado para o bambu como matéria-prima verde é amplo e diversificado, com possibilidades de crescimento em vários setores. A demanda por produtos sustentáveis está em ascensão e o bambu oferece uma alternativa viável e ecologicamente correta.

Visando a alta demanda de recursos devido à expansão do setor da indústria civil, bem como a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a produção de móveis e geração de energia, o uso da biomassa do bambu, nesse contexto se apresenta como uma matéria prima de baixo custo, baixa energia de produção, alto desempenho e destaca-se por ser um material leve e resistente – quando comparado a outros materiais. “Além disto, seus processos de pré-fabricação contribuem para um canteiro de obras mais limpo e racionalizado, com uma otimização de tempo e recursos”. (ALVES, 2019).

O bambu como fonte de matéria prima para a indústria da construção civil, movelaria

e para a produção de carvão, está com uma demanda crescente no mercado internacional. Somente relacionados ao bambu, existem mais de 18 categorias para tais produtos na base da ONU que concentra estas transações, o UN COMTRADE, é atualmente um dos maiores repositórios de dados do comércio internacional do mundo. Ele contém mais de 3 bilhões de registros de dados disponível publicamente na internet, com registro desde o ano de 1962.

Nesta base todos os valores das mercadorias são convertidos das moedas nacionais para dólares americanos, usando as taxas de câmbio fornecidas pelos países repórteres ou derivadas das taxas mensais do mercado e do volume de negócios. As quantidades, quando fornecidas com os dados do país relator e quando possível, são convertidas em unidades métricas e, por fim, todos os produtos possuem um código centralizador, o código HS (tabela 10).

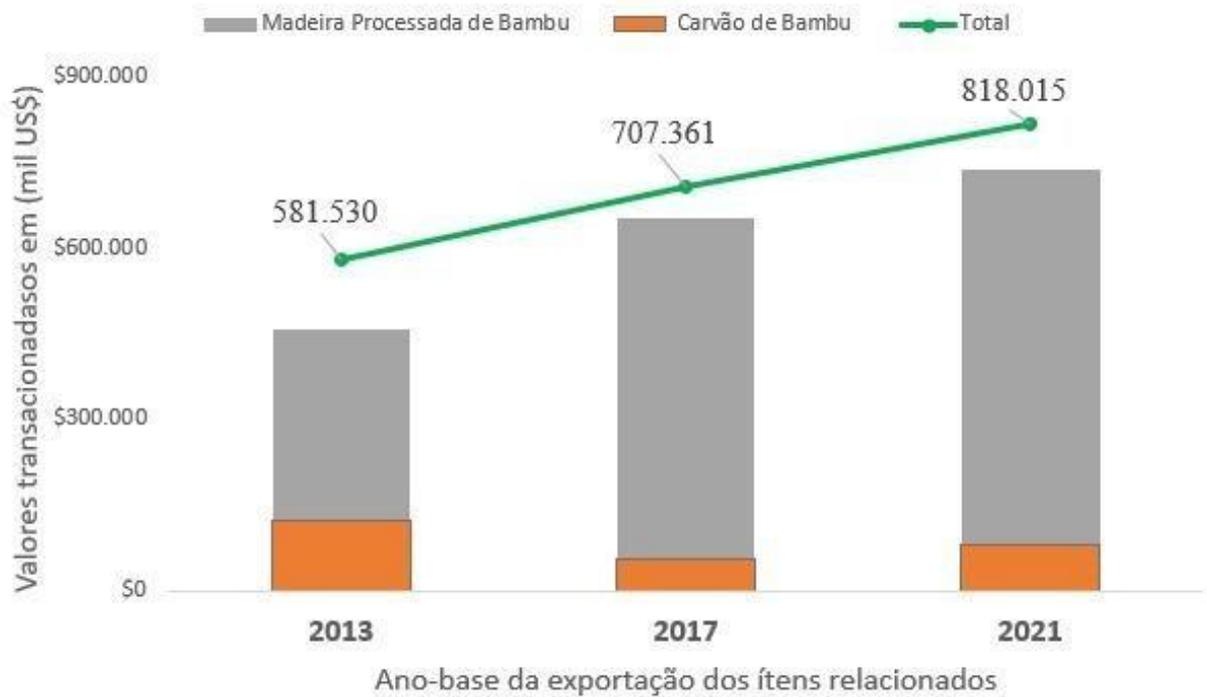
Tabela 10. Relação de códigos HS destinados ao registro de comercialização de matérias primas ou de derivados da industrialização do bambu e sistematizados na base Un Comtrade.

Item	Código	Produtos	Categoria
01	140110	Matérias-primas de bambu	Matérias-primas de bambu
02	440210	Carvão de bambu	Carvão de bambu
03	440921	Piso de bambu	Painéis à base de bambu
04	441210	Compensado de bambu	
05	441873	Painéis de revestimento de bambu montados usados para construção	Painéis de bambu para construção
06	441891	Outros painéis de bambu usados para construção	
07	940382	Móveis de bambu	Móveis de bambu
08	940152	Assentos de bambu	
09	200591	Brotos de bambu	Brotos de bambu
10	441911	Tábuas de cortar bambu	Utensílios de mesa e utensílios de cozinha de bambu
11	441912	Pauzinhos de bambu	
12	441919	Varas de bambu pequenas	
13	442191	Artigos de bambu de uso diário	Artigos de bambu de uso diário
14	460121	Tapetes/telas de bambu	
15	460192	Tranças de bambu semiacabadas e artigos de trançar	Produtos tecidos de bambu
16	460211	Cestaria de bambu/produtos de vime	
17	470630	Polpa de bambu	Artigos de papel e celulose de bambu
18	482361	Artigos à base de papel de bambu	Artigos de papel e celulose de bambu

Fonte: United Nations (2023).

De modo agregado, os 10 tipos de produtos registrados na ComTrade, relacionados à oferta global de bambu, mesmo em formato de matéria-prima, pisos, placas de madeira e corvã, registrou um crescimento constante entre 2013, 2017 e 2021, com registro de volumes exportados entre países de 381, 707 e 818 milhões de dólares, respectivamente. Somente os valores transacionados em 2021, equivalem a 5,5 bilhões de reais. Figura 18.

Figura 18. Comércio mundial exportador de derivados do bambu entre 2013 e 2021.

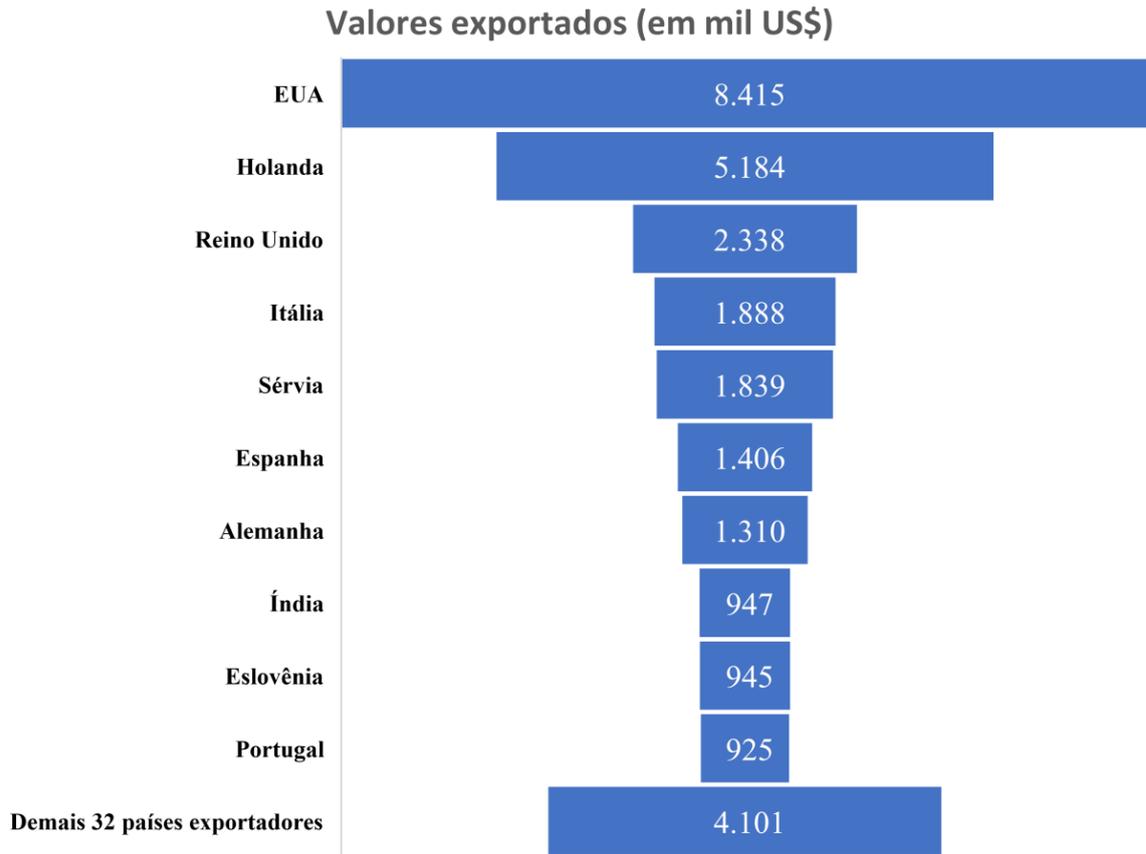


Fonte: United Nations (2023).

De acordo com o critério de códigos HS selecionados, após a realização de uma pesquisa deste comércio, tomando como base os anos de 2013, 2017 e 2021, foi identificado que o mercado internacional que comercializa matéria prima e objetos produzidos que possuem a matéria prima o bambu é um mercado crescente.

Somente em 2021, segundo dados da ONU/ComTrade, foram realizadas exportações para países distintos, que totalizaram mais de 800 milhões de dólares, sendo que a maior concentração desse mercado foi o mercado americano (Figura 19).

Figura 19. Principais países exportadores de produtos à base de bambu.



Fonte: United Nations (2023).

Outra característica interessante da crescente demanda global por estes ativos é o fato de que alguns países, procurando manter seus contratos, realizam a reexportação dos produtos, com destaque novamente para os EUA que, em 2021 reexportou mais de 1,8 milhões de dólares.

Os resultados da estimativa de receita da proveniente da bioeconomia a ser gerada com o bambu para o Acre, revelam um potencial estimado de 5,2 bilhões de dólares, rentabilidade a ser obtida através do fornecimento de matéria prima para a indústria moveleira, construção civil, energética, dentre outros segmentos produtivos, com potencial de utilização da biomassa de bambu.

6. CONCLUSÕES

Ativos florestais como o Bambu estão atualmente, com uma crescente demanda no mercado internacional, justificada por ser um produto com baixo impacto ambiental, além de características peculiares como aspectos relacionados a resistência dos materiais quando tratados, maior poder calorífico, dentre outros aspectos e fatores correlacionados.

Apesar alta da ocorrência de florestas naturais de bambu na região amazônica e mais especificamente no estado do Acre já ter sido amplamente noticiada, a legislação que regula a atividade está baseada em um modelo validado apenas para a exploração madeireira e quando muito, com poucas adequações e proposições que contemplem um modelo sustentável e economicamente eficiente de exploração. É necessária a ampliação de proposição de usos e de taxas de exploração com base em dados com acurácias melhores e delimitados por um período maior de estudos visando uma melhor favorabilidade à bioeconomia local.

Nesta pesquisa, ficou estabelecido que, mantendo a preservação de brotos, e com o aproveitamento de todas as colmos jovem e adultas, existem no estado do Acre uma ocorrência estimada de 21,8 bilhões de colmos, equivalentes a um volume total de 800,1 milhões de m³ com potencial para a exploração comercial, levando em conta ainda a taxa de colmos maduras e sadias áptas para a industrialização e ainda a utilização dos resíduos destas operações para a produção de carvão e de biochar.

A valorização dos produtos da floresta amazônica através da bioeconomia também pode incentivar a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e processos sustentáveis, gerando inovação e conhecimento científico. Isso é importante não apenas para a Amazônia, mas também para todo o mundo, pois a região possui um papel fundamental na redução dos impactos das mudanças climáticas e na conservação da biodiversidade global. Neste contexto, o valor total aferido de matéria-prima oriunda do bambu nativo do estado do Acre, com base nas estimativas estatísticas apresentadas nesta pesquisa é de 5,2 bilhões de dólares, de acordo com os preços praticados no mercado internacional.

A exploração comercial do bambu em diversas cadeias produtivas distribuídas no mundo, com predominância na Ásia, tem sido caracterizada por ser uma atividade de baixo impacto ambiental, por apresentar potencial de geração de ativos econômicos e, por estar alinhada a baixos impactos ambientais. Caso esta cadeia produtiva se consolide na Amazônia, mais especificamente no estado do Acre, com foco no fornecimento de insumos para setores moveleiros, da construção civil que tem potencial de demandar a este recurso, a mesma pode se transformar em alternativa sustentável viável nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, em detrimento a outros modelos de exploração dos recursos naturais ocorrentes na região atualmente.

Há de se considerar ainda, a necessidade da viabilização cultivo de espécies de bambu com aptidão para a transformação industrial, que permitam regularização de oferta de matéria prima em escala de produção, visando efetivamente a implantação de modelos industriais racionais para o uso de biomassa de bambu, gerando emprego e renda às comunidades locais fornecedoras de matéria prima.

Os resultados desta tese também apresentam o potencial que a exploração comercial do bambu *Guadua* spp. tem de contribuir para vários ODS da ONU, ao promover a conservação dos recursos naturais, o crescimento econômico sustentável, o consumo responsável e a inovação na região amazônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE (Estado). Decreto nº 5.809, de 5 de janeiro de 2017. Aprova o Plano Estadual de Desenvolvimento do Bambu. **Diário Oficial [do] Estado do Acre**, 6 jan. 2017a, Seção 1. p. 11-63. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1060225/1/26335.pdf>, Acesso em: 03/05/2023.

ACRE (Estado). Portaria Normativa IMAC nº 2, de 25 de junho de 2004. Disciplina os procedimentos técnicos e administrativos para os processos de emissão de autorização de desmate e/ou queima controlada, de licenciamento ambiental e de Autorização de Utilização de Matéria Prima Florestal - AUMPF no Estado do Acre, para atividade de Agricultura e Pecuária. **Diário Oficial [do] Estado do Acre**, 26 junho 2004, Seção 1. Disponível em: <https://imac.ac.gov.br/web/wp-content/uploads/2022/legislacao/Portarias%20e%20Termos%20de%20Referencia/PORTARIA%20NORMATIVA%20IMAC%20N%C2%BA%2002%20DE%2025%20DE%20JUNHO%20DE%202004%20-%20REFERENDADA%20PELO%20CEMACT.pdf>, Acesso em: 03/05/2023.

ACRE (Estado). Portaria Normativa IMAC nº 5, de 19 de maio de 2017. Instituiu o termo de referência para licenciamento ambiental da atividade de exploração e manejo de bambu no Estado do Acre. **Diário Oficial [do] Estado do Acre**, 22 maio 2017b, Seção 1, p. 42-52. Disponível em: <https://imac.ac.gov.br/web/wp-content/uploads/2022/legislacao/Portarias%20e%20Termos%20de%20Referencia/PORTARIA%20NORMATIVA%20IMAC%20N%C2%BA%2005%20DE%2019%20DE%20MAIO%20DE%202017%20-%20INSTITUI%20TERMO%20DE%20REFER%C3%8ANCIA%20BAMBU.pdf>, Acesso em: 03/05/2023.

ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II: escala 1: 250.000: documento síntese**. 2 ed. Rio Branco, AC, Secretaria de Estado de Planejamento: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2010. 354 p.

ALMEIDA, J.G. de. **Bambu como insumo industrial no Brasil: reflexão sobre o papel da**

pesquisa na produção do bambu laminado colado (BaLC). In: DRUMOND, P.M.; WIEDMAN, G. (Org.). **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia.** Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje, 2017. p.p. 439-455.

ALVES, A.A. **Uso do bambu na construção civil:** aplicações estruturais e arquitetônicas para um desenvolvimento sustentável. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

BAYMA, M.M.A.; PEREIRA, J.E.S.; AMARAL, E.F. do; SIVIERO, A.; OLIVEIRA, L.C. de; MALAVAZI, F.W.; *et al.* Bioeconomia do bambu nativo, *Guadua* spp. do Acre, Amazônia, Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 6, p. 10629-10643, 2023b. <http://doi.org/10.7769/gesec.v14i6.2396>.

BAYMA, M.M.A.; PEREIRA, J.E.S.; OLIVEIRA, L.C. de; AMARAL, E.F. do; SIVIERO, A.; MORET, A. de S. Estimativa de volume de Bambu *Guadua* spp. do Acre, Amazônia, Brasil. **Delos: Desarrollo Local Sostenible**, v. 16, n. 42, p. 471-488, 2023a. <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n42-030>.

BRASIL. Lei nº 12.484, de 8 de setembro de 2011. Dispõe sobre a Política nacional de incentivo ao manejo sustentado e ao cultivo do bambu e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 9 set. 2011, Seção 1. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12484&ano=2011&ato=fe2ETQUIUMVpWT241#:~:text=DISP%C3%95E%20SOBRE%20A%20POL%C3%8DTICA%20NACIONAL,BAMBU%20E%20D%C3%81%20OUTRAS%20PROVID%C3%8ANCIAS>, Acesso em: 03/05/2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 9 set. 2011, Seção 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm, Acesso em: 03/05/2023.

CARMO, L.F.Z. do; AMARAL, E.F. do; BARDALES, N.G. Ocorrência, biomassa, perdas e

exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, Brasil. *In*: DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. (Org.). **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje, 2017. p. 145-160.

COSTA, F. de S.; AMARAL, E.F. do; BUTZKE, A.G.; Nascimento, S. da S. **Inventário de emissões antrópicas e sumidouros de gases de efeito estufa o Estado do Acre: ano-base 2012**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124461/1/25438.pdf>, Acesso em: 30/11/2022.

DANTAS, A. B.; MILITO, C.M.; LUSTOSA, M.C.J.; TONHOLO, J. **O uso do bambu na construção do desenvolvimento sustentável**. Maceió, Instituto do Bambu, 2005. 84p.

EMBRAPA. **Bioeconomia: a ciência do futuro no presente**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-bioeconomia/sobre-o-tema>, Acesso em: 03/05/2023.

ENRÍQUEZ, M.A. Economia dos recursos naturais. *In*: MAY, P.H. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2 ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2010. p. 49-78.

ERENO, D. Anatomia flexível. **Pesquisa FAPESP**, n. 175, p. 74–77, set. 2010. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/07/074-077-175.pdf>, Acesso em: 20/11/2022.

FERREIRA, E.J.L. O bambu é um desafio para a conservação e o manejo de florestas no sudoeste da Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, p. 46-51, 2014. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252014000300015, Acesso em: 29/08/2023.

HAN, R.; LIU, M.; GE, X.; JIN, Z. Effects of bamboo biochar application on soil physical properties and water holding capacity in Northeast China. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 19, n. 2, p. 294-302, 2019.

HECHENBERGER, S.; FERREIRA, E.J.L.; CARVALHO, A.L. de; BRAZIL, M.V. da S. Danos físicos causados pelo bambu (*Guadua weberbaueri* Pilg.) em espécies arbóreas e implicações para a exploração madeireira em Floresta Ombrófila Aberta com bambu no leste

do Acre. **Research Society and Development**, v. 11, n. 6, e39911629279, 2022.
<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29279>

INTERNATIONAL BAMBOO AND RATTAN ORGANIZATION. **Understanding bamboo's climate change potential**. 2018. Disponível em: <https://www.inbar.int/understanding-bamboos-climate-change-potential/>, Acesso em: 15/04/2023.

INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN. **Bamboo carbonization manual**: a guide to the production of bamboo charcoal. 2017. Disponível em: https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2020/08/BambooCarbonisationmanual_EN.pdf, Acesso em: 16/05/2023.

KLEINN, C.; MORALES-HIDALGO, D. Um inventário do bambu *Guadua* (*Guadua angustifolia*) na região cafeeira da Colômbia. **European Journal of Forest Research**, v. 125, n. 4, p. 361-368, 2006. 10.1007/s10342-006-0129-3.

LIMA, L. del P.F.C. de; Fajardo CABRERA, J.M.; GAMERO García A.D.; Santana, R.M.C. **Caraterísticas do bambu *Guadua angustifolia*, como uma espécie a serviço do meio ambiente**. In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 4., 2014, Bento Gonçalves, RS. Anais [...]. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2014. p. 1-8. Disponível em: https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=700&ano=_quarto, Acesso em: 29/08/2023.

LONDOÑO, X. & Peterson, P. M. *Guadua sarcocarpa (Poaceae:Bambusaceae), a new Species of Amazonian bamboo with flesh y fruits*. Systematic Botany 16, 1991. 630- 638.

LONDOÑO, X. **Evaluation of bamboo resources in Latin America: a summary of the final report of project N 96.8300.01.4**. International network for bamboo and rattan. Cali, Colombia, Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas, 1999. 30 p.

LONDOÑO, X. **La cadena de valor del bambú en Colombia**. Seminario Internacional sobre Bambú - Integrando Saberes, Potencializando Parcerias. Rio Branco, Acre, Brasil. 23 al 27 de Octubre de 2017

LOPES, D.B.; EULER, A.M.C.; FERREIRA, J.N.; VALENTIM, J.F.; WADT, L.H. de O.; KANASHIRO, M.; *et al.* **Visões sobre bioeconomia na Amazônia:** oportunidades e desafios para a atuação da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2023. 33 p. (Embrapa. Superintendência de Estratégia. Documentos, 10). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155733>, Acesso em: 29/08/2023.

LUGT, P. Van der; KING, C. **Bamboo in the circular economy:** the potential of bamboo in a zero-waste, low-carbon future. Beijing, China, INBAR, 2019. 27 p. (INBAR. Policy synthesis report, 6).

MATTOS, L.; ROMEIRO, A.R.; HERCOWITZ, M. Economia do meio ambiente. In: NOVION, H. de; VALLE, R. do. (Org.). **É pagando que se preserva:** subsídios para políticas públicas de compensação por serviços ambientais. São Paulo: ISA, 2009. cap. 3, p.p. 43-86. (ISA. Documentos, 10).

MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática.** 2 ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2010.

MOTTA; R.S. da. **Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde.** Rio de Janeiro: IPEA, 2011. 12 p. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/ffa/arquivos/maio2013/Valoracao_de_recursos.pdf, Acesso em: 25/10/2022.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **The Bioeconomy to 2030:** designing a policy agenda. 2009. 323 p. Disponível em: <https://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/thebioeconomyto2030designingapolicyagenda.htm>, Acesso em: 15/04/2021.

OKTARIA, D.; DARMAWAN, A.; KADIR, B. Soil fertility improvement of Ultisols using bamboo biochar in Jambi, Indonesia. **AIP Conference Proceedings**, v. 2367, n. 1, Article ID 020084, 2020.

ORTHEY, A.; BARAUNA, D.; RAZERA, D.L. **Processos do bambu laminado colado e sua aplicação no design de móveis.** In: GAMPI PLURAL, 5., 2015, Joinville, SC. **Anais [...]**.

UNIVILLE, Joinville: Univille, 2015. 16 p. Disponível em: http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/gamp2015/AC_T2_02.pdf, Acesso em: 22/05/2023.

OSTAPIV, F. **Análise e melhoria do processo produtivo de tábuas de bambu (*Phyllostachys pubescens*) com foco em pisos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

PEREIRA, M. A. dos R. **Projeto Bambu: manejo e produção do bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) cultivado na Unesp/Campus de Bauru e determinação de suas características físicas e de resistência mecânica**. Relatório Fapesp (2003/04323-7). 2006.

PEREIRA, M.A.R.; BERALDO, A.L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru, SP, Canal 6 Projetos Editoriais, 2008. 240 p.

RAMOS, B.P.F. **Metodologia de curvatura de bambu laminado colado (BLaC) para a fabricação de mobiliário – Diretrizes para o design**. 2014. Dissertação (Mestrado em) – Programa de Pós-Graduação em Design, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2014.

RIBEIRO, A.S. **Carvão de bambu como fonte energética e outras aplicações**. Maceió, Instituto do Bambu, 2005. 109 p.

ROMA, J.C.; SACCARO JUNIOR, N.L.; MATION, L.F.; PAULSEN, S.S.; VASCONCELLOS, P.G. **A economia de ecossistemas e da biodiversidade no Brasil (TEEB-BRASIL): análise de lacunas**. Rio de Janeiro, Ipea, 2013. 57 p. (IPEA. Texto para discussão, 1912).

SAMBUICHI, R. H. R.; OLIVEIRA, M. A. C. de; SILVA, A. P. M. da; LUEDEMANN, G. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Rio de Janeiro, IPEA, 2012. 12 p. (Ipea. Texto para discussão, 1782).

SANTOS, D.R. de S.; SETTE JUNIOR, C.R.; SILVA, M.F. da; YAMAJI, F.M.; ALMEIDA, R. de A. **Potencial de espécies de bambu como fonte energética**. Scientia

Forestalis, v. 44, n. 111, p. 751-758, 2016. 10.18671/scifor. V. 44n111.21.

SILVEIRA, M. **A floresta aberta com bambo no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas**. 2001. Tese (Doutorado em Ecologia) - Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2001.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. [Base de dados]. 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>, Acesso em: 01/05/2023.

TASKFORCE ON NATURE MARKETS. **Colocando os mercados de natureza para funcionar**. 2023. Disponível em: <https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2023/08/ColocandoOsMercadosDeNaturezaParaFuncionar.pdf>, Acesso em: 14/08/2023.

UNITED NATIONS. **UN Comtrade database**. Disponível em: <https://comtrade.un.org/data>, Acesso em: 01/05/2023.

ZAMORA BRINGAS, G. P. **El carvão de *Guadua angustifolia* kunth procedente de los resíduos del aprovechamiento de plantaciones forestales como enmienda orgânica para el suelo**. 2020. Tesis (Ingeniero Forestal) – Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 2020. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4483>, Acesso em: 03/05/2023.

ANEXOS

Quadro de Coordenadas de áreas com sobrevoos e levantamento de dados, onde foram instaladas as parcelas do inventário Remoto.

Item	Localidade	UTM X	UTM Y
1	Bujari_CG01	-68,050265	-9,446739
2	Bujari_CG03	-68,08425	-9,39319
3	Feijó_CG01	-70,126403	-8,513305
4	Feijó_CG02	-70,134341	-8,535637
5	Feijó_CG03	-69,846452	-8,504564
6	Feijó_CG04	-69,848592	-8,50839
7	Feijó_CG48	-70,067007	-8,520181
8	Feijó_CG49	-70,128944	-8,503307
9	Feijó_CG50	-70,142061	-8,468573
10	Feijó_CG51	-70,173282	-8,461303
11	Feijó_CG58	-70,149072	-8,194577
12	Feijó_CG60	-69,957265	-8,527218
13	Porto Acre_CG15	-68,050829	-9,389071
14	Porto Acre_CG16	-67,530894	-9,817517
15	Porto Acre_CG17	-67,534195	-9,81481
16	Porto Acre_CG18	-67,513852	-9,782507
17	Porto Acre_CG19	-67,515755	-9,779248
18	Porto Acre_CG20	-67,50505	-9,844268
19	Porto Acre_CG21	-67,500814	-9,848576
20	Porto Acre_CG22	-67,495237	-9,853957
21	Porto Acre_CG23	-67,490334	-9,857391
22	Rio Branco_CG33	-68,221478	-10,188799
23	Rio Branco_CG34	-68,224204	-10,1972
24	Rio Branco_CG35	-68,249098	-10,025485
25	Rio Branco_CG39	-68,141495	-10,248912
26	Rio Branco_CG40	-68,141267	-10,246484
27	Rio Branco_CG43	-68,110974	-10,250244
28	Rio Branco_CG45	-68,087241	-10,183587
29	Sena Madureira_CG01	-68,445501	-9,447708
30	Sena Madureira_CG16	-68,541092	-9,424731
31	Sena Madureira_CG17	-68,55915	-9,437916
32	Sena Madureira_CG20	-69,004974	-9,071471
33	Sena Madureira_CG21	-69,041344	-9,063755
34	Sena Madureira_CG22	-68,615125	-9,250555
35	Sena Madureira_CG23	-68,61564	-9,238832
36	Xapuri_CG49	-68,702224	-10,476628
37	Xapuri_CG50	-68,707987	-10,473159
38	Xapuri_CG51	-68,179648	-10,485475
39	Xapuri_CG53	-68,198656	-10,488447
40	Xapuri_CG55	-68,789905	-10,468401

Fonte: Funtac.



Estimativa de volume de Bambu *Guadua* spp. do Acre, Amazônia, Brasil

Volume estimation of Bamboo *Guadua* spp. from Acre, Amazon, Brazil

DOI: 10.55905/rdelosv16.n42-030

Recebimento dos originais: 24/03/2023

Aceitação para publicação: 25/04/2023

Márcio Muniz Albano Bayma

Mestre em Economia, Concentração em Economia Aplicada
Instituição: Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre (EMBRAPA-ACRE)
Endereço: Rio Branco - AC, Brasil
E-mail: marcio.bayma@embrapa.br

Jonny Everson Scherwinski Pereira

Doutor em Ciências, Concentração em Biotecnologia e Melhoramento de Plantas
Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Endereço: Brasília – DF, Brasil
E-mail: jonny.pereira@embrapa.br

Luís Cláudio de Oliveira

Mestre em Ciências de Florestas Tropicais, Concentração em Manejo Florestal
Instituição: Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre (EMBRAPA-ACRE)
Endereço: Rio Branco - AC, Brasil
E-mail: luis.oliveira@embrapa.br

Eufran Ferreira do Amaral

Doutor em Agronomia, Concentração em Solos e Nutrição de Plantas
Instituição: Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre (EMBRAPA-ACRE)
Endereço: Rio Branco - AC, Brasil
E-mail: eufran.amaral@embrapa.br

Amauri Siviero

Doutor em Agronomia, Concentração em Biodiversidade
Instituição: Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre (EMBRAPA-ACRE)
Endereço: Rio Branco - AC, Brasil
E-mail: amauri.siviero@embrapa.br

Artur de Souza Moret

Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos, Concentração em Meio Ambiente e
Sustentabilidade
Instituição: Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
Endereço: Porto Velho - RO, Brasil
E-mail: amoret@unir.br



RESUMO

Um dos grandes e atuais desafios para o desenvolvimento brasileiro é manter o crescimento da produção no meio rural e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos dessa produção sobre os recursos naturais. Esse desafio surge em meio aos debates internacionais e nacionais em resposta às pressões cada vez maiores da sociedade por um novo modelo de desenvolvimento, que seja capaz de conciliar a conservação do meio ambiente e ao desenvolvimento social e econômico da Amazônia. As florestas de bambu dominam as paisagens do Acre ocupando as tipologias florestais que ocorrem em 62% do território acreano. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo estimar o volume de bambu de espécies do gênero *Guadua* no estado do Acre, Brasil. Em campo foi obtido através de inventários florestais o número de hastes e o volume de bambu em áreas de ocorrência das espécies por tipologia florestal: *Guadua angustifolia*, *Guadua sacocarpa* e *Guadua weberbaueri*. Os resultados revelam a ocorrência estimada de 21,8 bilhões de hastes, equivalentes a um volume total de 800,1 milhões de m³ de bambu *Guadua* spp. Desta forma, o Acre apresenta um grande potencial de fornecer matéria prima para a indústria moveleira, construção civil e para outros segmentos produtivos, à base de bambu, que é atualmente considerado por muitos autores, “a matéria prima do futuro”.

Palavras-chave: bambu nativo, *Guadua* spp., estimativa de ocorrência.

ABSTRACT

One of the great and current challenges for Brazilian development is to maintain the growth of production in rural areas and, at the same time, reduce the impacts of this production on natural resources. This challenge arises amid international and national debates in response to the increasing pressures of society for a new development model that is capable of reconciling the conservation of the environment and the social and economic development of the Amazon. Bamboo forests dominate the landscapes of Acre, occupying the forest typologies that occur in 62% of the Acrean territory. In this context, this research aims to estimate the volume of bamboo of species of the genus *Guadua* in the state of Acre, Brazil. In the field, the number of stems and the volume of bamboo in areas of occurrence of the species by forest typology were obtained through forest inventories: *Guadua angustifolia*, *Guadua sacocarpa* and *Guadua weberbaueri*. The results reveal the estimated occurrence of 21.8 billion stems, equivalent to a total volume of 800.1 million m³ of *Guadua* spp. bamboo. In this way, Acre presents a great potential to provide raw material for the furniture industry, civil construction and for other productive segments, based on bamboo, which is currently considered by many authors, "the raw material of the future".

Keywords: native bamboo, *Guadua* spp., occurrence estimate.

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes e atuais desafios para o desenvolvimento brasileiro é manter o crescimento da produção no meio rural e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos dessa produção sobre os recursos naturais. Esse desafio surge em meio aos debates internacionais e às pressões cada vez maiores da sociedade por um novo modelo de desenvolvimento, que seja capaz de



conciliar o crescimento econômico e a conservação do meio ambiente. Só muito recentemente as políticas governamentais para o setor agropecuário começaram a atentar para as questões relativas à sustentabilidade ambiental e a estabelecer programas e metas com esse objetivo. (IPEA, 2012)

Segundo (Motta, 2011), “de acordo com o que a teoria econômica convencional, o uso de recursos naturais quase sempre gera economia externas negativas no sistema econômico. Essas externalidades não são totalmente captadas no sistema de preços, porque a segurança dos direitos de propriedade ou de uso desses recursos resultam em altos custos de transação devido à dificuldade técnica ou cultural de fixar direitos que garantam o uso ótimo dos recursos. De forma que, essas dificuldades técnicas e institucionais em definir direitos de propriedade entre contemporâneos e gerações presentes e passadas impedem a existência de um mercado que sinalize o valor do recurso ou, quando esse existe, essas imperfeições resultam em preços ou custos de uso que não introduz ineficiência no sistema econômico. Isto é, o uso dos recursos ambientais gera custos externos intra e intertemporais”.

Aqui cabe ressaltar ainda que, “o aspecto crucial que responde em grande parte pelo desaparecimento dos recursos renováveis é a incompatibilidade entre as dinâmicas biológicas (que determina sua evolução) e a econômica (que determina o ritmo de exploração do recurso). Pela dinâmica biológica o estoque de recurso renovável não é fixo; ele cresce na medida em que apresenta condições de se expandir, porém sua expansão está submetida a um limite máximo que é definido pela capacidade de suporte do seu ecossistema. A dinâmica econômica, por sua vez, pressiona para o declínio de um recurso na média em que sua taxa de extração exceder, de modo persistente, a taxa de crescimento do recurso. Dessa forma, o principal desafio de teoria econômica convencional dos recursos renováveis é identificar qual a trajetória de exploração de uma população animal ou vegetal. Submetida a um dado nível de extração” (Enríquez, 2010).

A alta incidência de florestas de bambus no estado do Acre, Brasil, tem sido amplamente relatada em resultados de pesquisas, como por exemplo, foi citado por (PEREIRA; BERALDO, 2007), quando relata que “a diversidade de espécies de bambu associada à sua elevada densidade e distribuição nas florestas (7 milhões de hectares de florestas de bambu), tornam o Acre, detentor da maior reserva de bambu do mundo”.

Neste contexto, a exploração comercial do bambu possui um potencial econômico a ser mensurado, considerando que, segundo Carmo et al, 2017, mesmo com “as florestas com



ocorrência de bambu no sub-bosque reduzidas a 4.563.688 hectares”, ainda representa uma ocorrência 28% do território acreano, em uma estimativa mais realista da distribuição do bambu como componente principal do sub-bosque das tipologias florestais consideradas no estado do Acre.

Segundo o Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre – ZEE, fase II, no estado do Acre, predominam duas grandes Regiões Fitoecológicas: a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Aberta. Em uma pequena extensão existe também uma terceira Região Fitoecológica, a da Campinarana, restrita a parte noroeste do Estado, que possui uma área total de 164,22 mil hectares, que estão distribuídas por tipologias florestais, conforme descrita na Tabela 1, sendo que a maior predominância está em Florestas Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras - FAB + FAP, que ocupam uma área de 40,5 mil hectares, equivalente a 24,69% da área total do estado. Em seguida, as maiores predominâncias são das Florestas Abertas com Palmeiras + Florestas Abertas com Bambu - FAP + FAB e, das Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa - FAP + FAB + FD, que ocupam 13,65 e 13,14%, respectivamente da área total do estado.

Tabela 1 - Distribuição das classes de vegetação do Estado, com a respectiva quantificação.

Código ZEE	Descrição	Área (km²)	(%)
Campinaranas	Campinaranas	66	0,04
FAB - Aluvial	Floresta Aberta com Bambu em Áreas Aluviais	1.790	1,09
FAB + FAP	Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras	40.546	24,69
FAB + FAP + FD	Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Densa	5.994	3,65
FAB + FD	Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa	3.892	2,37
FABD	Floresta Aberta com Bambu Dominante	16.455	10,02
FAP	Floresta Aberta com Palmeiras	4.516	2,75
FAP - Aluvial	Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras	9.361	5,70
FAP - Aluvial + Pab	Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras + Formações Pioneiras	411	0,25
FAP - Aluvial + Vs	Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras + Vegetação Secundária	213	0,13
FAP + FAB	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu	22.416	13,65
FAP + FAB + FD	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa	21.579	13,14
FAP + FD	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Densa	16.964	10,33



FAP + FD + FAB	Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Densa + Floresta Aberta com Bambu	9.788	5,96
FAP + Pab	Floresta Aberta com Palmeiras + Formações Pioneiras	99	0,06
FD	Floresta Densa	493	0,30
FD - Submontana	Floresta Densa Submontana	821	0,50
FD + FAP	Floresta Densa + Floresta Aberta com Palmeiras	8.802	5,36
Totais		164.224	100

Fonte: ZEE II

Ainda segundo o ZEE-AC, Fase II, no Acre existem 8 classificações de florestas distribuídas ao longo de seus municípios, todos eles com ocorrência de bambu. Carmo et. Al (2017), também “observou que a ocorrência de bambu no Acre está concentrada em oito tipologias florestais, que aparecem em maior proporção na região central do estado, ocupando cerca de 28% do território acreano. Ao considerar o bambu não como componente florestal, mas sim parte do volume da tipologia florestal, é possível atingir um incremento de mais de 10% naquelas tipologias em que há dominância de bambu no sub-bosque. Mais de 40% da área total desmatada no Acre nos últimos 10 anos constitui-se de florestas com bambu”.

Em relação à normatização da exploração do bambu no Acre, a portaria Normativa do Instituto do Meio Ambiente do Estado do Acre - IMAC Nº 10 de 14/10/2015, instituiu o termo de referência para licenciamento ambiental da atividade de exploração e manejo de bambu no Estado do Acre e a portaria IMAC Nº 5 DE 19/05/2017, que *instituiu o termo de referência para licenciamento ambiental da atividade de exploração e manejo de bambu no Estado do Acre, definindo critérios e parâmetros estatísticos, nos processos de licenciamento ambiental para a atividade de manejo florestal de bambu, esperando-se um erro de amostragem máximo de 20% ao nível de 95% de probabilidade.*

É importante salientar que para as áreas de uso alternativo do solo, o IMAC utiliza para o licenciamento ambiental a metodologia de inventário florestal por amostragem sistemática em dois estágios para levantamento da matéria prima florestal a ser aproveitada, considerando as diferentes tipologias florestais (estratificação) e intensidade mínima de amostragem de 10% da área a ser desmatada. E, que, observando a realidade dos estudos realizados no Acre, é aqui sugerido como intensidade de exploração, índices dentro do limite máximo de 50%, para as áreas de maior ocorrência, de 12%, para as áreas de menor ocorrência e ainda de 31% para as áreas de ocorrência de densidade mediana, conforme descrito na Tabela 2.



Tabela 2. Demonstrativo para intervenção, por densidade de colmos

N	Intervalo de ocorrência (colmos/ha)	Possibilidade de Intervenção (%)
1	Até 1.000	12%
2	Acima de 1.000 e até 1.500	31%
3	Acima de 1.500	50%

Fonte: IMAC-AC

Neste contexto, este trabalho apresenta uma estimativa de volume de espécies de bambu do gênero *Guadua* no estado do Acre, Brasil, em que se apresentam os dados dendrométricos encontrados, além de ocorrências médias e totais por tipologia florestal dos números de hastes e volume das espécies de bambu *Guadua angustifolia*, *Guadua sacocarpa* e *Guadua weberbaueri*, que foram devidamente inventariadas catalogadas nesta pesquisa.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

As áreas de estudo estão localizadas no estado do Acre, Brasil, local em que foram escolhidos 07 municípios para o estabelecimento das parcelas amostrais e coleta dos dados, sendo eles: Feijó-AC, Manoel Urbano-AC, Sena Madureira-AC, Bujari-AC, Rio Branco-AC, Porto Acre-AC e Xapuri-AC, Figura 1.

Figura 1 – Distribuição dos municípios em que foram realizados inventário florestal de ocorrência de bambu.

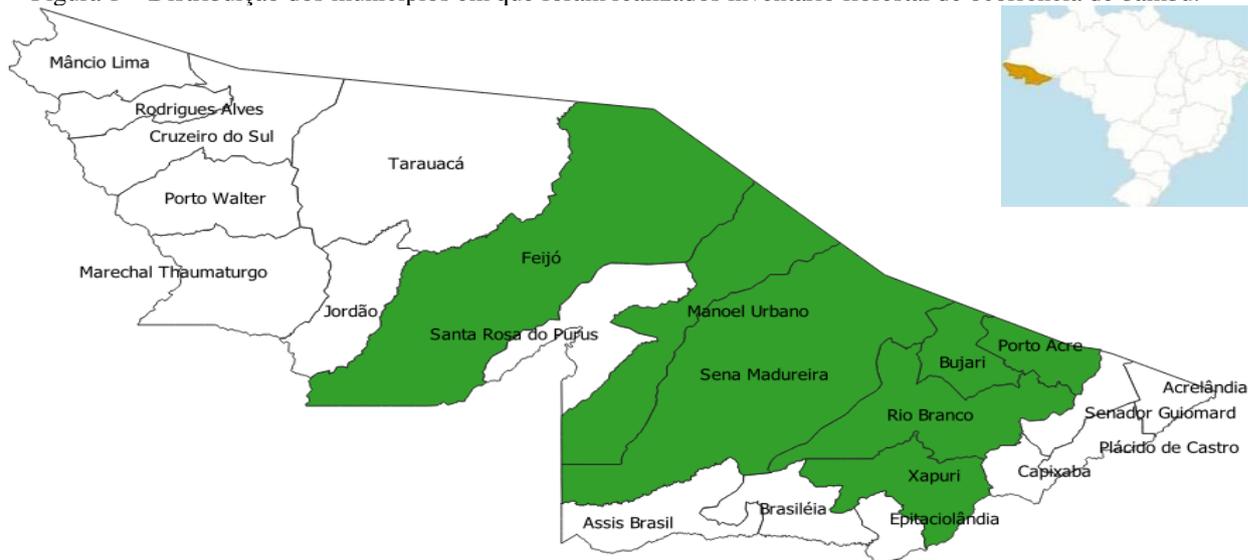


Imagem ilustrativa



2.2 FONTE DOS DADOS

Os dados referenciados nesta pesquisa foram obtidos da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – Funtac, e foram devidamente autorizados para serem utilizados como fonte de dados primários, através de termo de confidencialidade firmado com o autor.

Para a realização desta estimativa foram coletados dados sobre: a) Levantamento de todas as espécies de bambu da área com coleta botânica de modo a reportar informações, representando a área selecionada, com o objetivo de identificar as espécies ocorrentes. b) Georreferenciamento das áreas de ocorrência de bambu e, c) Levantamento dendrométricos das espécies, com informações sobre: Total de brotos; total de colmos mortos; total de todos os colmos jovens e maduros da parcela; Diâmetro a 1,30m (DAP) de todos os colmos; o Altura estimada de todos os colmos; Medida da espessura da parede do colmo por método não destrutivo; Sanidade de todos os colmos mensurados, diâmetro do início da secção da base, secção do meio e secção do topo; Comprimento real seguindo curvatura; Comprimento linear da base a ponta do colmo; Altura do primeiro entrenó; espessura da parede na secção da base, secção do meio e secção do topo; Nº de entrenós para base, meio e topo; e, Comprimento dos 3 entrenós para baixo e 3 para cima (a partir do meio do colmo).

2.3 AMOSTRAGEM UTILIZADA

A definição do sistema de amostragem levou em conta o tamanho e as condições de acesso até as áreas inventariadas, as características da população inventariada e a experiência de levantamentos similares na região. As áreas amostrais equivalem a 9 unidades primárias com 4 unidades secundárias para cada um dos 7 municípios inventariados, totalizando 67 conglomerados. Tais amostras foram coletadas em parcelas de 10m x 10m instaladas em cada conglomerado, totalizando uma área de 400 m², por conglomerado.

2.4 TABULAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados de campo foram digitalizados e sistematizados com o uso do software MS Excel. Já o tratamento estatístico foi realizado utilizando o software de análise de dados SAS – *Software de Analytics & Soluções*.



2.5 ESTIMATIVA DA VOLUMETRIA DO BAMBU

Para a estimativa da volumetria foi utilizada a fórmula abaixo, em que foram utilizadas variáveis de espessura e o comprimento da haste ajustadas às características cilíndricas do bambu.

$$VC (m^3) = \frac{3,1416 (EP \times 2)^2 \times CH}{4.000}$$

Onde: VC = Volume Comercial (m³)

EP = Espessura do Colmo (cm)

CH = Comprimento da Haste (m)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na amostra inventariada foram identificadas 7 das tipologias descritas em ZEE-AC, e a ocorrência destas espécies de *Guadua* está bastante distribuída ao longo do estado, com a presença de *Guadua weberbaueri* em todos os municípios e em 6 tipologias diferentes, e apresentando um melhor gradiente de distribuição e variação das espécies em Feijó-AC, onde foram identificadas três espécies, sendo ainda, o único município em que foi localizado *Guadua angustifolia*, em 34% da área inventariada, e ainda que, somente nos municípios de Feijó-AC e Porto Acre-AC, foi registrada também a ocorrência de *Guadua sacocarpa*.

A análise dos dados foi feita esperando-se um erro de amostragem máximo de 20% e um intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade, de acordo com o que preconiza o termo de referência para licenciamento da exploração de bambu do IMAC-AC. Desta forma, na tabela 3, estão apresentadas as estimativas para os números de hastes e a volumetria das parcelas totalizadas por espécie e tipologia florestal.



Tabela 3 – Número de hastes e volumetria de volume de bambu por tipologia e espécie.

<i>Guadua</i> Spp.	Tipologia Florestal	Variável	Intervalo de Confiança da amostra *
<i>weberbaueri</i>	FAB-Aluvial	n° de hastes (ind.)	9,32≤ 11,25≤13,18
		v. total (m ³)	0,07≤ 0,29≤0,52
	FABD	n° de hastes (ind.)	0,00≤ 15,15≤39,44
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,65≤2,39
	FAB+FAP	n° de hastes (ind.)	0,00≤ 14,10≤32,71
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,32≤0,85
	FAB+FAP+FD	n° de hastes (ind.)	2,14≤ 13,00≤23,86
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,85≤1,81
	FAP-Aluvial	n° de hastes (ind.)	0,00≤ 10,88≤25,50
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,27≤0,72
	FAP+FAB	n° de hastes (ind.)	0,00≤ 15,00≤37,86
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,70≤2,47
<i>sarcocarpa</i>	FABD	n° de hastes (ind.)	0,00≤ 6,00≤13,25
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,19≤0,49
	FAB+FAP	n° de hastes (ind.)	3,50≤ 4,24≤4,98
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,07≤0,16
	FAP-Aluvial	n° de hastes (ind.)	0,00≤ 5,00≤11,06
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,12≤0,27
	FAP+FAB	n° de hastes (ind.)	0,00≤ 3,00≤5,86
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,06≤0,12
<i>angustifolia</i>	FAP+FAB+FD	n° de hastes (ind.)	2,28≤ 10,33≤18,38
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,39≤1,37
		n° de hastes (ind.)	0,54≤ 9,91≤19,28
		v. total (m ³)	0,00≤ 0,72≤1,91

* Ocorrência acumulada por tipologia e espécies em parcelas de 0,01 hectare.

Fonte: Funtac

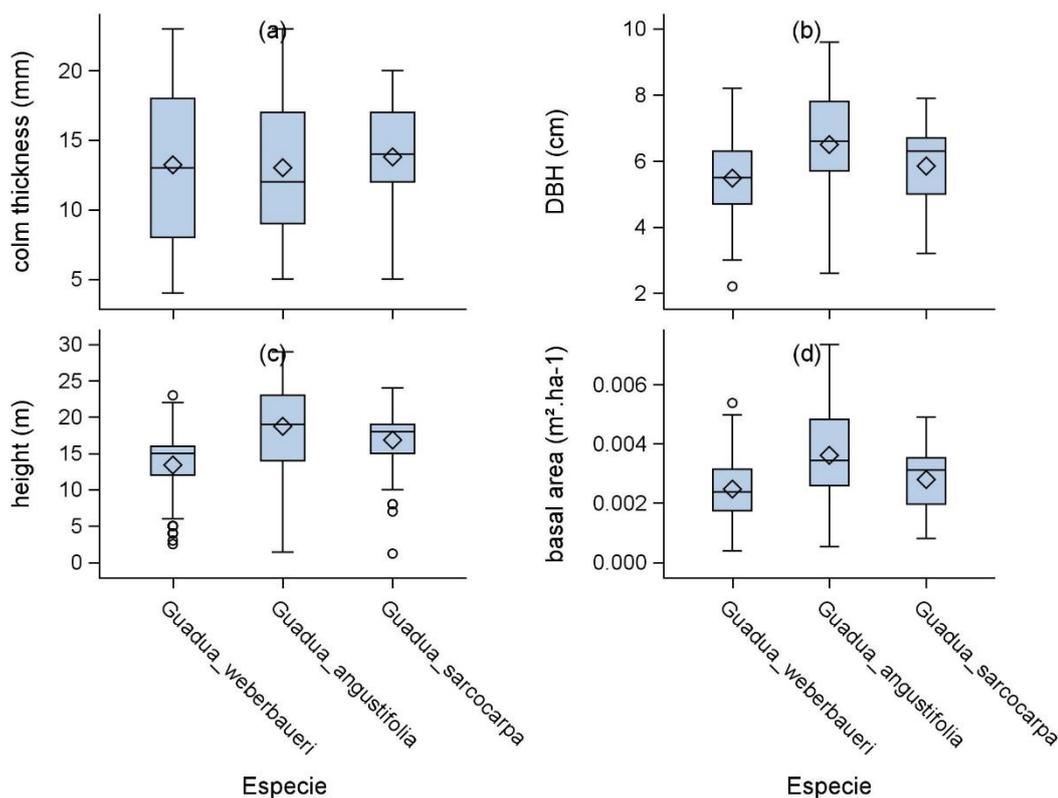
De acordo com os parâmetros dendrométricos para a população de bambu em área de floresta na região centro-oeste do estado do Acre, e ainda atendendo a aplicação de filtros com critérios de seleção em que se excluíram os “brotos” da amostra, se pode observar na figura 2 que, em relação aos dados do *G. weberbaueri*, que mesmo com predominância de espessuras de camadas em sua grande maioria inferiores às demais espécies, na amostra foram identificadas espessuras aproximadas a 23mm, incorrendo em uma maior amplitude de média, leitura que influenciou a média da espécie para aproximadamente 13,5 mm. No entanto a espécie com maiores espessuras médias foi o *G. sarcocarpa* seguido pelo *Guadua angustifolia*.

No caso de *G. angustifolia*, observou-se destaque em relação ao diâmetro à altura do peito - DAP e à altura, seguido pela *G. sarcocarpa* que apresenta a segunda maior média em relação ao



DAP e à altura e, por fim seguem os dados do *G. weberbaueri* DAP médios com tamanhos inferiores a 6 cm e altura média de aproximadamente 15m (figura 2).

Figura 2 – Índices dendrométricos gerais



Fonte: Funtac

Analisando a densidade das espécies por tipologia florestal, observa-se que o *G. angustifolia*, tem ocorrência em 49% na tipologia FAP+FAB+FD e, fenômeno aferido apenas no município de Feijó-AC, totalizando 2,1 bilhões de hastes e um volume de 155 milhões de m³.

Em relação ao *G. sarcocarpa*, foi aferida a sua ocorrência em 5 tipologias diferentes, apresenta destaques para as tipologias FAP+FAB+FD (51%), FAP-Aluvial (31%) e FABD (28%), de predominância na tipologia, respectivamente, totalizando 6,1 bilhões de hastes e 168 milhões de m³.

Já *G. weberbaueri*, apresentou 100% de predominância nas tipologias FAB-Aluvial e FAB+FAP+FD, e com relativa participação de ocorrência nas tipologias FAP+FAB, FABD+FAP e FABD, 83%, 77% e 72%, sendo que não foi registrada a ocorrência da espécie na tipologia FAP+FAB+FD.

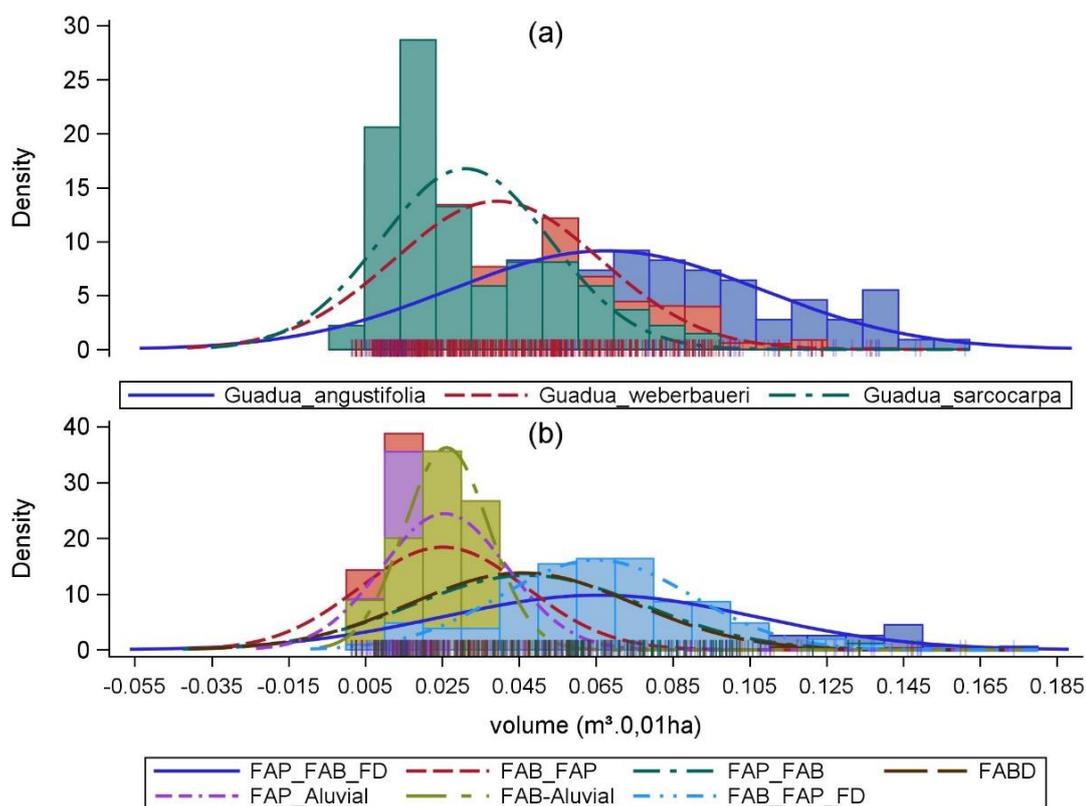


Na volumétrica da amostra, ocorre a predominância do *G. weberbaueri*, por ser a espécie de maior ocorrência no estado e, pelo fato de terem sido identificados colmos com espessuras maiores em relação à demais espécies, mesmo que em uma quantidade inferior que as demais.

De toda forma, e por ordem de ocorrência das médias unitárias, o *G. sacocarpa* apresentou maior volume relativo, seguido pelo *G. weberbaueri* e, por fim, pelo *G. Angustifolia*, sendo este último o que apresentou menor ocorrência em todas as tipologias dentro do intervalo de confiança.

No gráfico de normalidade abaixo, estão as curvas de distribuição com as suas respectivas densidades e volumes em função da ocorrência de *Guadua spp.* por tipologia (Figura 3).

Figura 3 – Curvas de distribuição por tipologia e por espécies de *Guadua* inventariadas.



Fonte: Funtac

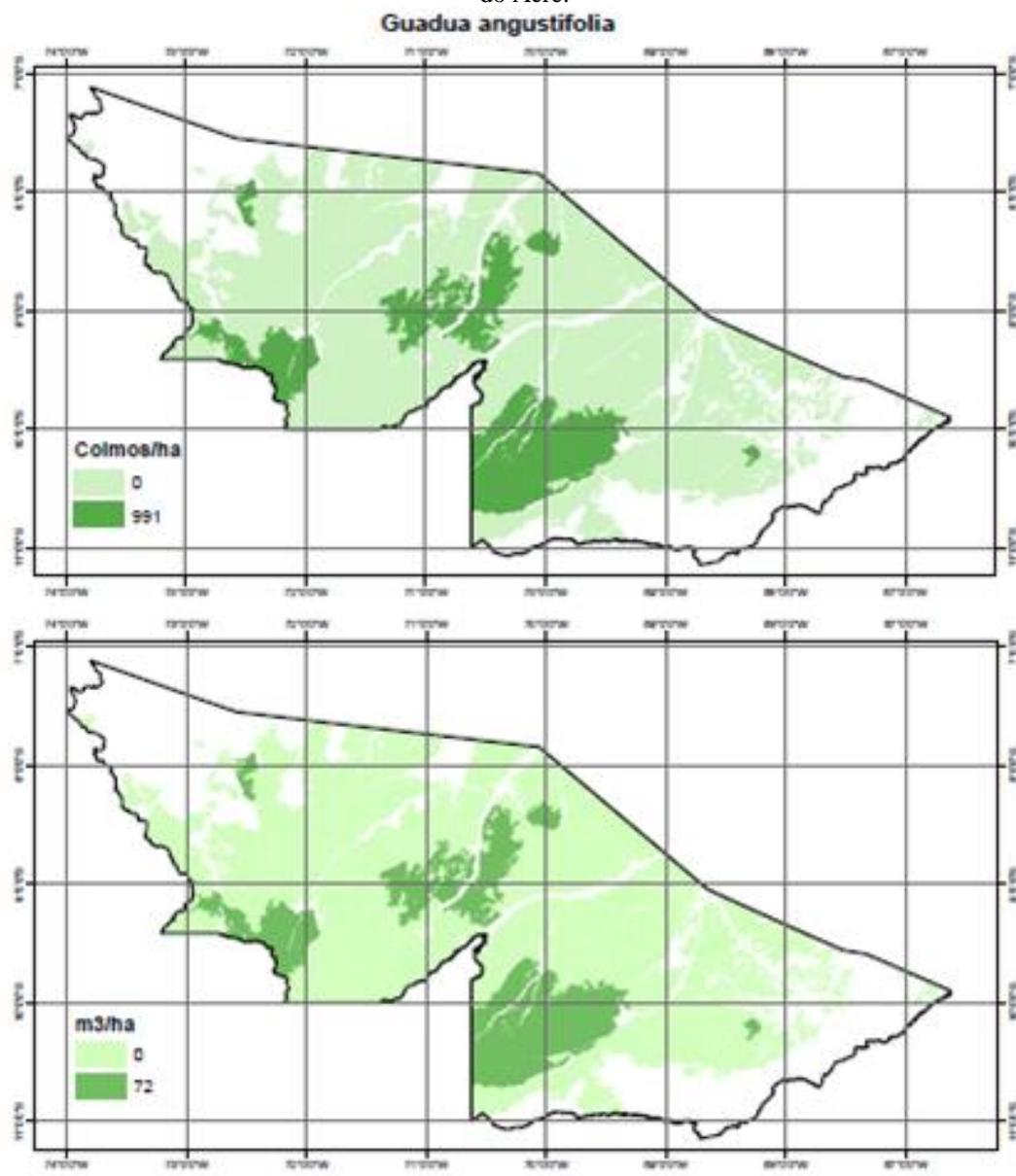
Para facilitar a visualização da ocorrência de número de colmos e da volumetria média por hectare agrupados por espécies, foi construída a figura 4, onde se pode observar que, em relação ao número de hastes por hectare, o *G. angustifolia* é a espécie com menor ocorrência, podendo chegar até a 991 hastes por hectare, seguido pelo *G. sacocarpa* com ocorrência máxima



de 1.033 hastes por hectare e, por fim a maior incidência de hastes é dado pela espécie *G. weberbaueri* na qual obteve-se um limite superior de até 1.515 hastes por hectares.

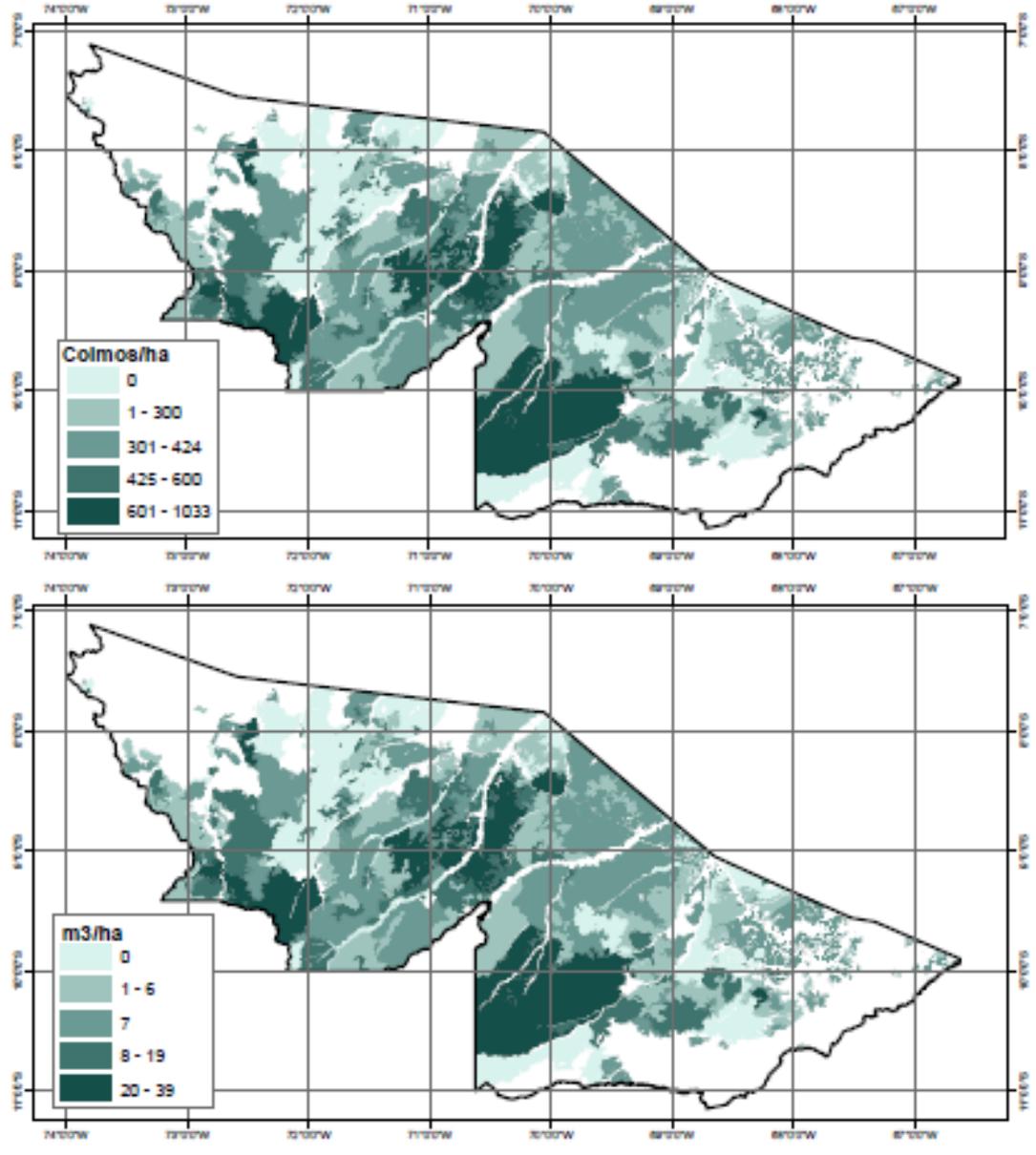
Já em relação aos volumes médios de volume de bambu por hectare, o *G. angustifolia* apresentou maiores volumes médios, chegando a até 72 m³/ha, seguido do *Guadua weberbaueri* e do *sacocarpa*, com limites superior de até, 35 e 89 m³, respectivamente.

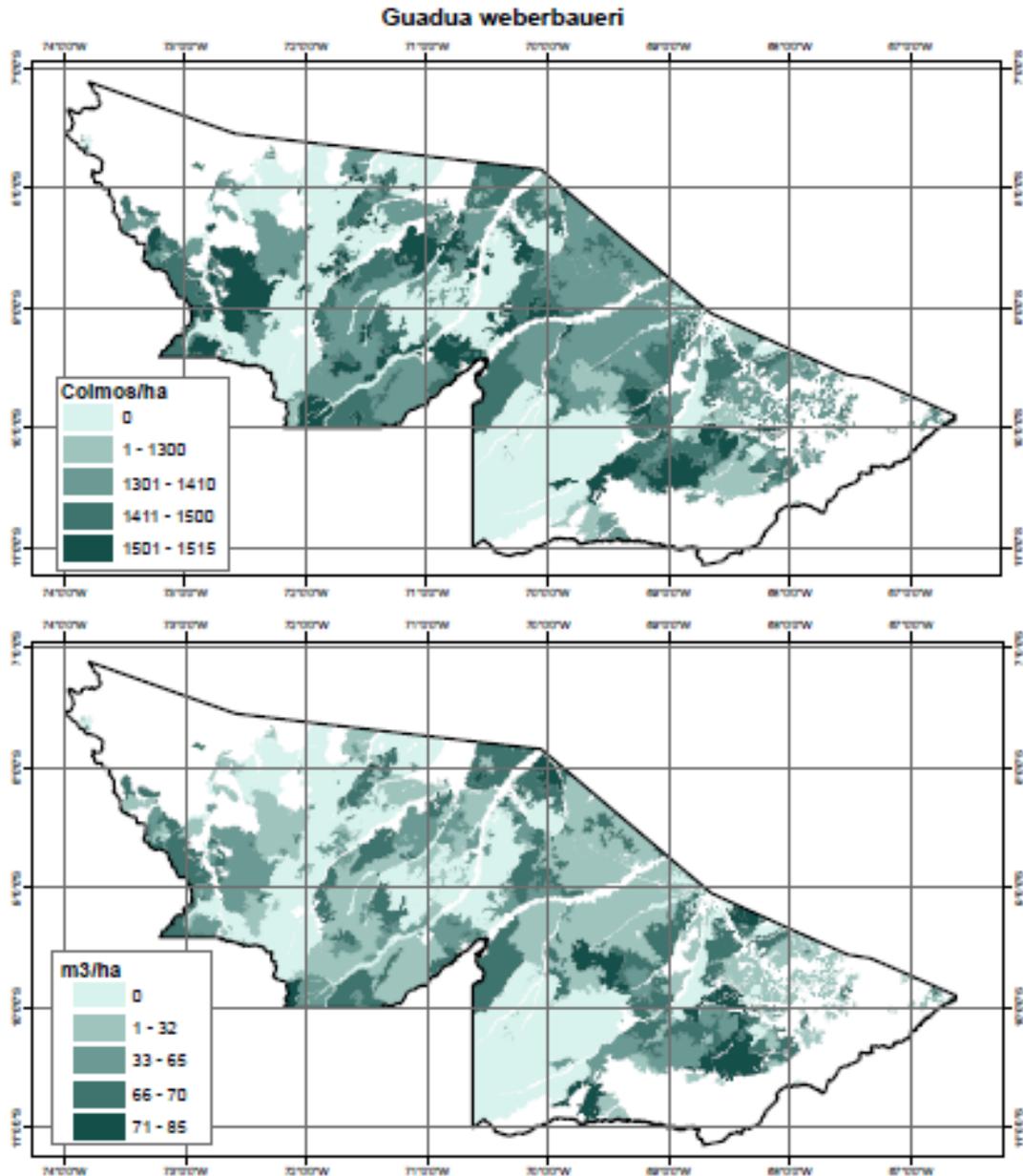
Figura 4 – Espacialização de numero de colmos e volume de bambu em m³, por espécie de ocorrência no Estado do Acre.





Guadua sarcocarpa



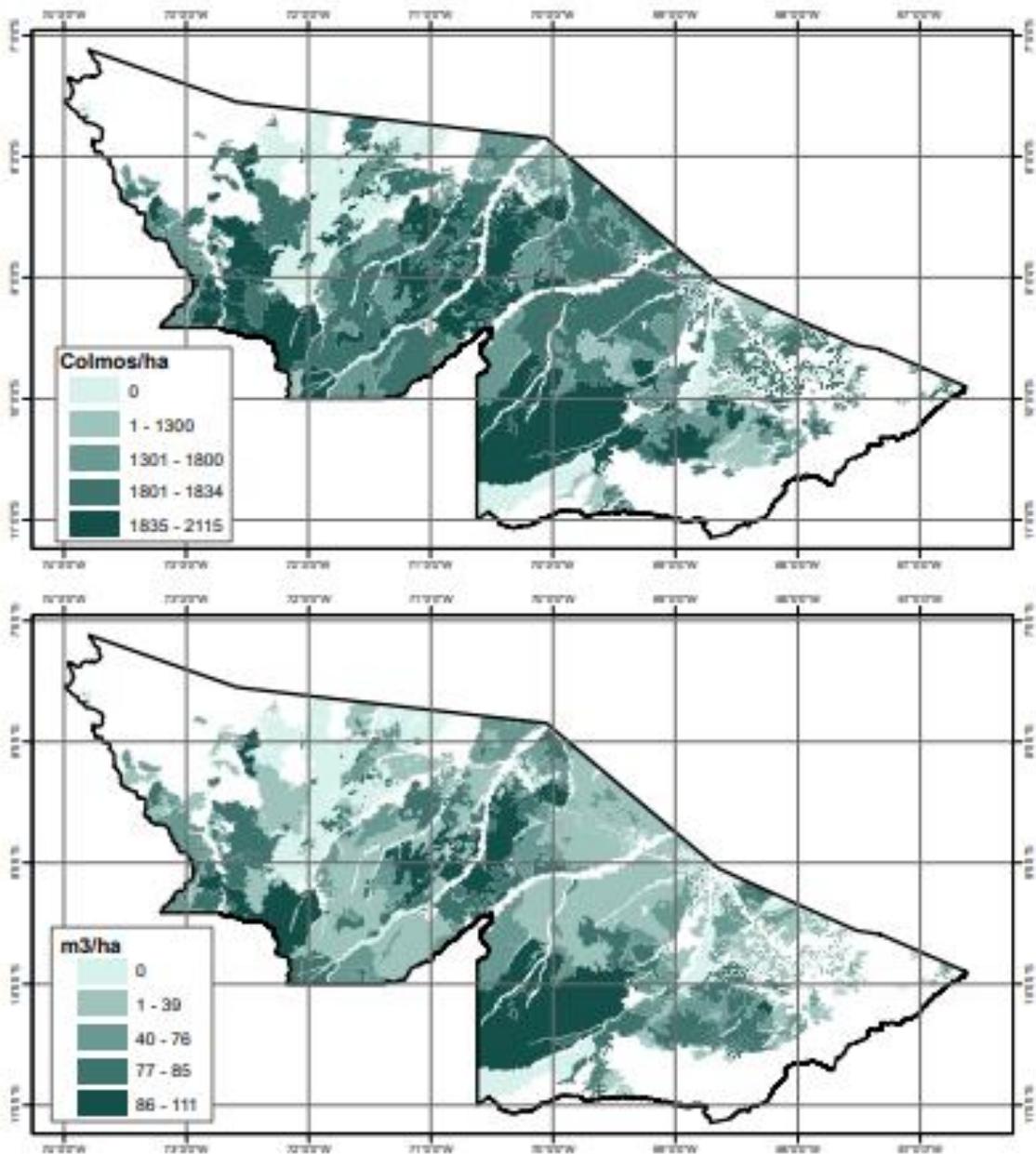


Fonte: Funtac

Analisando a espacialização geral acumulada do número médio por hectare, de colmos e volume de bambu por tipologia no Estado do Acre, é possível observar que a amplitude de ocorrência de colmos por hectare altera consideravelmente, podendo chegar a até 2.115 colmos, com concentração nas áreas mais remotas e menos antropizadas, como por exemplo, entorno da Reserva Extrativista Chico Mendes e região ao alto rio Iaco, médio Purus, e alto Murú e Tarauacá.

Já em relação ao volume de bambu no estado, foi estimado que o mesmo pode chegar em até 111 m³ de volume de bambu nas regiões acima descritas, sendo que a maior distribuição está concentrada nos intervalos que variam entres 40 e 85 m³ por hectáre em média, (Figura 5).

Figura 5 – Espacialização de ocorrências de colmos e volume de bambu em m³ por tipologias florestais no Estado do Acre.



Fonte: Funtac

Para o cálculo das estimativas totais, do número de hastes e do volume de bambu para o estado do Acre, Brasil, foram realizadas multiplicações dos índices médios do intervalo de



confiança de cada parcela (100m²) pela área equivalente a um hectare e em seguida pela área total das tipologias. Com base nesta modelagem e, considerando um intervalo de 95%, os resultados apontam para uma estimativa total ocorrência no Estado do Acre, Brasil, de aproximadamente 21,8 bilhões de hastes e 800,1 milhões de m³ de bambu, sendo que tais volumes estão distribuídos por tipologias florestais e espécies do gênero *Guadua* na Tabela 4, abaixo.

Tabela 4 – Estimativas totais do número de hastes e volumetria (em m³) por tipologia e espécies de *Guadua* no Estado do Acre.

<i>Guadua</i> Spp. / Tipologia Florestal	<i>G. angustifolia</i>		<i>G. sarcocarpa</i>		<i>G. weberbaueri</i>	
	Nº de hastes (Mil Unid.)	Volume (Mil M ³)	Nº de hastes (Mil Unid.)	Volume (Mil M ³)	Nº de hastes (Mil Unid.)	Volume (Mil M ³)
FAB - Aluvial	-	-	-	-	201.375	5.191
FAP - Aluvial	-	-	468.050	11.233	1.018.477	25.275
FAB + FAP	-	-	1.719.150	28.382	5.716.986	129.747
FAB + FAP + FD	-	-	-	-	779.220	50.949
FABD	-	-	987.300	31.265	2.492.933	106.958
FAP + FAB	-	-	677.370	13.547	3.386.850	158.053
FAP + FAB + FD	2.138.479	155.369	2.229.111	84.158	-	-

Fonte: Funtac

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros exploratórios norteadores e regulados para a exploração de bambu precisam ser direcionados em função dos critérios da destinação comercial. Nesta pesquisa, ficou estabelecido que, mantendo a preservação de brotos, e com o aproveitamento de todas as hastes jovem e adultas, existem no estado do Acre uma ocorrência estimada de 21,8 bilhões de hastes, equivalentes a um volume total de 800,1 milhões de m³ com potencial para a exploração comercial.

A exploração comercial do bambu em diversas cadeias produtivas distribuídas no mundo, com predominância na Ásia, tem sido caracterizada por ser uma atividade de baixo impacto ambiental, por apresentar potencial de geração de ativos econômicos e, por está alinhada a baixos impactos ambientais.

Caso está cadeia produtiva se consolide na Amazônia, mais especificamente no estado do Acre, com foco no fornecimento de insumos para setores moveleiros, da construção civil e demais setores que tem potencial de demandar a este recurso, a mesma pode se transformar em

alternativa sustentável viável nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, em detrimento a outros modelos de exploração dos recursos naturais ocorrentes na região atualmente.



REFERÊNCIAS

ACRE, Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre (ZEE-AC). Zoneamento ecológico econômico: recursos naturais e meio ambiente; documento final – 1ª fase. Rio Branco: **SECTMA**, 2000. V. 1, 116 P.

ACRE. Governo do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre - ZEE, Fase II (Escala 1:250.000): Documento Síntese. 2. Ed. Rio Branco: **SEMA**, 2010. 356p.

CARMO, L. F. Z. DO; AMARAL, E. F. DO; BARDALES, N. G. Ocorrência, volume, perdas e exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, p. 145-160. Brasil. 2017 in: DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. (Org.). Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia. Rio de Janeiro: **Instituto Ciência Hoje**, 2017. 655 p.

ENRÍQUEZ, M. A. Economia do Meio Ambiente – Teoria e Prática. Capítulo 3 - Economia dos Recursos Naturais. 2ª Edição. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2010. ISBN 978-85-352-3765-8. 2012. 378 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Texto para discussão (1782). A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios - Brasília: Rio de Janeiro: **IPEA**, ISSN 1415-4765. 2012. 12 p.

MOTTA; R. S. DA., Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. Instituto de Pesquisa Aplicada - **IPEA**, Rio de Janeiro. 2012. 12 p.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO A. L. Bambu de corpo e alma. Bauru, SP: **Canal 6 Projetos Editoriais**, 2007, p.240.



Bioeconomia do bambu nativo, Guadua spp. do Acre, Amazônia, Brasil

Bioeconomy of native bamboo, Guadua spp. from Acre, Amazon, Brazil

Márcio Muniz Albano Bayma¹

Jonny Everson Scherwinski Pereira²

Eufraan Ferreira do Amaral³

Amauri Siviero⁴

Luís Cláudio de Oliveira⁵

Fernando Wagner Malavazi⁶

Artur de Souza Moret⁷

Resumo

Um dos principais desacordos entre a economia e a ecologia, sob ponto de vista ecológico, deriva do fato de que a natureza tem processos cíclicos, enquanto os sistemas produtivos são pensados linearmente, sem considerar que todo sistema tem entradas e saídas. As atividades

¹Mestre em Economia, Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre - Embrapa Acre, Rodovia BR-364, Km 14, Rio Branco - AC, CEP: 69900-970. E-mail: marcio.bayma@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1953-4451>

²Doutor em Ciências, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Av. W5 Norte, Brasília – DF, CEP: 70770-917. E-mail: jonny.pereira@embrapa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6271-332X>

³Doutor em Agronomia, Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre - Embrapa Acre, Rodovia BR-364, Km 14, Rio Branco - AC, CEP: 69900-970. E-mail: eufraan.amaral@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9745-2104>

⁴Doutor em Agronomia, Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre - Embrapa Acre, Rodovia BR-364, Km 14, Rio Branco - AC, CEP: 69900-970. E-mail: amauri.siviero@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3037-7744>

⁵Mestre em Ciências de Florestas Tropicais, Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre - Embrapa Acre, Rodovia BR-364, Km 14, Rio Branco - AC, CEP: 69900-970. E-mail: luis.oliveira@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2261-9245>

⁶Master in Business Administration (MBA) em Gestão do Agronegócio, Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre - Embrapa Acre, Rodovia BR-364, Km 14, Rio Branco - AC, CEP: 69900-970.

E-mail: fernando.malavazi@embrapa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0914-4791>

⁷Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Av. Pres. Dutra, 2965, Olaria, Porto Velho - RO, CEP: 76801-058. E-mail: amoret@unir.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7371-5486>

econômicas extraem recursos naturais e transformam-nos em produtos e resíduos, em seguida transacionam esses produtos aos consumidores, que descartam ainda mais resíduos depois do consumo. Tal modelo precisa ser revisto diante do cenário exaurido já em alguns biomas, em função de intensos modelos de exploração econômica. Esta pesquisa analisa o potencial bioeconômico da oferta natural de bambu nativo no estado do Acre, Brasil. As florestas de bambu dominam as paisagens do Acre ocupando as tipologias florestais que ocorrem em 62% do território acreano. Em campo foi obtido através de inventários florestais o número de hastes áreas por tipologia florestal: Os resultados revelam um potencial de receita de 5,2 bilhões de dólares, rentabilidade a ser obtida através do fornecimento de matéria prima para a indústria moveleira, construção civil, energética, dentre outros segmentos produtivos, que utilizam esta biomassa à base de bambu.

Palavras-chave: Exploração Econômica. Bambusoideae. Sudoeste da Amazônia.

Abstract

One of the main disagreements between economics and ecology, from an ecological point of view, derives from the fact that nature has cyclical processes, while productive systems are thought of linearly, without considering that every system has inputs and outputs. Economic activities extract natural resources and turn them into products and waste, then transact these products to consumers, who dispose of even more waste after consumption. This model needs to be revised in view of the scenario already exhausted in some biomes, due to intense models of economic exploitation. This research analyzes the bioeconomic potential of the natural supply of native bamboo in the state of Acre, Brazil. Bamboo forests dominate the landscapes of Acre, occupying the forest typologies that occur in 62% of Acre's territory. In the field, the number of stems per forest type was obtained through forest inventories: The results reveal a revenue potential of 5.2 billion dollars, profitability to be obtained through the supply of raw material for the furniture industry, civil construction, energy, among other productive segments, which use bamboo-based biomass.

Keywords: Economic Exploitation. Bambusoideae. Southwest Amazon.

Introdução

Em meio às crescentes discussões acerca dos impactos causados pelas mudanças climáticas, motivados pelo uso de recursos naturais de forma cada vez mais intensa, termos

como a bioeconomia, valoração de ativos ambientais, “serviços ecossistêmicos” e economia circular, dentre outros, são destaque entre e instituições públicas e privadas que discutem alternativas para mudar este cenário.

O surgimento de fenômenos como: a. o aumento da temperatura que segundo as Organizações das Nações Unidas pode aumentar ainda em mais 1,5° centígrados até os anos 2030, b. a intensificação da redução das geleiras polares, c. início de processos de desertificações em algumas regiões do planeta, geram impactos e instabilidades ambientais que todos os seres vivos de forma direta ou indiretamente já estão sendo afetados.

Na verdade, tais discussões, apesar de se intensificarem nos últimos anos, não é tão recente, May, et al. (2010) afirma que “o papel da economia na política e prática de gestão ambiental, antes de um assunto abordado apenas por autores com Pigou e Hotelling, entrou definitivamente na agenda a partir dos anos 1960. Nessa década, as projeções catastróficas acerca da finitude dos recursos naturais evidenciaram a falta de atenção aos aspectos ecológicos nos moldes econômicos praticados. Surgiram nesse período diversas escolas de pesquisa, tanto do *mainstream* neoclássico quanto dos precursores da economia ecológica. Autores como Kenneth Boulding que publicou o livro *The Economics of the Coming Spaceship Earth* em 1966; Herman Daly autor de *On Economics as a Life Science*, de 1968 e e Nicholas Gerogscu-Roegen que em 1971 reportou na publicação *The Entropy Lay and the Economic Process*. Todos estes autores examinaram os limites da capacidade de suporte do planeta elaborando princípios para nortear políticas publicas específicas visando valorizar a economia ecológica.

Para a iniciativa TEEB-BRASIL, “ignorar ou não valorizar o capital natural nas previsões, modelagens e avaliações econômicas pode levar a políticas públicas ou decisões de governo acerca de investimentos que agravam a degradação dos solos, do ar, da água e de recursos biológicos provocando um impacto negativo em uma série de objetivos sociais e econômicos, IPEA (2013).

Segundo a OCDE (2009), “As ciências biológicas estão agregando valor a uma série de produtos e serviços, produzindo o que alguns rotularam como “bioeconomia”. De uma perspectiva econômica ampla, a bioeconomia se refere ao conjunto de atividades econômicas relativas à invenção, desenvolvimento, produção e uso de produtos e processos biológicos.”

No entanto, “Um dos principais pontos de desacordo entre a economia e a ecologia, deriva do fato de que a natureza tem processos cíclicos, enquanto os sistemas produtivos são pensados linearmente, sem considerar que todo sistema tem entradas e saídas.

Já segundo a Embrapa (2022), o termo bioeconomia representa é um modelo de

produção industrial baseado no uso de recursos biológicos. Tendo como objetivo oferecer soluções para a sustentabilidade dos sistemas de produção com o objetivo de substituir recursos fósseis não renováveis. Neste contexto, vale ressaltar ainda que, “o aspecto crucial que responde em grande parte pelo desaparecimento dos recursos renováveis é a incompatibilidade entre as dinâmicas biológicas (que determina sua evolução) e a econômica (que determina o ritmo de exploração do recurso). Pela dinâmica biológica o estoque de recurso renovável não é fixo; ele cresce na medida em que apresenta condições de se expandir, porém sua expansão está submetida a um limite máximo que é definido pela capacidade de suporte do seu ecossistema.

A dinâmica econômica, por sua vez, pressiona para o declínio de um recurso na média em que sua taxa de extração exceder, de modo persistente, a taxa de crescimento do recurso. Dessa forma, o principal desafio de teoria econômica convencional dos recursos renováveis é identificar qual a trajetória de exploração de uma população animal ou vegetal. Submetida a um dado nível de extração” (Enríquez, 2010).

Outrossim, há de considerar e como foi comprovado por esta pesquisa, os ativos como o Bambu estão atualmente, com uma crescente demanda no mercado internacional, justificada por ser um produto com: a. baixo impacto ambiental, b. apresenta características peculiares como aspectos relacionados a resistência dos materiais quando tratados e utilizados na construção civil, c. maior poder calorífico quando se emprega como carvão.

Especificamente, em relação às espécies de bambu *Guadua*, Lima et al. (2014) reportaram que: a. são espécies de bambu de maior demanda, conhecido como o mais importante de América Latina e um dos mais importantes a nível mundial, b. boa aceitação por parte do setor produtivo devido a facilidade de propagação, c. são de rápido crescimento que em pouco tempo pode formar bosques, d. apresentam excelentes características como material de construção,

As principais contribuições das populações de bambu *Guadua* ao meio ambiente são: a. produção de biomassa, b. redução da erosão, c. retenção de água, d. regulação de caudais hídricos, e. redução da temperatura, f. fixação de dióxido de carbono, e nichos de hospedeiros de fauna e flora. Além do mais, outrossim, há de se considerar bambu tem rápido crescimento, e que por tais motivos é considerado um recurso natural renovável, em detrimento de algumas espécies florestais que demoram mais de 25 anos para se regenerar.

O Brasil, de acordo com Londono (1999), possui a maior diversidade de bambu e, também, a maior concentração de florestas com bambu das Américas. No Brasil foram identificadas 137 espécies de bambu que representa 32% do total do continente americano.

No estado do Acre, as florestas com *Guadua* spp., são conhecidas por tabocais ocorrendo espécies de bambu lenhoso, algumas de excelente qualidade e potencial econômico de uso econômico. (Almeida, 2017).

Segundo Bayma et. Al, (2023), a ocorrência de bambu *Guadua* no Estado do Acre, é de aproximadamente 21,8 bilhões de hastes perfazendo um total de 800,1 milhões de m³ de bambu distribuídos por tipologias florestais distintas.

Desta forma, esta pesquisa tem como objetivo estimar o valor bioeconômico do bambu *Guadua* spp. que ocorre no Acre visando a consolidação de uma economia de baixo impacto ambiental e seja economicamente viável, através da estimativa do potencial deste recurso abundante no Acre como biomassa para a indústria moveleira e energética.

Metodologia

2.1 Localização Geográfica

As áreas de estudo estão localizadas no estado do Acre, Brasil, local em que foram escolhidos 07 municípios para o estabelecimento das parcelas amostrais e coleta dos dados, sendo eles: Feijó-AC, Manoel Urbano-AC, Sena Madureira-AC, Bujari-AC, Rio Branco-AC, Porto Acre-AC e Xapuri-AC, Figura 1.

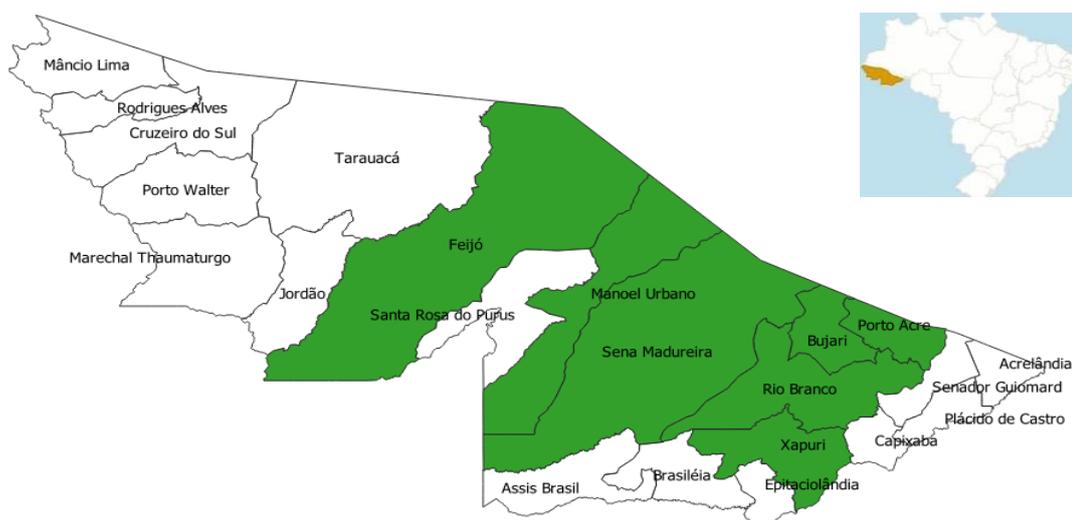


Figura 1 – Distribuição dos municípios em que foram realizados inventário florestal de ocorrência de bambu.

Fonte: Autor da pesquisa

2.2 Fonte dos Dados

Os dados referenciados nesta pesquisa foram obtidos da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – Funtac, e foram devidamente autorizados para serem utilizados como fonte de dados primários, através de termo de confidencialidade firmado com o autor.

2.3 Amostragem Utilizada, Tabulação e Tratamento dos Dados

A definição do sistema de amostragem levou em conta o tamanho e as condições de acesso até as áreas inventariadas, as características da população inventariada e a experiência de levantamentos similares na região. As áreas amostrais equivalem a 9 unidades primárias com 4 unidades secundárias para cada um dos 7 municípios inventariados, totalizando 67 conglomerados, com uma área de 400 m².

Os dados de campo foram digitalizados e sistematizados com o uso do software MS Excel. Já o tratamento estatístico foi realizado utilizando o software de análise de dados SAS – *Software de Analytics & Soluções*.

2.4 Taxa de Conversão de Biomassa em Carvão

A taxa de rendimento da produção de carvão de bambu, foi de 28,08% por cento, rendimento médio este é próximo ao obtido por Gutiérrez (2015), que varia entre 30,07 e 31,66 % produção de carvão vegetal de *Guadua* angustifolia. Já Otávio et al. (1987), que trabalharam a uma temperatura máxima de 550 °C, obtiveram um rendimento de carvão de 32,7 %, também utilizando como matéria prima a espécie para *Guadua* angustifolia e, por fim, Kunth; que também utilizou a mesma espécie obteve um rendimento de carvão de 32%, a uma temperatura máxima de 500 °C. De toda forma e para fins de parâmetros, nesta pesquisa foi utilizado a média dos rendimentos aferido pelos diferentes autores, ou seja, 30,90% (Tabela 1).

Autor	Taxa aferida de conversão (%)
Gutiérrez (2015)	30,07
Gutiérrez (2015)	31,66
Otávio e col. (1987),	32,70
Gonzales (2002)	32,00
Brigas, 2020	28,08
Média	30,90

Tabela 1. Taxa de conversão de biomassa em carvão de bambu

Fonte: Dados secundários

2.5 Parâmetros de Transformação e Monetização do Ativo

Segundo Bayma et al. 2023, “na estimativa de ocorrência natural de bambu no Acre, foram identificadas 21,8 bilhões de hastes”, destes esta pesquisa distribuiu 65% do volume para a produção industrial de Compensado, Painéis, Pisos, etc. com uma perda de 5% em função de imperfeições e de material inapropriado e, para a produção de carvão foi considerado os 35% restantes da estimativa, considerando ainda a aplicação do índice de conversão de biomassa em carvão que, segundo Brigas, (2020) é 30,90%.

O valor da matéria prima no mercado pago pela indústria foi estimado em 33% de 1 dólar por unidade haste comercializada para a exploração comercial. Lembrando que neste ensaio, está sendo considerado o valor da haste *in loco*, na forma de matéria prima a se ser explorada, devendo se agregada ao custo do produto final os valores referentes aos demais itens de transformação, ou seja, exploração, industrialização e demais custos comerciais.

Resultados e Discussões

3.1 Mercado Consumidor de Derivados de Bambu Destinados à Construção Civil, Movelaria e à Produção de Carvão Vegetal

Visando a alta demanda de recursos devido à expansão do setor da indústria civil, bem como a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a produção de moveis e geração de energia, o uso da biomassa do bambu, nesse contexto se apresenta como uma matéria prima de baixo custo, baixa energia de produção, alto desempenho e destaca-se por ser um material leve e resistente – quando comparado a outros materiais. “Além disto, seus processos de pré fabricação contribuem para um canteiro de obras mais limpo e racionalizado, com uma otimização de tempo e recursos”. (Alves, 2019)

O Bambu como fonte de matéria prima para a indústria da construção civil, movelaria e para a produção de carvão, está com uma demanda crescente no mercado internacional.

Somente relacionados ao bambu, existem mais de 18 categorias para tais produtos na base da ONU que concentra estas transações, o UN COMTRADE, é atualmente um dos maiores repositórios de dados do comércio internacional do mundo. Ele contém mais de 3 bilhões de registros de dados disponível publicamente na internet, com registro desde o ano de 1962.

Nesta base todos os valores das mercadorias são convertidos das moedas nacionais para dólares americanos, usando as taxas de câmbio fornecidas pelos países repórteres ou derivadas das taxas mensais do mercado e do volume de negócios. As quantidades, quando fornecidas com os dados do país relator e quando possível, são convertidas em unidades métricas e, por fim, todos os produtos possuem um código centralizador, o código HS (Sistema Harmonizado). Nesta plataforma, foram identificados, dentre os 18 códigos descritos anteriormente, 08 deles por serem exatamente, as matérias primas ou objetos como painéis e moveis de bambu além do carvão. Conforme descrito abaixo na Tabela 2.

Item	Código HS	Produtos	Categoria
01	140110	Matérias-primas de bambu	Matérias-primas de bambu
02	440210	Carvão de bambu	Carvão de bambu
03	440921	Piso de bambu	Painéis à base de bambu
04	441210	Compensado de bambu	
05	441873	Painéis de revestimento de bambu montados usados para construção	Painéis de bambu para construção
06	441891	Outros painéis de bambu usados para construção	
07	940382	Móveis de bambu	Móveis de bambu
08	940152	Assentos de bambu	
09	200591	Brotos de bambu	brotos de bambu
10	441911	Tábuas de cortar bambu	Utensílios de mesa e utensílios de cozinha de bambu
11	441912	Pauzinhos de bambu	
12	441919	Varas de bambu pequenas	
13	442191	Artigos de bambu de uso diário	Artigos de bambu de uso diário
14	460121	Tapetes/telas de bambu	Produtos tecidos de bambu
15	460192	Tranças de bambu semiacabadas e artigos de trançar	
16	460211	Cestaria de bambu/produtos de vime	
17	470630	polpa de bambu	Artigos de papel e celulose de bambu
18	482361	artigos à base de papel de bambu	Artigos de papel e celulose de bambu

Tabela 2 – Relação de códigos HS destinados ao registro de comercialização de matérias primas ou de derivados da industrialização do bambu e sistematizados na base Un Comtrade.

Fonte: Un ComTrade (2023)

De modo agregado, os 10 tipos de produtos registrados na ComTrade, relacionados à oferta global de bambu, mesmo em formato de matéria-prima, pisos, placas de madeira e corvão, registrou um crescimento constante entre 2013, 2017 e 2021, com registro de volumes exportados entre países de 381, 707 e 818 milhões de dólares, respectivamente. Somente os valores transacionados em 2021, equivalem a 5,5 bilhões de reais. Figura 2.

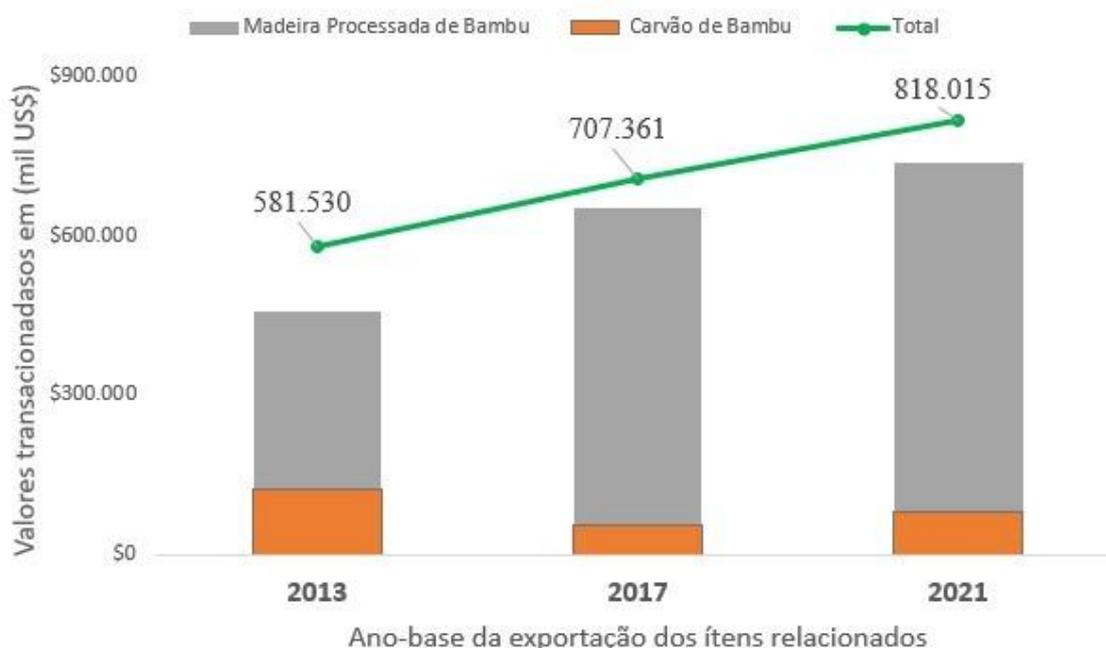


Figura 2. Evolução do comércio mundial exportador de derivados do bambu entre 2013 e 2021.
 Fonte: Un ComTrade (2023)

De acordo com o critério de códigos HS selecionados, após a realização de uma pesquisa deste comércio, tomando como base os anos de 2013, 2017 e 2021, foi identificado que o mercado internacional que comercializa matéria prima e objetos produzidos que possuem a matéria prima o bambu é um mercado crescente.

Somente em 2021, segundo dados da ONU/ComTrade, foram realizadas exportações para países distintos, que totalizaram mais de 800 milhões de dólares americanos, sendo que a maior concentração desse mercado foi o mercado americano, Figura 3.



Figura 3 – Principais países exportadores de produtos à base de bambu.
 Fonte: Un ComTrade (2023)

Outra característica interessante é a crescente demanda global por estes ativos é o fato de que alguns países, possivelmente, procurando manter seus contratos, realizam a reexportação dos produtos, com destaque novamente para os EUA que, em 2021 reexportou mais de 1,8 milhões de dólares.

3.2 Estimativa do Valor de Mercado do Bambu Nativo do Acre em Forma de Matéria Prima para a Indústria Moveleira e Energética

O bambu tem potencial para ser matéria prima para produtos e mercados como: mercados de a. gêneros alimentícios, b. construção civil, c. indústria moveleira, d. indústria têxtil e energia. De toda forma, o seu uso vai depender principalmente do comportamento das suas variáveis dendrométricas, como por exemplo, apenas bambus que atendem a critérios específicos podem ser utilizado para produzir o bambu laminado colado (BaLC), onde é necessário que os colmos sejam apropriados à produção da ripa apresentem: a. espessura de parede acima de 15 mm b. comprimento da peça acima de 120 cm, c. diâmetro superior a 140 mm, d. distância mínima dos entrenós de 300 mm e não devem apresentar deformações nem fissuras (Almeida, 2017).

No entanto, Ostapav et al. (2015) reportaram a ocorrência outros de usos e formas aplicadas bambu, que envolve processos industriais com grande aplicação na movelaria e na construção e, com exceção do BaLC, sendo que todos os outros processos para a produção das placas de bambu, podem utilizar o bambu nativo do Acre como matéria prima, uma vez o padrão de ocorrência dendrométricas dos bambus nativos são bastante desuniformes. (Figura 4)



Figura 4 – Produtos industrializados obtidos a partir de do bambu como matéria prima.

Fonte: Ostapav et al., (2015).

Em se pensando na oferta do bambu para a produção de placa de bambu e tendo a parte residual o aproveitamento para a produção de energia, na forma de carvão, toda a oferta natural estimada no Acre por Bayma (2023), pode ser utilizada gerando renda e ao mesmo tempo mitigando o impacto florestal na Região, uma vez que tais produtos são bens substitutos a produtos similares produzido com uso de madeira. De toda forma, o desafio seria a viabilização da exploração comercial de forma sustentável ambientalmente e viável economicamente. Pois, há de se considerar os desafios de exploração de toda esta oferta natural no estado do Acre, uma vez que diversos são os desafios logísticos.

Desta feita, Carmo et. Al., (2017), apresentou um índice de logística, que varia de zero a 1 (sendo que, quanto mais se aproximar de 1, menores serão custos e desafios de exploração), para a exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, Brasil, em que, considerando fatores de acesso terrestre e fluvial e tipo de relevo, dentre outras variáveis, classificou as melhores áreas para exploração do ativo no estado do Acre (Figura 5).

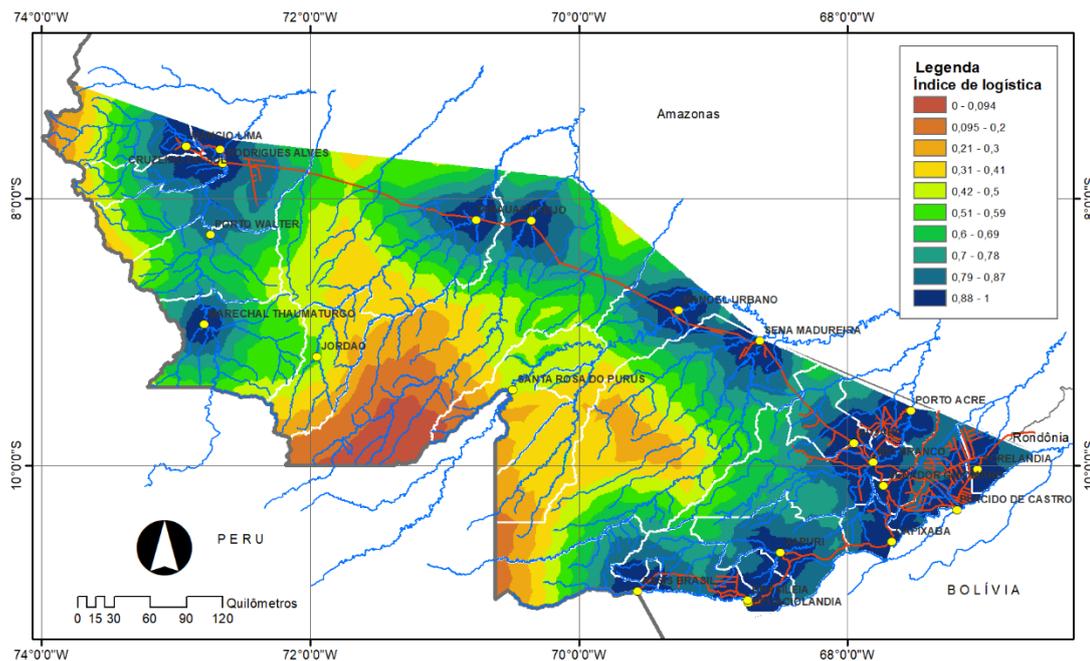


Figura 5 - Índice de logística para a exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, Brasil
Fonte: Carmo et. al., (2017).

Ainda segundo Carmo et. al., (2017), “Apesar de apresentar alto potencial devido a densidade de bambu, a tipologia Floresta Aberta com Bambu Dominante apresentou um índice de logística de 0,55, em função da localização das manchas. As duas tipologias de maior potencial (0,75) foram a Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeira e Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeira + Floresta Densa, nas quais as áreas com bambu correspondem a 50% e 40%, respectivamente, apresentando inteligência territorial estratégica para planejar o processo de exploração e transporte. E ainda” As manchas de maior potencial são pequenas e estão distribuídas nos municípios de Assis Brasil, Brasileia, Acrelândia, Rio Branco, Porto Acre, Sena Madureira, Manuel Urbano, Feijó, Mâncio Lima, Cruzeiro do Sul e Marechal Thaumaturgo”, reiterando sobre a necessidade de se aplicar “inteligência territorial estratégica para planejar o processo de exploração e transporte”. Corroborando com tais resultados, Bayma et.al, 2023, ilustrou por tipologia a espacialização da ocorrência de bambu nativo no Acre, figura 6.

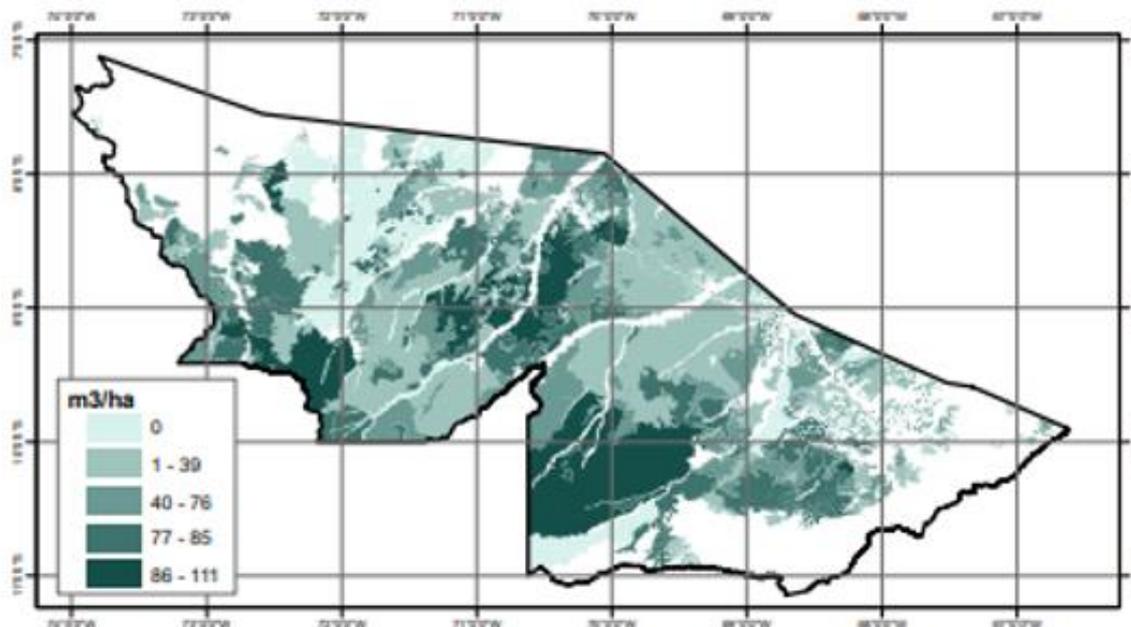


Figura 6 – Espacialização de ocorrências de hastes/colmos e volume de bambu em m³ por tipologias florestais no Estado do Acre.

Fonte: Bayma et al., (2023)

Seguindo os critérios de classificação de hastes apropriadas para a comercialização e com base nos inventários florestais realizados em 2020, foram estimados, a preço de matéria prima nativa a ser explorada, com base parâmetros de aferição de volumes e extrapolados de acordo com modelos estatísticos e possíveis demandas mercadológicas (tabela 3).

<i>Guadua</i> Spp. / Tipologia Florestal	Placas de bambu	Carvão vegetal de bambu	Totais
FAB + Aluvial	41.035	7.187	\$48.222
FAP + Aluvial	302.917	53.053	\$355.970
FAB + FAP	1.515.299	265.392	\$1.780.691
FAB + FAP + FD	158.786	27.810	\$186.596
FABD	709.184	124.208	\$833.392
FAP + FAB	828.186	145.050	\$973.236
FAP + FAB + FD	890.006	155.877	\$1.045.883
Totais	\$4.445.413	\$778.577	\$5.223.990

Tabela 3 – Estimativa de valores para o bambu nativo para ser comercializado como matéria prima para a produção de placas e de carvão vegetal nas diferentes tipologias no Acre (em dólares) .

Sendo: FAB - Aluvial - Floresta Aberta com Bambu em Áreas Aluviais; FAP - Aluvial - Floresta Aberta Aluvial com Palmeiras; FAB + FAP - Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras; FAB + FAP + FD - Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Densa; FABD - Floresta Aberta com Bambu Dominante; FAP + FAB - Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu; FAP + FAB + FD - Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa.

Fonte: Dados da pesquisa

Com base nos dados apresentados, a oferta natural de bambu a ser destinada como matéria prima para a produção de placas de bambu, tem um valor total estimado de 4,4 bilhões de dólares, de acordo com os preços praticados no mercado internacional e no cenário local. E para a produção de carvão de bambu, considerando que no inventário realizado foi estabelecida a utilização de 35% do volume total da biomassa do estado, teve seu volume estimado em 778,5 milhões de dólares.

Considerações Finais

Por fim, esta pesquisa atribuiu os valores do potencial bioeconômico da oferta de bambu nativo no estado do Acre. Lembrando que está sendo considerado o valor da haste *in loco*, na forma de matéria prima a ser explorada, devendo-se agregada ainda, ao custo do produto final, os valores referentes à licenciamento ambiental, extração, transporte, transformação e aos demais custos comerciais.

O valor total aferido de matéria-prima oriunda do bambu nativo do estado do Acre, com base nas estimativas estatísticas apresentadas nesta pesquisa é de 5,2 bilhões de dólares, de acordo com os preços praticados no mercado internacional.

A atividade, já caracterizada por ser uma atividade de baixo impacto ambiental apresenta potencial de geração de ativos econômicos, aliada a possíveis ganhos ambientais em alternativa a outras atividades de exploração dos recursos naturais na Amazônia.

Acredita-se que outras contribuições científicas complementares e transversais possam contribuir também com o direcionamento para uma melhor relação entre os ativos envolvidos na produção, neste caso o bambu, e os impactos diretos da atividade e seus desdobramentos sob a óptica ambiental, social e econômica, com vistas na melhoria dos índices desenvolvimento sustentável da Região.

Referências

- Almeida, J. G. de. **Bambu como insumo industrial no Brasil: reflexão sobre o papel da pesquisa na produção do bambu laminado colado (BaLC)**. Livro *Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia*. Rio de Janeiro: ICH, 2017. 655 p.; 16x23 cm. Apêndice ISBN 9788589962223
- Alves, A. A. **USO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL: aplicações estruturais e arquitetônicas para um desenvolvimento sustentável**. 2019. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

- Bayma, M. M. A., Pereira, J. E. S., de Oliveira, L. C., do Amaral, E. F., Siviero, A., & Moret, A. de S. (2023). **Estimativa de volume de Bambu *Guadua* spp. do Acre, Amazônia, Brasil**. *DELOS: DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE*, 16(42), 471–488. <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n42-030>
- Bringas, Gilber Paolo Zamora “**El carvão de *Guadua angustifolia* kunth procedente de los residuos del aprovechamiento de plantaciones forestales como enmienda orgânica para el suelo**”. Tese. Universidad Nacional Agraria la Molina. Peru. 2020. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4483>, acessado em 03/05/2023.
- Carmo, L. F. Z. do; Amaral, E. F. do; e, Bardales, N. G. **Ocorrência, biomassa, perdas e exploração de bambu em florestas da Amazônia no Acre, Brasil**. Livro *Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia*. Rio de Janeiro: ICH, 2017. 655 p.; 16x23 cm. Apêndice ISBN 9788589962223
- UN COMTRADE, **Base de dados comerciais da ONU**. disponível em <https://comtrade.un.org/data>, acessado 01/05/2023
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Bioeconomia: a ciência do futuro no presente**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-bioeconomia/sobre-o-tema>.
- Enríquez, M. A. **Economia do Meio Ambiente – Teoria e Prática**. Capítulo 3 - Economia dos Recursos Naturais. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. ISBN 978-85-352-3765-8
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **A economia de ecossistemas e da biodiversidade no Brasil (TEEB-BRASIL): Análise de lacunas**. 2013 - Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 1990ISSN 1415-4765.1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. CDD 330.908
- May, P. H. **Economia do Meio Ambiente – Teoria e Prática**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. ISBN 978-85-352-3765-8
- Organization for economic cooperation and development (OCDE). **Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda**. 2009. Disponível em: <https://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/thebioeconomyto2030designingapolicyagenda.htm>. Acesso em: abr. 2021.
- Ostapav, F.; Salomon, C.; Gonçalves, M.T.T.; “**Estrutura da Madeira de Bambu mossô (*Phyllostachys pubescens*) e seus usos industriais - perspectivas para o mercado brasileiro**”. XI Encontro Brasileiro de Madeiras e Estruturas em Madeira - EBRAMEM, Londrina, PR, julho 2008.

Submetido em: 16.05.2023

Aceito em: 20.06.2023