

**MANEJO FLORESTAL
SUSTENTÁVEL NA
AMAZÔNIA E A UTILIZAÇÃO
DE RESÍDUOS GERADOS DE
ESPÉCIES NATIVAS**

**SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT IN THE AMAZON AND THE
UTILIZATION OF WASTE GENERATED BY NATIVE SPECIES**

Ciências Agrárias, Engenharias • 03/05/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/777668639](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/777668639)

João Pedro de Souza Coelho¹

Marta Silvana Volpato Scoti²

Rosalina Alves Nantes³

Ariane Cristine Rebelo Lima⁴

Danilo da Silva Marinho⁵

Natália Malavasi Vallejo⁶

Railinson Baumann Lopes⁷

Adjalma Campos de França Neto⁸

Fabício Moraes de Almeida⁹

RESUMO

Este artigo faz um estudo sobre o processamento da madeira que evidenciam a importância de técnicas que maximizem a utilização de resíduos madeireiros, especialmente de florestas nativas sob manejo sustentável. Além disso, tem como objetivo quantificar o volume e o teor de taninos condensados das cascas residuais de Tauari (*Couratari guianensis*) e Jequitibá (*Allantoma lineata*), visando maximizar o aproveitamento de resíduos e promover práticas de manejo sustentável. Foram selecionadas cinco árvores de cada espécie provenientes de uma Unidade de Manejo Florestal, localizada na Floresta Nacional do Jamari, Rondônia. Os fustes comerciais provenientes de cada árvores foram seccionados em toras e cubados com e sem casca pelo método de Smalian. Três amostras de casca (3 x 5 cm) foram coletadas das posições base, meio e topo de cada tora dos fustes comerciais. No laboratório, as amostras foram moídas utilizando um moinho tipo Willey e os extratos foram preparados para a extração do tanino. Foram determinados o teor de sólidos totais (TST), o índice de Stiasny (IS) e o teor de taninos condensados (TTC). A análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade foram aplicados às médias do volume de casca, percentual de casca e o fator de casca ao longo do comprimento do fuste comercial, a fim de verificar diferenças estatísticas. Em 2023, foram colhidos 2222,15 m³ de madeira de Tauari e 1176,89 m³ de Jequitibá. As cascas de Tauari representaram 5,37% do volume total do fuste, enquanto Jequitibá representou 4,12%, o que resultou em 19.453,09 kg e 6.987,10 kg de casca para cada espécie, respectivamente. Observou-se um aumento no volume de casca da base para o topo. Tauari apresentou um teor de sólidos totais de 14,20%, superior aos 5,44% de Jequitibá. O teor de taninos na casca de Tauari foi de 3,21% de Jequitibá, 1,07%. Portanto, estima-se que ao final da colheita, haveria a produção de 624,38 kg e

74,8 kg de tanino para Tauari e Jequitibá, respectivamente, o que demonstra potencial das cascas das espécies para usos diversos e se sugere a continuidade dos estudos avaliando-se outros métodos de extração de tanino e suas aplicações.

Palavras-chave: Floresta Amazônica; Taninos; Aproveitamento de resíduos; Processamento de Madeira.

ABSTRACT

Studies on wood processing highlight the importance of techniques that maximize the utilization of wood residues, particularly from native forests under sustainable management. This study aimed to quantify the volume and the condensed tannin content of residual bark from Tauari (*Couratari guianensis*) and Jequitibá (*Allantoma lineata*), with the goal of maximizing residue utilization and promoting sustainable management practices. Five trees of each species were selected from a Forest Management Unit located in the Jamari National Forest, Rondônia. The commercial stems from each tree were sectioned into logs and measured with and without bark using the Smalian method. Three bark samples (3 x 5 cm) were collected from the base, middle, and top positions of each log from the commercial stems. In the laboratory, the samples were ground using a Willey mill, and extracts were prepared for tannin extraction. The total solid content (TST), Stiasny index (SI), and condensed tannin content (CTC) were determined. Analysis of variance and Tukey's test at a 5% significance level were applied to the means of bark volume, bark percentage, and bark factor along the length of the commercial stem to verify statistical differences. In 2023, 2,222.15 m³ of Tauari wood and 1,176.89 m³ of Jequitibá wood were harvested. The bark of Tauari accounted for 5.37% of the total stem volume, while Jequitibá accounted for 4.12%, resulting in 19,453.09 kg and 6,987.10 kg of bark for each species, respectively. An increase in bark

volume from the base to the top was observed. Tauari showed a total solid content of 14.20%, higher than Jequitibá's 5.44%. The tannin content in Tauari bark was 3.21%, while Jequitibá's was 1.07%. Thus, it is estimated that by the end of the harvest, 624.38 kg and 74.8 kg of tannin would be produced for Tauari and Jequitibá, respectively, demonstrating the potential of these species' bark for various uses. Further studies evaluating other tannin extraction methods and their applications are suggested.

Keywords: Amazon Rainforest; Tannins; Waste utilization; Wood processing.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se atribuído uma importância cada vez maior ao aproveitamento sustentável da madeira, bem como, dos resíduos gerados do seu processamento. A geração de resíduos ocorre ao longo de toda a cadeia produtiva da madeira, compreendendo as atividades florestais e industriais (Louzada Jr. Et al.,2017).

Durante as atividades florestais, na maioria dos planos de manejo de florestas nativas, os tocos, os galhos e as folhas são mantidos na floresta, gerando os resíduos da colheita. Já na serraria, um estudo feito por Braz et al. (2014) na região Amazônica, apontou que na etapa de industrialização, 64% do volume de madeira processada referia-se a resíduos, sendo que, 22% são de serragem e maravalha, 31% de costaneiras e casca e 4% de aparas e pontas.

Nesse contexto, uma reflexão deve ser feita acerca do conceito de manejo florestal sustentável das florestas nativas na Amazônia. Pois árvores centenárias são exploradas e a maior parte da biomassa é transformada em resíduos que são abandonados na floresta,

enquanto, os resíduos produzidos na serraria são utilizados na maioria das vezes como material comburente, o que faz com que a madeira nativa da Amazônia se transforme em dióxido de carbono (CO₂) liberado para a atmosfera (Romero, 2021).

Novas tecnologias devem ser desenvolvidas e empregadas para o aproveitamento a utilização dos resíduos florestais agregando valor à matéria prima, e conseqüentemente com retorno econômico e social significativo, assegurando a preservação e a sustentabilidade dos recursos naturais (Braz et al., 2014). Estudos vêm sendo desenvolvidos na tentativa de conhecer o potencial de espécies florestais nativas para a produção de polifenóis condensáveis (taninos) de extratos obtidos da casca e da madeira com vistas a um aproveitamento industrial (Queiroz et al., 2002; Klumb et al., 2012; Gonçalves e Lelis, 2024).

Os taninos são compostos polifenólicos produzidos pelo metabolismo secundário das plantas, uma vez que não estão diretamente envolvidos em processos essenciais para a sobrevivência básica da planta. Estão relacionados ao seu sistema de defesa contra microrganismos, como fungos e bactérias, o que os torna de grande interesse econômico e ecológico (Monteiro et al., 2005). Além de possuírem propriedades adstringentes, esses compostos têm a capacidade de se ligar a proteínas e precipitar, reduzindo a digestibilidade da planta pelos herbívoros e dificultando sua alimentação, desempenhando assim um papel importante na defesa natural das plantas (Arapitsas, 2012; Iovando et al., 2019).

Essas características conferem aos taninos utilidades na indústria farmacêutica, graças às suas propriedades antioxidantes, antibacterianas e anticancerígenas (Sahakyan et al., 2020); ainda são

aplicados como adesivos naturais para madeira (Dunky, 2021; Arias et al., 2022), para o curtimento de peles de animais, usados na indústria de alimentos e farmacêutica (Das et al., 2020), em espumas isolantes (Azadeh et al., 2022) e, tratamento da água (Kavitha e Kanda Subramanian, 2020).

Os taninos são categorizados em dois grupos principais, taninos condensados e taninos hidrolisáveis, conforme classificação de Freudenberg. A distinção entre ambos os grupos é o seu comportamento frente aos agentes hidrolisantes, particularmente, aquele na presença de ácidos e enzimas (Couto et al., 2021). Esses são os dois principais tipos de taninos encontrados principalmente nas cascas, folhas, frutos, casca dos frutos, sementes, brotos e caules dos vegetais. Os taninos dessas fontes podem ser extraídos apenas com água ou com a mistura de água com outros solventes, como, metanol, etanol, acetona, hidróxido de sódio e líquidos iônicos (Das et al., 2020).

Entre as espécies florestais, a acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) é a principal produtora de tanino comercial. Entre as árvores da floresta amazônica, Silva Araujo et al. (2021) encontraram 32,6% de teor de taninos condensado em casca de *Myrcia eximia* DC. extraídos em solução de Solução de Na₂SO₃ valor acima do que é encontrado em Acácia negra. Resultados como esses, evidenciam o potencial das espécies amazônicas para outros usos que não apenas a madeira, além disso, o aproveitamento de resíduos da serraria, como a casca. Na serraria, por exemplo, as espécies Tauari (*Couratari guianensis* Aubl.) e Jequitibá (*Allantoma lineata* (Mart. ex O. Berg) Miers) no momento do processamento da madeira, se faz necessário a retirada da casca, gerando grandes quantidades de resíduos.

Dessa forma, ressalta-se a necessidade de se realizar pesquisas sobre o teor de taninos e fatores relacionados a produção devido às suas implicações econômicas, industriais e ecológicas. Poucos são os estudos que destacam a extração de taninos como um meio de aproveitamento de resíduos madeireiros, principalmente quando se trata de áreas submetidas à concessão florestal, que devem atender as premissas do manejo florestal sustentável, promovendo o uso eficiente dos recursos florestais (Coelho, 2024).

E quanto aos objetivos da pesquisa científica,, temos que: para o **objetivo geral**: Quantificar o volume e o teor de taninos condensados das cascas residuais de Tauari (*Couratari guianensis*) e Jequitibá (*Allantoma lineata*), visando maximizar o aproveitamento de resíduos e promover práticas de manejo sustentável. E para os **objetivos específicos**: Quantificar o volume de casca residual proveniente de toras de madeira das espécies Tauari (*C. guianensis*) e Jequitibá (*A. lineata*) e Quantificar o teor de taninos condensados nas cascas das espécies Tauari (*C. guianensis*) e Jequitibá (*A. lineata*).

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. A Valoração da Floresta Como Meio para a Sua Proteção

Nunca houve um período tão enfatizado quanto ao imperativo de preservar o ecossistema, sobretudo nos tempos atuais. Uma consciência crescente emerge em relação aos recursos e serviços providos pelas florestas, e sua relevância se torna cada vez mais evidente no que concerne ao bem-estar humano. As florestas oferecem uma diversidade de usos, englobando áreas de recreação, investigação e educação (Poggiani, 1980; Higuchi, 2004; Gama, 2005).

No entanto, sua utilidade não se restringe a tais finalidades. As florestas, de fato, desempenham um papel crucial ao prover uma série de serviços, tais como a preservação de bacias hidrográficas e aquíferos para garantir o fornecimento de água, sustento para comunidades próximas, matérias-primas para a produção de medicamentos e cosméticos, madeira utilizada na fabricação de móveis, carvão, papel, construção de edifícios e outros materiais, bem como sua contribuição para a regulação do clima global através do processo de sequestro de carbono (Fearnside, 2009).

Além disso, as florestas desempenham um papel fundamental na conservação da biodiversidade e na proteção do solo contra erosões, preservando, assim, sua fertilidade (Souza Macedo et al., 2019). A visão da floresta como uma simples fonte de madeira é obsoleta, e sua exploração atualmente representa apenas um dos diversos elementos a serem considerados na avaliação econômica de uma floresta.

O processo de valoração demanda o uso de dados precisos e confiáveis que abranjam informações tanto sobre os recursos naturais, quanto sobre os aspectos socioeconômicos da região em análise. No entanto, nem sempre é viável atribuir valores monetários a todos os bens e serviços prestados pela floresta (Sant'anna, 2010).

O processo de valoração ambiental enfrenta, portanto, desafios significativos decorrentes da ausência de mercado para certos bens e serviços florestais, das divergências entre aqueles que se beneficiam desses recursos e os que arcam com os custos da sua preservação, e da incerteza inerente a esse processo. Além disso, surge a complexidade da atribuição de valores monetários a todos os bens e serviços proporcionados pela floresta, visto que, como

observado, há aspectos da qualidade ambiental e sistemas naturais (ecossistemas) que possuem grande importância para a sociedade, mas que não podem ser prontamente traduzidos em termos econômicos (Motta, 1998).

A valoração, quando aplicada em análises de custo/benefício, desempenha um papel crucial na tomada de decisão em projetos, como a conversão de uma floresta em área agrícola. No entanto, essa transformação acarreta consequências irreversíveis, uma vez que implica na renúncia ao uso da floresta para outros fins, como a conservação da biodiversidade (Pearce et al., 1990). Portanto, a irreversibilidade representa um aspecto relevante no processo de valoração.

A região da Amazônia Legal abrange cerca de 49,29% do território brasileiro e representa a maior extensão de florestas naturais do Brasil (SNIF, 2023). O termo 'legal' é utilizado para distinguir esta área daquelas que delimitam a região amazônica com base no bioma, bacia hidrográfica ou da chamada Amazônia Internacional (IBGE, 2019). Essa diferenciação permite a definição geográfica da região com fins políticos, facilitando a captação de incentivos fiscais voltados para o desenvolvimento regional dessa área. Este território, caracterizado por sua vasta cobertura florestal e abundância de recursos hídricos, frequentemente levanta questionamentos quanto à sua adequação, viabilidade e sustentabilidade para a prática de atividades agrícolas e industriais (Souza e Rocha, 2021).

Por meio dos estudos antecedentes e análises contemporâneas, é inegável que os interesses de atores econômicos de caráter nacional e internacional têm desempenhado papel preponderante no aumento do desmatamento na Amazônia nos últimos anos. Esses

interesses estão intrinsecamente relacionados à pressão exercida para a expansão do mercado de terras e a abertura de áreas destinadas à produção de commodities, tais como madeira, carne, cereais e exploração mineral (Castro, 2022). Essa exploração incisiva culminou em níveis alarmantes de perda florestal na região.

Diante disso surge a necessidade de implementar estratégias enérgicas para salvaguardar a integridade das florestas. Tal empreitada abraça a adoção de políticas voltadas à conservação ambiental, a intensificação da vigilância e da aplicação das regulamentações ambientais, a promoção de práticas agrícolas sustentáveis e o estabelecimento de reservas naturais e áreas protegidas (Souza e Rocha, 2021). Ademais, reveste-se de importância ímpar fomentar a conscientização e a educação ambiental, tanto entre a população local quanto na esfera internacional, elucidando a relevância das florestas e os impactos deletérios do desmatamento (Feil e Schreiber, 2017).

No cenário global, a proteção e valoração das florestas tropicais se tornaram tema de acordos internacionais e, conseqüentemente, de políticas públicas. Os acordos internacionais desempenham um papel fundamental na proteção das florestas tropicais. A Convenção sobre Diversidade Biológica, por exemplo, estabeleceu compromissos para a conservação da biodiversidade em ecossistemas florestais (Antoni, 2010). Além disso, o Quadro sobre Mudanças Climáticas busca mitigar as emissões de carbono decorrentes do desmatamento e da degradação florestal. Esses tratados globais refletem o reconhecimento da comunidade internacional para a necessidade de ação coordenada no enfrentamento às ameaças das florestas tropicais (Faria, 2012).

Em nível nacional, muitos países, incluindo o Brasil, implementaram políticas públicas destinadas a proteger suas florestas tropicais. O Programa Nacional de Florestas e o Programa Federal de Manejo Florestal Comunitário e Familiar, são exemplos de iniciativas que promovem o manejo sustentável e a conservação dos recursos florestais. No entanto, essas políticas frequentemente enfrentam desafios relacionados à implementação, à fiscalização e à conciliação de interesses diversos, como a exploração econômica e a conservação (Waldhoff, 2019).

Apesar de os avanços representados por acordos internacionais e políticas públicas, a proteção e valoração das florestas tropicais continuam enfrentando desafios significativos. O desmatamento ilegal, a expansão agrícola não sustentável e a pressão crescente sobre esses ecossistemas exigem esforços contínuos e colaborativos. Além disso, a valoração das florestas tropicais não deve ser apenas econômica, mas também considerar seu valor intrínseco para as comunidades locais e a saúde do planeta. À medida que nos voltamos para o futuro, a busca de soluções sustentáveis e a implementação efetiva de políticas públicas permanecem imperativos cruciais.

2.2. Manejo Florestal

A Floresta Amazônica é reconhecida como um patrimônio nacional, e sua utilização deve ser conduzida de maneira a assegurar a preservação ambiental, especialmente no que diz respeito aos recursos naturais (Brasil, 1988). Devido à crescente demanda por produtos florestais, tanto madeireiros quanto não madeireiros, as práticas de manejo florestal sustentável são consideradas as mais apropriadas para atender a essa demanda, ao mesmo tempo em

que se evita a degradação ambiental das florestas. No contexto do manejo florestal, é crucial preservar o capital inicial da floresta, explorando apenas seus rendimentos, de modo a manter o potencial de crescimento, retirando-se apenas o incremento em ciclos periódicos (Carvalho et al., 1984).

O conceito de 'Manejo Florestal Sustentável' teve origem na década de 1950, durante os primeiros inventários florestais realizados na Amazônia (Higuchi et al., 2010). Conforme estabelecido pela Lei nº 11.284/2006 (Brasil, 2006), o manejo florestal sustentável envolve a administração da floresta com o propósito de obter benefícios econômicos, sociais e ambientais, abrangendo a utilização responsável de produtos florestais, tanto madeireiros quanto não madeireiros, bem como os bens e serviços provenientes da floresta. Essa abordagem visa atender à demanda por produtos florestais, reduzir os impactos sobre as espécies remanescentes e assegurar a perenidade dos recursos naturais.

A prática do manejo florestal para a exploração de produtos florestais, tanto madeireiros quanto não madeireiros, na Amazônia está legalmente prevista desde 1965, conforme estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965). No entanto, sua regulamentação só foi efetivamente estabelecida após um período de 30 anos, por meio do Decreto nº 1.282/1995. Antes da implementação efetiva do manejo florestal sustentável, a extração de árvores na Amazônia brasileira era conduzida de maneira convencional e predatória, sem considerações significativas para os espécimes remanescentes ou para a regeneração da floresta (Silva, 1998).

Até aproximadamente a metade da década de 1980, a exploração madeireira era considerada uma atividade secundária, em que a madeira era apenas um subproduto da implementação de projetos agropecuários (Higuchi et al., 2010). Nesse contexto, o manejo florestal sustentável emergiu como uma alternativa ao tradicional e predatório modelo de exploração, com o principal propósito de reduzir os impactos ambientais associados à exploração convencional.

No contexto brasileiro, a administração das florestas naturais encontra-se sob a regulação e supervisão de entidades ambientais, predominantemente guiadas pela Instrução Normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Essa normativa define diretrizes e protocolos técnicos para a criação, apresentação, implementação e avaliação de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) em florestas primárias e em fases avançadas de regeneração na região da Amazônia Legal (Brasil, 2006).

Estes marcos jurídicos foram estabelecidos por meio de ensaios iniciais realizados em florestas nativas, contribuindo para a criação de um conjunto de abordagens que incorporam boas práticas. O objetivo era preservar a floresta, mantendo-a intacta por meio de planos de gestão e planos de operações anuais (POAs). Essas iniciativas resultaram na formulação de guias de inspeção para atividades florestais em campo, os quais continuam sendo utilizados até hoje pelos órgãos responsáveis (Amaral et al., 1998; Sabogal et al., 2009).

Portanto, o manejo florestal é caracterizado como a aplicação de métodos empresariais e princípios técnicos na administração de propriedades florestais, representando, assim, uma estratégia de

preservação ambiental (Silva, 1996). Essa abordagem se apresenta como uma opção ao uso prejudicial dos recursos naturais (Veríssimo e Barreto, 2005).

Compreender a capacidade potencial dos ecossistemas florestais assume uma premissa inalienável. Visto que tal entendimento propicia a seleção criteriosa de áreas de exploração viáveis, a formulação de infraestrutura pertinente e a delimitação das atividades a serem implementadas, tudo isso considerando as características do ambiente natural (Lameira, 2023).

Isso, por sua vez, visa a evitar repercussões ambientais significativas. É amplamente reconhecido que a exploração das florestas só se converte em uma riqueza mediante práticas embasadas, fundidas pela pesquisa, que harmonizem tecnologia e planejamento adequado (Silva, 1996).

No âmbito da economia, existe um amplo consenso de que os benefícios provenientes da exploração da madeira comercial representam apenas uma faceta do sistema de produção. Nesse sentido, torna-se imperativo ampliar a consideração para além dos rendimentos madeireiros e abraçar uma abordagem holística que englobe outros recursos florestais. Isso implica no reconhecimento do valor intrínseco dos produtos não madeireiros como elementos cruciais na integração do sistema produtivo (Balzon et al., 2004).

Essa perspectiva se alinha de maneira essencial com uma abordagem sustentável na utilização de recursos naturais, promovendo a harmonia entre a exploração econômica e a preservação dos ecossistemas (Godard, 1997). O termo "Produtos Florestais Não Madeireiros" é um exemplo que engloba todo

material biológico extraído da floresta, excluindo a madeira (Mok, 1991).

Esses recursos englobam uma série de elementos, como folhas, frutos, fibras, palhas, sementes, óleos, resinas, gomas, borrachas, plantas medicinais, cogumelos, dentre outros (Pilz et al., 1998). Tais produtos detêm um valor de natureza socioeconômica e cultural, sendo mobilizados para diversos fins, como alimentação, produção artesanal, medicina tradicional, cosméticos, entre outros (Borges e Braz, 1998).

O aproveitamento de resíduos nos planos de manejo florestal também configura um cenário importante para a sustentabilidade dos usos dos recursos florestais. Os resíduos industriais florestais compreendem os subprodutos resultantes tanto do desdobramento primário quanto do secundário, bem como da utilização da madeira. Esses resíduos englobam diversos componentes, como cascas, costaneiras, pontas, aparas, lascas, nós, pó-de-serra e maravalhas. No contexto brasileiro, a geração desses resíduos atinge valores significativos, tornando premente a consideração de sua incorporação efetiva na cadeia produtiva. Isso se justifica não apenas por representar um desafio econômico, dada a questão do desperdício, mas também, por constituir uma séria problemática ambiental (De Araújo, 2003).

A utilização de resíduos florestais configura-se como uma prática amplamente reconhecida e viável do ponto de vista comercial em várias nações (Shanley et al., 2005). O aproveitamento desses resíduos promove o desenvolvimento das áreas rurais, com o potencial de elevar a condição econômica das comunidades locais, gerando receita e fluxo financeiro. Ao mesmo tempo, essa

abordagem beneficia o meio ambiente, reduzindo a pressão sobre as florestas intactas. Nesse sentido, torna-se inegável que a utilização dos resíduos remanescentes na floresta após a exploração florestal assumam relevância primordial para o desenvolvimento sustentável, à medida que proporciona vantagens concretas nos domínios econômico, social e ambiental (Leitão, 2015).

Tal abordagem confere à empresa reconhecimento no mercado por sua postura ecologicamente responsável. Assim como, oportunidades lucrativas por meio da utilização eficaz desses resíduos, aprimorando, conseqüentemente, a rentabilidade de seu produto principal (Alvez, 2020).

2.3. Taninos

O termo "taninos" possui uma história notável, datando de sua introdução por Seguin em 1796, com a finalidade de caracterizar os constituintes químicos presentes nos tecidos vegetais. Tais componentes desempenham um papel preponderante no processo de conversão de peles de animais frescas em couro, procedimento conhecido como curtimento (ou "*tanning*" em inglês) (Ribéreau-Gayon, 1972).

Durante o curso do processo de curtimento, essas entidades moleculares estabelecem interações íntimas com as proteínas residentes na pele do animal, ocasionando a precipitação das proteínas e, simultaneamente, conferindo solidez ao substrato resultante. Esse fenômeno inibe eficazmente os efeitos corrosivos provenientes da atividade bacteriana e, adicionalmente, confere à pele a qualidade de flexibilidade (Gonultas e Balaban Ucar, 2012). Em um contexto histórico, esses compostos também têm servido para

suprir as demandas das comunidades locais, com sua utilização como constituinte fundamental de preparados fitoterápicos (Costa et al., 2023).

Ademais, os taninos ostentam um papel de destaque no âmbito da medicina e da farmacologia, devido às suas propriedades intrínsecas que atestam sua eficácia antiviral, antimicrobiana e anticarcinogênica (Rony e Rodrigues, 2023). Adicionalmente às aplicações já expostas, estes componentes se manifestam em segmentos diversos, como a esfera de clarificação na indústria de vinhos, cervejas (Battestin, 2008), bem como no tratamento de resíduos industriais (Castro et al., 2023).

No espectro dos produtos derivados da flora que não se vinculam à madeira, os polifenóis revestem-se de uma importância capital, desempenhando um papel proeminente como biomassa secundária. De acordo com Pizzi (2006), a produção anual de taninos de cunho comercial totaliza uma cifra expressiva de 200.000 toneladas a nível global, sendo que os taninos condensados são considerados protagonistas, abarcando mais de 90% desse montante.

No contexto contemporâneo, as fontes renováveis e naturais de biomassa conquistam um status de relevância ímpar, notadamente no âmbito da indústria química, à luz do crescimento exponencial do seu emprego e aceitação. Inúmeros estudos têm se direcionado com afincos para a maximização da amplitude e eficiência no emprego de taninos de origem vegetal, atestando assim o seu potencial como compostos fenólicos naturais que destituem as matérias-primas advindas do petróleo (Souza, 2011).

Esse movimento ganhou impulso substancialmente após a eclosão da crise petrolífera global na década de 1970. Os taninos têm testemunhado aplicabilidade comercial enquanto agentes contribuintes na elaboração de adesivos de baixa emissão de formaldeído, na manufatura de tintas, no tingimento de produtos têxteis e na função de inibidores de corrosão. Os taninos caracterizam-se por sua natureza fenólica e podem ser localizadas em diversas espécies vegetais. Possuindo solubilidade em água, esses compostos permeiam distintas partes das plantas, englobando a casca, a madeira, as folhas, os frutos, as raízes e as sementes (Pizzi, 1994).

Muitas vezes, um incremento na produção de tanino correlaciona-se com condições de patologia vegetal. Por conseguinte, é amplamente conjecturado que diversos taninos desempenham um papel de natureza biológica nas plantas, fornecendo salvaguarda contra infecções, insetos ou herbívoros. A configuração típica dos taninos assume a forma de pós amorfos, exibindo coloração que varia entre o amarelo-claro e o branco, ou, alternativamente, manifestando-se como agregados soltos quase incolores. Além disso, tais substâncias possuem um aroma característico e sabor adstringente (Khanbabaee e Van Ree, 2001).

A ocorrência de taninos estende-se por uma gama diversificada de plantas superiores, alcançando seu máximo em angiospermas. Famílias notórias como Fabaceae, Anacardiaceae, Combretaceae, Rizoforaceae, Mirtaceae e Poligonaceae destacam-se por abrigar uma proporção significativa dos taninos. Entretanto, a família Myristicaceae se sobressai, distinguindo-se das demais pelo intrincado arranjo de tubos taníferos presentes nos raios de madeira de todas as suas espécies, conforme discorrido por (Silva, 2001).

Taninos ostentam uma presença ubíqua na natureza, manifestando-se em variadas espécies florestais, abarcando exemplares como o angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.), o pinheiro (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), o murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich), a acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild), o quebracho (*Schinopsis balansae* Engl.), a acácia (*Acacia mearnsii*), o pinus (*Pinus radiata* e *Pinus oocarpa*), o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e o eucalipto (*Eucalyptus* sp.). Importa salientar que as propriedades intrínsecas desses taninos podem variar não apenas entre diferentes espécies vegetais, mas também no âmbito da mesma espécie, levando em consideração o tecido vegetal em questão (Ferreira et al., 2009; Tondi e Pizzi, 2009; Carneiro et al., 2012).

A classificação primária dos taninos é regida pelos elementos constituintes que os conformam, sendo classificados de duas maneiras: taninos hidrolisáveis e taninos condensados. Os primeiros traduzem-se em ésteres de glicose, incorporando ácido gálico e ácido elágico, apresentando considerável solubilidade em água. Os taninos condensados (proantocianidinas), por sua vez, tangenciam uma configuração polimérica erigida a partir da condensação de unidades flavonoides. Catequina e antocianina desempenham um papel preponderante como constituintes primordiais dos taninos condensados. Não obstante sua natureza de compostos condensados de origem natural, os taninos mantêm uma predisposição para reagir com uma gama variada de substâncias químicas, incluindo o formaldeído. A ligação carbono-carbono intrínseca aos taninos condensados ostenta uma natureza rígida, imune à clivagem mediante hidrólise (Bisanda et al., 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da Área de Estudo

O material utilizado na pesquisa foi proveniente de árvores colhidas sob regime de exploração por impacto reduzido em uma Unidade de Produção Anual (UPA 12), localizada na Unidade de Manejo Florestal IV (UMF-IV), situada na Floresta Nacional do Jamari (Flona do Jamari), no estado de Rondônia (Figura 01). O Manejo Florestal na área ocorre em regime de concessão florestal pela Empresa Madeflona Industrial Madeireira, LTDA. A UMF IV abrange uma área de 32.294,98 hectares, com a maior parte de sua extensão (95,28%) situada no município de Itapuã do Oeste. A UPA 12 possui uma área de efetiva exploração de 1.964,53 hectares. A madeira coletada na UMF IV é beneficiada em uma serraria localizada no município de Itapuã do Oeste, sob propriedade da empresa concessionária.

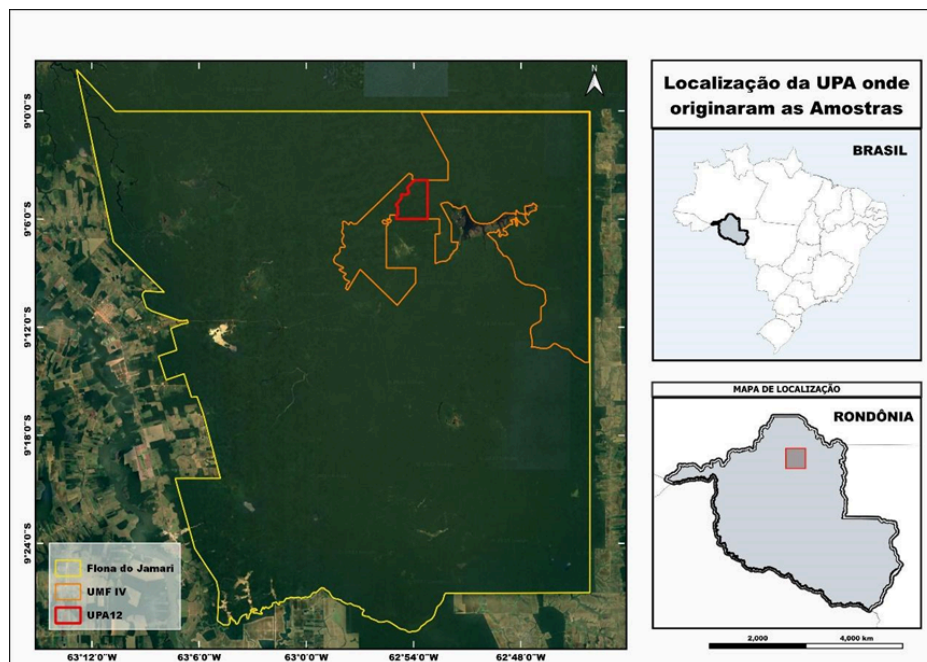


Figura 1: Localização da Unidade de Produção Anual 12, na Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia. Fonte: Elaborado pelo Autor.

O clima da região onde encontra-se a Flona do Jamari é classificado como é do tipo Am - tropical com monções. Este clima é caracterizado por uma estação seca bem definida, que ocorre

durante os meses de junho a agosto. A média anual de precipitação varia entre 1.400 a 2.600 mm, enquanto que, a temperatura média oscila entre 24 e 26°C (SEDAM, 2012; Alvares et al., 2013).

A vegetação predominante na região é do tipo Floresta Ombrófila Aberta, apresentando palmeiras e/ou cipós, além de pontos de Floresta Ombrófila Densa. Essa vegetação é reconhecida pela riqueza de indivíduos arbóreos bem espaçados, que podem ou não se apresentar agrupados a palmeiras, assim como, grande riqueza de espécies lianas lenhosas e epífitas (MMA/IBAMA, 2005).

3.2. Caracterização das Espécies para o Estudo

3.2.1. *Couratari Guianensis* Aubl. (Tauari)

A espécie *Couratari guianensis* pertencente a família Lecythydaceae, pode ser encontrada em florestas não inundáveis e está amplamente distribuída na Amazônia. Possui registros de ocorrência no Brasil, Peru, Colômbia, Panamá, Costa Rica, Venezuela, Suriname, Guiana e Guiana Francesa (Ribeiro et al., 2024). Em um estudo conduzido por Kerber et al. (2022) para a caracterização das espécies arbóreas na FLONA do Jamari, a espécie *Couratari guianensis* é identificada como a décima oitava espécie com o maior Valor de Importância (VI).

As árvores dessa espécie atingem até 48m de altura e seus diâmetros em torno de 50-110 cm de DAP (diâmetro à altura do peito medido a 1,3 m do solo). A base de seu tronco apresenta sapopemas tabulares retas ou raramente côncavas capazes de atingir 12 m altura e ramificadas. Seu fuste pode ser reto ou acalado e sua casca possui ritidoma com coloração que varia de marrom-escuro a avermelhado, enquanto sua casca morta, possui coloração marrom-avermelhada e

fina (em torno de 0,5 cm). Já a casca viva é de cor clara que pode variar para a cor creme, ou ainda, laranja-claro até vermelho-rosa, também é fina e fibrosa, com odor forte que lembra linhaça. Outra característica dendrológica da espécie são as folhas grande, coriáceas com venação saliente e indumento bem evidente na face abaxial (Lorenzi,1992).

A espécie possui uma madeira moderadamente macia ao corte, bom acabamento, no entanto, algumas vezes sua superfície pode ficar com aparência felpuda, durante o processo de secagem, pode apresentar rachaduras e torcimento moderados (Jankowsky,1990). De acordo com informações da Empresa Madeflona, no ano de 2023, na UPA 12 houve o corte de 219 árvores de Tauari, que correspondeu a um volume de madeira de 2.222,15 m³ (Tabela 01) (Madeflona, informação pessoal).

Tabela 1: Informações sobre as árvores de Tauari (*Couratari guianensis*) exploradas na Unidade de Produção Anual 12, Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia.

CLASSES DE DAP (cm)	Nº ÁRV. (ind.)	ALTURA MÉDIA (m)	VOLUME TOTAL (m³)
60-70	68	25.8	412.41
70-80	65	26.6	570.16
80-90	37	26.3	420.97
90-100	25	27.6	343.45
100-110	17	26.2	304.51
110-120	4	23.4	81.11
120-130	2	30.3	58.48

130-140	1	26.5	31.06
---------	---	------	-------

Em que: DAP = Diâmetro à altura do peito (1,3 m do solo); ind. = indivíduos.

Fonte: Autor (2024).

3.2.2. *Allantoma Lineata* (Mart. Ex o. Berg) Miers (Jequitibá)

A *Allantoma lineata* é uma espécie Pantropical, pertencente à família Lecythydaceae e ocorre entre as latitudes de 19° N e 25° S (Lens et al., 2007). Popularmente conhecida como abacaíba, castanha-da-serra, castanheiro-da-serra, ceru, cerú, cheru, churu, seru, zuru e jequitibá. As árvores desta espécie são de porte médio, apresentando até 20m de altura e normalmente é encontrada em várzeas e igapós (Matta e Scudeller, 2012). Na Floresta Nacional do Jamari, *A. lineata* apresentou um elevado Valor de Importância (IV) em um estudo fitossociológico conduzido por Kerber et al. (2021).

O jequitibá também pode ser encontrado em áreas de depressões úmidas de floresta de terra firme, isso é possível por ser uma espécie de ambientes alagados. Sua casca externa é lisa e com lenticelas, enquanto a casca interna é avermelhada. A forma das suas folhas varia de ovadas a oblongo-lanceoladas com ápice longo-acuminado; margem inteira, levemente revoluta; base arredondada a subcuneada (Sampaio et al., 2024). O volume colhido para a espécie na UPA 12 foi de 1176,89 m³. A Tabela 02 traz informações sobre as árvores colhidas na UPA 12.

Tabela 2: Informações sobre as árvores de Jequitibá (*Allantoma lineata*) exploradas pela empresa Madeflona na Unidade de

Produção Anual 12, Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia.

CLASSES DE DAP (cm)	Nº (ind.)	ÁRV.	ALTURA MÉDIA (m)	VOLUME TOTAL (m³)
60-70	43		21,95	205,56
70-80	37		22,51	237,89
80-90	34		22,81	270,93
90-100	18		22,67	180,16
100-110	10		24,41	130,96
110-120	5		25,58	77,50
120-130	3		21,33	49,75
130-140	1		23,00	24,14

Em que: DAP = Diâmetro à altura do peito (1,3 m do solo); ind. = indivíduos.

Fonte: Autor (2024).

3.3. Coleta dos Dados

Para este estudo foi utilizada uma amostra de cinco árvores para cada espécie. As informações sobre as árvores amostras e quantidade de toras obtidas de cada fuste comercial podem ser observadas na Tabela 03. Os fustes comerciais são seccionados em toras após o corte da árvore na floresta, a fim de facilitar o transporte pelo trator *Skidder*.

Tabela 3: Informações sobre as árvores amostras de *Couratari guianensis* e *Allantoma lineata* provenientes da Unidade de

Produção Anual 12, Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia.

Nº da amostra de <i>Couratari guianensis</i>	DAP (m)	Número de toras
68991	0.89	4
70397	0.89	4
70801	0.86	4
71570	0.8	4
72786	0.77	4
Nº da amostra de <i>Allantoma lineata</i>	DAP (m)	Número de toras
68999	0.82	2
69051	0.83	3
70757	0.76	3
71548	0.64	3
72743	0.83	3

Em que: DAP = Diâmetro à altura do peito medido à 1,3 m do solo (cm).

Para cada tora, utilizando-se fita métrica, mediu-se o comprimento, o diâmetro com casca e a espessura da casca tomada em dois pontos da tora, com auxílio de um paquímetro (Figura 02 - A), sendo o diâmetro, medido nas duas extremidades da tora (base inferior e base superior) (Figura 02 - B). Em cada tora coletou-se amostras de casca de 3-5 cm nas posições das extremidades e centro (Figura 02 - C).

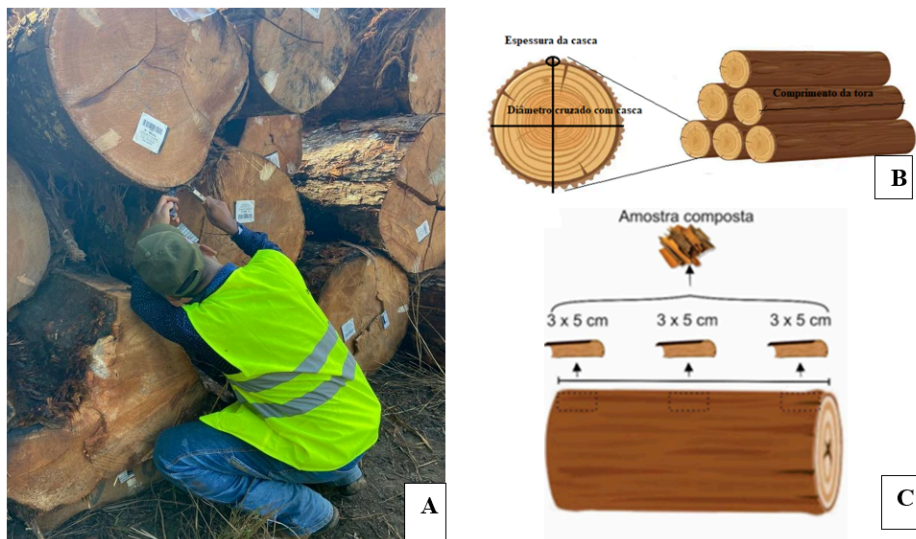


Figura 2: A = Medição da espessura da casca com paquímetro; B = Representação dos pontos de medição do comprimento, diâmetro e espessura da casca medidas em cada tora; C = Esquema representativo dos pontos de coleta de casca ao longo do comprimento da tora.

3.3.1 Determinação do Volume de Madeira com e Sem Casca

Para a determinação do volume com e sem casca de cada tora obtida dos fustes comerciais das árvores amostras foi utilizado o método de cubagem rigorosa de Smalian (Soares et al., 2011):

Equação 1:

$$v = \frac{(g_1 + g_2)}{2} \cdot l$$

Equação 2:

$$g_i = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}$$

Em que: v = volume (m^3); g_1 = área transversal da extremidade inferior com e sem casca; g_2 = área transversal da extremidade superior com e sem casca (m^2) e L = comprimento da tora (m); D : Diâmetro com ou sem casca (m).

O diâmetro sem casca foi determinado descontando-se o diâmetro com casca da espessura de casca medida em cada extremidade da tora.

$$D_{s/c} = D_{c/c} - 2 \cdot e$$

Em que: $D_{s/c}$ = diâmetro sem casca; $D_{c/c}$ = diâmetro com casca; e = média das duas medidas da simples espessura de casca.

Destaca-se que em cada extremidade foi realizado o diâmetro cruzado, conforme apresentado na Figura 2B.

Percentual volumétrico de casca

A determinação do percentual volumétrico de casca para cada tora foi obtida pela relação percentual entre volume de madeira sem casca e volume com casca:

Equação 3:

$$\%V_c = \frac{V_{sc}}{V_{c/c}} * 100$$

Em que: $\%V_c$ = percentual volumétrico de casca (%); V_c = volume de madeira sem casca (m^3) e $V_{c/c}$ = volume com casca (m^3).

Fator de casca médio

O fator de casca médio (K) foi obtido a partir da seguinte equação (Husch et al., 1982):

Equação 4:

$$K = \frac{d_{sc}}{d_{cc}}$$

Em que: K = fator de casca médio (%); d_{SC} = diâmetro sem casca (cm) e d_{CC} = diâmetro com casca (cm).

Além disso, para análise estatística foram empregadas análises de variância (ANOVA) para obter as diferenças estatísticas no volume de casca, percentual de casca e o fator de casca ao longo do comprimento do fuste comercial para as duas espécies. Para os casos em que foi observada significância na análise, foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey a 95% de probabilidade.

3.4. Determinação da Densidade Básica da Casca

Na preparação das amostras, com base nas diretrizes estabelecidas pela NBR 11.941/2003, procedeu-se a determinação da densidade básica das amostras. Depois de secar por 15 dias em temperatura ambiente as cascas de cada árvore foram então trituradas em um moinho de martelo do tipo Willey e passadas por uma peneira. A fração do material que passou pela peneira de malha 16 (com uma abertura de 1,000 mm) e ficou retida na peneira de malha 60 (com uma abertura de 0,250 mm) foi selecionada (Figura 03 A-B).



Figura 3: A = Processo de moagem das cascas utilizando o moinho de martelo do tipo Willey; B = Pesagem das amostras das cascas com balança de precisão.

Após a higienização dos beckeres destinados às amostras, estes foram deixados por 30 minutos em estufa a 103°C e, posteriormente, acomodados em um dessecador com sílica gel. Em seguida, aproximadamente 10 gramas de cada amostra foram pesadas em uma balança de precisão e levadas para estufa 103 °C por 48 h. Após as amostras foram novamente pesadas e, então, imersas em água destilada até alcançarem a saturação completa. Após esse processo, águas amostras foram filtradas em papel-filtro e realizado o peso úmido, permitindo assim realizar os cálculos da densidade básica da madeira (Figura 04 A-B).

A determinação da densidade básica foi obtida pela seguinte equação:

Equação 5:

$$d_b = \frac{1}{\left(\frac{m_1}{m_2}\right) - 0,346}$$

Em que: d_b = densidade básica da madeira (g/cm^3); m_1 = massa úmida da amostra (g); m_2 = massa seca em estufa a 103 °C (g).

3.5. Determinação de Taninos

Para a extração dos taninos condensados, foram colocados em béquer com capacidade de 2000 mL o correspondente a 100 g de cascas moídas, 3 g de sulfito de sódio (Na_2SO_3) e 1500 mL de água destilada, e levados em banho-maria à temperatura de 70°C, durante três horas sob pressão atmosférica (Figura 4A). Após a extração, o material foi filtrado com o emprego de coador de pano fino (Figura 4B).



Figura 4: A = Processo de determinação de taninos condensáveis das amostras de cascas coletadas.; B = Filtragem do extrato utilizando-se tecido do tipo flanela.

O material filtrado foi concentrado por meio do processo de evaporação até ele atingir volume de aproximadamente 150 mL, em uma estufa de ventilação forçada (Figura 5).



Figura 5: O filtrado foi levado para secar em estufa com circulação de ar a 50 °C até que os taninos estivessem secos e o volume atingisse 150 ml.

A massa do extrato foi determinada e foram retiradas duas amostras de 10 g para a determinação do teor de sólidos e duas amostras de 20 g para determinação do índice de Stiasny. Para a determinação do teor de sólidos (%), as amostras foram levadas à estufa, a uma temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até a massa constante, sendo obtido pela relação da massa seca com a massa úmida (inicial) da amostra, ao multiplicar por 100, conforme:

Equação 6:

$$TST(\%) = \frac{MS}{MU} \times 100$$

Em que: TST = teor de sólidos totais (%); MS = massa da alíquota seca (g); MU = massa inicial da alíquota (g).

O índice de Stiasny foi determinado empregando-se o procedimento adotado por Mori (2000). A cada amostra de 20 g que foi retirada do extrato concentrado, adicionaram-se 10 g de água destilada, 4 ml de formaldeído (37%) e 2 mL de HCl 10 N. Essa mistura foi aquecida durante 35 minutos em chapa de aquecimento sob refluxo (Figura 6).

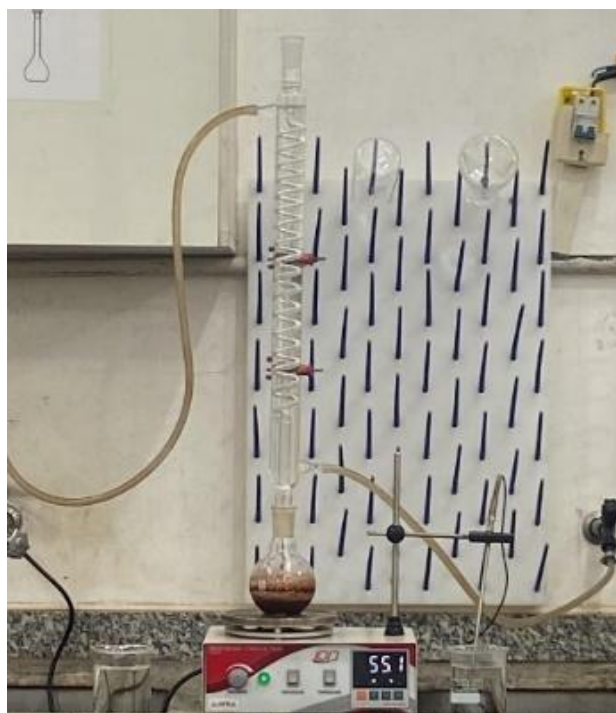


Figura 6: Mistura de 20 g do extrato filtrado com 10 g de água destilada, 4 ml de formaldeído (37%) e 2 mL de HCl 10 N na chapa de aquecimento sob refluxo.

Após o término da reação, o extrato foi filtrado em uma bomba vácuo com filtro de vidro sinterizado de porosidade 2. Em seguida,

foram dispostos em estufa à temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até que atingissem a massa constante (Figura 7).



Figura 7: Bomba de vácuo para filtragem do material precipitado com formaldeído.

Após obter a massa seca do precipitado, calculou-se o índice de Stiasny conforme:

Equação 7:

$$IS = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

Em que: IS = Índice de Stiasny (%); M1 = Massa total de sólidos em 20 g de extrato (g); M2 = Massa seca do precipitado tanino-formaldeído (g).

O rendimento em sólidos foi obtido pela multiplicação do teor de sólidos (g) e a massa de cada extrato. Para se obter o rendimento gravimétrico em taninos (%), foi multiplicado o rendimento em sólidos pelo respectivo índice de Stiasny de cada extrato. O

rendimento em componentes não tânicos foi obtido pela diferença entre o rendimento em sólidos e o rendimento em taninos.

3.6. Determinação da Quantidade de Cascas na Safra de 2023 de Tauari e Jequitibá

Com base nos dados fornecidos sobre o volume de madeira colhido em 2023 para as espécies Tauari e Jequitibá, procedeu-se o cálculo da quantidade de cascas descartadas como resíduos.

Equação 8:

$$V_{\text{casca}} = V_{\text{madeira total}} \times \text{Porcentagem de casca}$$

Em que: V_{casca} : é o volume de casca (m^3), $V_{\text{madeira total}}$: volume total de madeira colhida (m^3), % é a fração do volume de casca em relação ao volume total de madeira (em decimal).

Posteriormente, calculou-se a quantidade de taninos presentes nas cascas de cada espécie, utilizando a porcentagem média de taninos obtida nas amostras analisadas para cada espécie.

Cálculo da Quantidade de Taninos nas Cascas:

Equação 9:

$$T = V \times \frac{\text{Porcentagem de taninos}}{100}$$

Em que: T é a quantidade de taninos nas cascas, V é o volume de casca (m^3), % é a fração de taninos na casca (em porcentagem).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização das Cascas

As árvores de Tauari apresentaram médias de DAP e hc, superiores aos das árvores de Jequitibá e, conseqüentemente, maior volume de madeira e casca. A casca de Tauari apresentou 5.37% do volume total do fuste, enquanto, Jequitibá, correspondeu a 4.12% do volume total, como pode ser observado na Tabela 04. A casca das árvores exerce funções cruciais no ambiente em que se inserida, armazenamento de carbono e tem importante função de proteção da árvore contra danos físicos, patógenos e pragas. Além disso, seu papel ecológico pode variar de espécie para espécie, assim como, pelo ambiente em que ela se encontra (Bastos, 2024).

Tabela 4: Médias, desvio padrão e coeficiente de variação para as variáveis dendrométricas das espécies *Couratari guianensis* e *Allantoma lineata*, obtidas na Unidade de Produção Anual 12, Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia.

Tauari (<i>Couratari guianensis</i>)					
	DAP (cm)	hc (m)	Vol. _{slc} (m ³)	Vol. c/c (m ³)	Vol. c/casca (%)
Média	84.16	31.59	12.17	12.86	0.690
DP	5.75	2.17	2.83	3.01	0.228
CV (%)	6.83	6.86	23.23	23.41	33.14
Jequitibá (<i>Allantoma lineata</i>)					

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/manejo->

Em que: DAP = Diâmetro à altura do peito (1,3 m do solo); hc = Altura comercial; Vol._{s/c} = Volume sem casca; Vol. _{c/c} Volume com Casca; Vol. de casca = Volume de casca; % casca = porcentagem de casca; DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: Autor (2024).

O volume de madeira explorada (volume com casca) para as espécies em estudo foi de 2222,15 m³ para *C. guianensis* e 1176,89 m³ *A. lineata*, totalizando 3399,04 m³. Desse modo, considerando os resultados obtidos no presente estudo para cada espécie, foi possível estimar que o volume de casca para a espécie *C. guianensis* foi de 119,33 m³ e *A. lineata* de 48,5 m³, um total de 167,82 m³.

Muitas pesquisas que buscam a determinação e/ou quantificação do volume de madeira de espécies florestais (Gonçalves et al., 2010; Pereira et al., 2013; Miranda et al., 2017; Almeida et al., 2022; Bastos, 2024). Contudo, poucas se direcionam quantificar a casca e o aproveitamento desse recurso.

Entre os fatores que influenciam a estimativa da produtividade florestal, o percentual de casca desempenha um papel crucial, pois é fundamental para determinar com precisão o volume real de madeira presente na floresta (Borsoi et al., 2013). Além disso, é importante determinar e compreender as variações da casca ao longo do tronco das árvores. Pois conforme cada espécie, objetivos de produção e estratégia de comercialização da madeira, pode ser necessário subtrair o volume da casca dos troncos. Assim como, há espécies cuja casca possui valor econômico, o que justifica a sua quantificação para fins comerciais (Finger, 1992).

De modo geral, não houve variações significativas no volume de casca ao longo das seções para ambas as espécies (Tabela 05). Para a *C. guianensis* as médias do volume de casca variaram de 0,1310-0,2028 m³ no sentido A-D, onde a seção A é mais próxima a base do solo e a seção D é a mais próxima a base da copa. Já para a *A. lineata* as médias do volume de casca variaram de 0,1006-0,1136 m³ no sentido A-C.

Estes valores estão abaixo aos observados em outros estudos desenvolvidos na região Amazônica para espécies nativas. Colpini et al. (2009) verificaram um volume de casca médio de 0,4292 m³ ± 0,4696 m³ para 91 árvores de Floresta Ombrófila Aberta na região noroeste do estado do Mato Grosso.

Tabela 5: Médias, desvio padrão e coeficiente de variação para o volume de casca (m³), porcentagem de casca (%_{casca}) e fator de casca (K) em diferentes seções da tora das espécies *Couratari guianensis* e *Allantoma lineata*, obtidas na Unidade de Produção Anual 12, Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia.

Tauari (<i>Couratari guianensis</i>)					
Volume de casca (m ³)	A	B	C	D	p
Média	0.131	0.1638	0.1924	0.2028	0,311
DP	0.0435	0.0624	0.0593	0.0823	
CV	33.22%	38.10%	30.82%	40.59%	
Porcentagem	A	B	C	D	D

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/manejo-florestal-sustentavel-na-amazonia-e-a-utilizacao-de-residuos-gerados-de-especies-nativas?noblockage>

Em que: DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: Autor (2024).

Miranda et al. (2017) encontraram para itaúba (*Mezilaurus itaúba* (Meisn.) Taub. ex Mez), cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f.), garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.) e roxinho (*Peltogyne lecointei* Ducke) porcentagens de casca iguais ou abaixo de 5%. Esses resultados corroboram com a baixa porcentagem de casca observada para as espécies estudadas na Flona do Jamari.

Segundo Finger (1992), o volume de casca aumenta com o diâmetro e a idade da árvore, independentemente da sua altura. No entanto, a porcentagem de casca tende a diminuir conforme o diâmetro da árvore aumenta. Isso acontece porque o aumento na espessura da casca e o aumento do diâmetro não são proporcionais ao crescimento do volume total da árvore, resultando na redução da porcentagem de casca em relação ao volume total.

As médias do fator de casca seguiram o mesmo padrão comportamental das demais variáveis. Para a espécie Tauari elas variaram de 0,984 a 0,968, já para a espécie Jequitibá, a variação foi de 0,9868 a 0,9730. Stayton e Hoffman (1970), relatam que a relação entre o diâmetro com e sem casca varia com a altura da árvore e é influenciada pela idade das árvores, evidenciando a complexidade da interação entre esses fatores.

São poucos os relatos sobre o fator de casca de espécies florestais, principalmente na floresta amazônica, de tal forma que não foi possível encontrar valores de fator de cascas comparativas para o mesmo tipo de formação florestal que a área de estudo, constatando a lacuna e a importância em se realizar pesquisas que se aprofundem no parâmetro “casca”. Contudo, segundo Finger (1992), quanto mais próximo de 1 for o fator de casca (K), menor é a espessura de casca e conseqüentemente, menor será a quantidade de casca.

Quanto a análise estatística, a única diferença observada foi na seção A da tora da espécie *C. guianensis* tanto para a porcentagem de casca, quanto para o fator de casca. O fator de casca tende a ser maior na base da árvore porque essa parte do tronco precisa de maior proteção e suporte. Na base, a casca tende a ser mais espessa para resistir a danos físicos, como impactos e abrasões, além de suportar o peso da árvore. Com o tempo, o crescimento radial na base do tronco, onde os tecidos envelhecem fazendo com que a casca se torne mais grossa. Além disso, a base da árvore é a principal área de distribuição de nutrientes e água absorvidos pelas raízes, e a casca mais espessa ajuda a proteger os vasos condutores. Por fim, a base está mais exposta a patógenos e insetos presentes no solo, e uma casca mais espessa oferece maior defesa contra essas ameaças (Filizola e Sampaio, 2015).

4.1.1. Densidade Básica por Metro Cúbico de Volume Sólido (MTU Kg/m³)

As médias da densidade básica da espécie *Couratari guianensis* se mostraram superiores às da espécie *Allantoma lineata* em todas as seções, como pode ser observado na Tabela 06. Para o Tauari, a

densidade básica média variou de 155,1104 a 178,8946 a kg/m^3 nas diferentes seções com desvios padrão entre 11.9485 e 61.2184 kg/m^3 . No Jequitibá, a densidade básica média da casca variou de 140.5735 a 149.6177 kg/m^3 nas diferentes seções (A, B, C), com desvios padrão entre 8.6721 e 16.1826 kg/m^3 .

Tabela 6: Densidade básica da casca (kg/m^3) por tora e para todo o fuste comercial de *Couratari guianensis* e *Allantoma lineata*, obtidas na Unidade de Produção Anual 12, Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia.

Tauari (<i>Couratari guianensis</i>)					
Parâmetros	A	B	C	D	Fuste comercial
Média	178.8946	155.1104	162.1039	155.9614	163,0
DP	61.2184	13.0265	11.9485	15.9793	32,1
CV %	34.22	8.40	7.37	10.25	19,7
Jequitibá (<i>Allantoma lineata</i>)					

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/manejo-florestal-sustentavel-na-amazonia-e-a-utilizacao-de-residuos-gerados-de-especies-nativas?noblockage>

Em que: DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: Autor (2024).

De modo geral, não houve variação nos valores de densidade básica obtidos para ambas as espécies ao longo das seções. Isso pode ser benéfico para a empresa responsável pelo manejo florestal, pois

sugere que um melhor aproveitamento pode ser realizado de maneira uniforme, sem necessidade de segregação ou tratamentos diferenciados para diferentes seções das toras. Essa uniformidade é uma característica desejável na indústria madeireira, pois facilita o planejamento e a execução de processos, garantindo a qualidade e consistência nos produtos finais (Larson, 1969).

A massa média de casca por seção para a *C. guianensis* foi de 23,54 a 35,68 kg/m³ no sentido A-D e os desvios padrão foram crescentes ao longo da tora. Os coeficientes de variação (CV) indicaram uma maior variabilidade nos valores de massa de casca por seção em comparação com a densidade básica, variando de 10,90 a 39,12% (Tabela 07).

Tabela 7: Massa de casca (kg) para espécies de *Couratari guianensis* e *Allantoma lineata*, obtidas na Unidade de Produção Anual 12, Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia.

Tauari (<i>Couratari guianensis</i>)				
	A	B	C	D
Média	23,54	29,88	35,67	34,92
DP	2,7	11,225	11,22	13,66
CV %	10,90	37,73	31,45	39,12
Jequitibá (<i>Allantoma lineata</i>)				
	A	B	C	
Média	14,97	13,81	14,42	
DP	5,68	5,12	6,67	

CV %	37,91	37,05	46,20	
-------------	-------	-------	-------	--

Em que: DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: Autor (2024).

Enquanto a massa média de casca por seção para a *A. lineata* foi de 13,81 a 14,97 kg, com desvios padrão variando de 5.12 a 6.67 kg. O comportamento dos coeficientes de variação seguiu ao da espécie *C. guianensis*, no entanto, com valores superiores variando de 6.17 a 46.20%.

A massa de casca refere-se ao peso total da casca presente em uma árvore. Esse valor pode variar entre diferentes espécies e está relacionado à espessura da casca, ao diâmetro do tronco e à idade da árvore. Como já vimos, a casca desempenha funções essenciais no ecossistema em que se encontra, contudo, o estudo da massa de casca é um importante indicador de biomassa, além de auxiliar no cálculo do volume total de madeira utilizável, já que a casca precisa ser considerada separadamente do material lenhoso. Por fim, a casca é utilizada como matéria-prima na compostagem, cobertura de solo, como combustível em processos industriais, o que não se alinha com o objetivo do estudo, assim como, para extração de componentes, como é o caso dos taninos hidrolisáveis.

4.2. Determinação de Porcentagem de Taninos

Os valores das porcentagens obtidas para os sólidos totais, taninos e o índice de Stiasny para a espécie *Couratari guianensis* e *Allantoma lineata* podem ser acompanhados na Figura 08. Nota-se que para todos os componentes, a espécie *C. guianensis* apresentou

porcentagens superiores que a *A. lineata* com destaque para os sólidos totais.

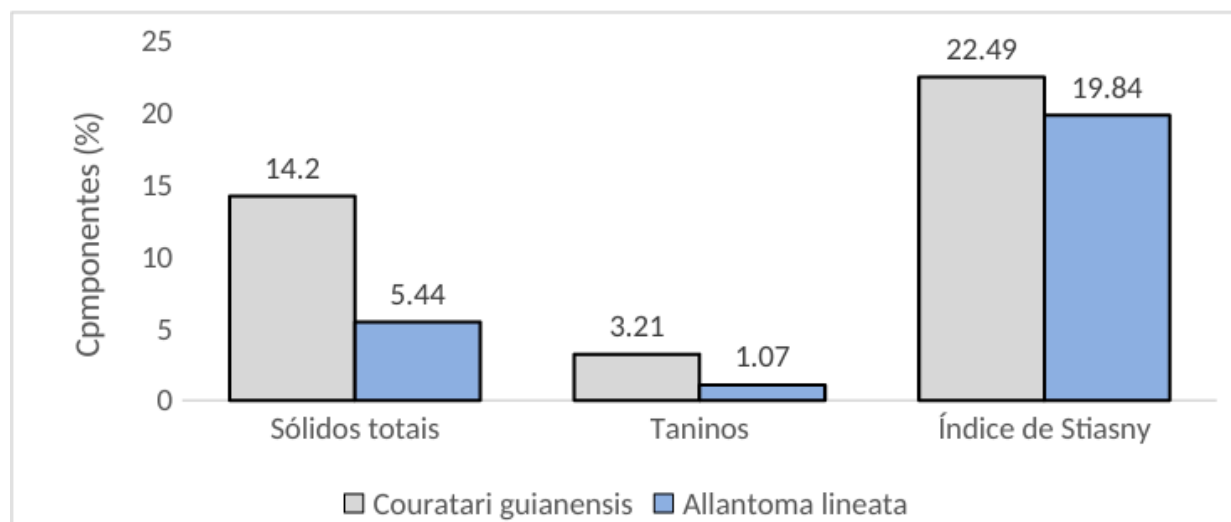


Figura 8: Porcentagem dos componentes nas cascas de espécies de *Couratari guianensis* e *Allantoma lineata*, obtidas na Unidade de Produção Anual 12, Unidade de Manejo Florestal IV, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia.

A concentração de sólidos totais no extrato da casca da *C. guianensis* foi de 14,20 %, enquanto na casca da *A. lineata* foi de 5,44%. Altos rendimentos de extração, ou seja, os sólidos totais, geralmente aumentam os níveis de substâncias insolúveis e solúveis não-tânicas nos extratos vegetais, resultando em maior viscosidade, cores mais escuras e, conseqüentemente, tornando-os menos atrativos para diversos usos (Calegrari, 2016).

O índice de Stiasny (IS) representa a proporção de taninos condensados no extrato, determinada pela reação com formaldeído e ácido clorídrico (Passarella, 2018). Esse índice é interpretado como indicativo da pureza dos taninos: quanto maior o IS, menor é a presença de outros componentes extrativos, que não reagem com o formaldeído e são considerados impurezas (Guangcheng et al., 1991). O índice de Stiasny, que reflete a proporção de taninos condensados nos sólidos totais, é mais elevado na casca de *C. guianensis* (22,49%) em comparação com a casca de *A. lineata* (19,84%).

Considerando que a casca de *C. guianensis* tem um IS mais alto, ela pode ser mais adequada para indústrias que requerem taninos de alta pureza. A casca de *A. lineata*, com um IS um pouco mais baixo, ainda possui um nível significativo de taninos condensados, mas pode ser mais adequada para aplicações onde a pureza não é tão crítica ou onde a presença de outros extrativos pode ser vantajosa.

O teor de taninos condensados (TTC) é uma medida crucial que quantifica a concentração de taninos em um material, excluindo outros componentes extrativos. Neste estudo, observou-se que a casca de *C. guianensis* apresenta um teor superior de taninos, atingindo 3,21%, em comparação com 1,07% na casca de *A. lineata*. Esses resultados são consistentes com estudos anteriores, como o de Trugilho et al. (1997), que encontraram 5,60% de taninos condensados na casca de copaíba (*Copaifera* sp.), mostrando similaridades com os valores obtidos para Tauari e Jequitibá.

Adicionalmente, estudos recentes destacam variações significativas nos teores de taninos entre diferentes espécies nativas da Floresta Amazônica. Por exemplo, Mota et al. (2021) caracterizaram a casca de árvores de maracatiara (*Astronium lecointei*), revelando um teor notável de 7,3% de taninos condensados. Da mesma forma, Carmo et al. (2016) investigaram a cupiúba (*Goupia glabra*), encontrando 2,42% de taninos na casca, evidenciando a diversidade bioquímica e o potencial de valorização desses recursos vegetais.

Segundo Lima (2011), os taninos vegetais podem compor entre 2% e 40% da massa seca da casca em diversas espécies florestais. A presença de taninos em uma planta é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo a espécie da planta, sua localização geográfica, origem biológica e idade, além disso, a quantidade de

taninos pode variar dependendo do tipo de tecido vegetal, como alburno, cerne e casca (Pizzi e Cameron, 1986).

Na safra 2023, a empresa Madeflona informou que foram explorados 2222,15m³ de madeira de *C. guianensis* e 1176,89 m³ de madeira de *A. lineata* (informação pessoal). Considerando que a casca do *C. guianensis* representa, em média, 5,37% desse volume total e densidade básica ponderada de média de 163,02kg/m³, isso resulta em aproximadamente 19.451,0 kg de casca residual, assim, a quantidade de tanino prevista para esse montante seria de 624,38 kg. Para *A. lineata*, a casca representa 4,12% do volume total do fuste comercial e densidade básica ponderada de média de 144,10 kg/m³, resultando em aproximadamente 6.987,10 kg de casca e consequentemente, 74,8 kg de tanino.

Esses resultados demonstram a possibilidade do uso das cascas dessas espécies como uma alternativa de maximizar o aproveitamento dos recursos que são explorados durante o processo de exploração madeireira na Floresta Nacional do Jamari, além de auxiliarem na promoção de práticas de manejo sustentável. Contudo, há a necessidade de se realizar mais pesquisas que embasem esse processo, principalmente com espécies nativas da região amazônica.

Além disso, a valorização dos taninos presentes nas cascas poderia resultar em benefícios sociais e ambientais. A geração de renda a partir desses subprodutos florestais poderia promover a criação de empregos locais, contribuindo para o desenvolvimento econômico das comunidades que dependem das florestas. Do ponto de vista ambiental, a utilização dos taninos poderia reduzir a necessidade de

incineração das cascas, minimizando a emissão de CO₂ e outros gases de efeito estufa.

Primeiramente, a noção de uso múltiplo sustentável é, muitas vezes, mais teórica do que prática. Na realidade, algumas empresas concessionárias tendem a priorizar a exploração da madeira como principal fonte de receita, em detrimento de outros produtos florestais não madeireiros. A madeira é vista como a parte mais nobre e lucrativa da floresta, enquanto outros recursos, como taninos, resinas, óleos essenciais, frutos e cascas, são subutilizados ou completamente ignorados. Essa priorização econômica resulta em uma gestão que favorece a extração seletiva e intensiva de madeira, frequentemente à custa da biodiversidade e da integridade ecológica das florestas.

5. CONCLUSÃO

De forma geral, os dados indicam que a casca de *C. guianensis* possui um volume médio maior por árvore em comparação com a casca de *A. lineata*, correspondendo a 5,37% e 4,12% do volume total do fuste, respectivamente. Isso está diretamente relacionado aos maiores valores médios de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura comercial (hc) observados nas árvores de *C. guianensis*. As variações nos volumes de casca e suas proporções, no entanto, seguem padrões semelhantes aos de outras espécies da Floresta Ombrófila Aberta, com porcentagens de casca geralmente abaixo ou iguais a 5%.

Além disso, análise da densidade básica das cascas revelou valores médios relativamente constantes ao longo das diferentes seções das árvores, com pouca variação entre as seções da tora. Esse

comportamento uniforme na densidade básica é benéfico para a exploração e utilização dos materiais, pois não exige um tratamento diferenciado para cada seção da árvore, permitindo um aproveitamento mais eficiente e consistente na indústria madeireira. Além disso, os valores de massa de casca apresentaram maior variabilidade, refletindo na quantidade de casca extraída por tora, especialmente para a espécie *C. guianensis*.

Portanto, o teor de taninos condensados foi maior na casca de *C. guianensis* (3,21%) em comparação com a casca de *A. lineata* (1,07%). Dessa forma, esses resultados evidenciam o potencial de valorização dos taninos presentes nas cascas dessas espécies, que podem fomentar diversas pesquisas para verificar a viabilidade de utilização como antifúngicos, antibacterianos, na clarificação de água e outras aplicações industriais. Já a extração e utilização dos taninos podem contribuir para a geração de renda local, aproveitando as cascas que já são retiradas do fuste, criando empregos durante a extração dos taninos e reduzindo desperdícios florestais. Isso promove uma gestão mais sustentável e integrada dos recursos florestais.

No contexto de exploração florestal, é essencial considerar estratégias de uso múltiplo que valorizem não apenas a madeira, mas também outros produtos florestais não madeireiros, como os taninos. Os resultados obtidos destacam o potencial desses extratos de casca para serem utilizados na indústria, aproveitando suas propriedades antioxidantes.

Ademais, uma estratégia de otimização do aproveitamento para as espécies *C. guianensis* e *A. lineata* poderia envolver o recolhimento da casca separada durante o processamento das árvores, proporcionando um destino mais eficiente para esses resíduos,

seguida pela extração de compostos polares, fracionamento e purificação. De fato, para avançar nessa direção, é crucial realizar estudos que otimizem os métodos de extração e investiguem a qualidade desses taninos, analisando seus potenciais das aplicações como antifúngicos e antibacterianos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. N. F.; PICOLI, E. A. T.; MOULIN, J. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ZAUZA, E. A. V.; LOOS, R. A.; HALL, K. B.; GOMES, D. S.; CONCEIÇÃO, G. J.; RODRIGUES, P. D.; VIDAURRE, G. B. Propriedades da madeira como potenciais biomarcadores de tolerância a distúrbios fisiológicos: comparação de genótipos de eucalipto divergentes. **Scientia Forestalis**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v50.22>

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 6, pág. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

ALVES, Andréa Karla da Silva. Diretrizes constitucionais de desenvolvimento sustentável e as novas perspectivas de consumo da economia colaborativa. 2020. 168f. **Dissertação** (Mestrado em Direito) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. Floresta para Sempre: um Manual para Produção de Madeira na Amazônia, Belém, Brazil: Imazon, 1998.

ANTONI, Giorgio De. O Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG-7) e a globalização da Amazônia. **Ambiente**

& Sociedade, v. 13, p. 299-313, 2010.

ARAPITSAS, P. Hydrolyzable tannin analysis in food. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1708–1717, dez. 2012.

ARIAS, ANA et al. Tannin-based bio-adhesives for the wood panel industry as sustainable alternatives to petrochemical resins. **Journal of Industrial Ecology**, v. 26, n. 2, p. 627-642, 2022.

AZADEH, ELHAM et al. Self-blowing non-isocyanate polyurethane foams based on hydrolysable tannins. **Journal of Renewable Materials**, v. 10, n. 12, p. 3217, 2022.

BALZON, D. R.; SILVA, J. C. G. L.; SANTOS, A.J. Aspectos mercadológicos de produtos florestais não madeireiros – análise retrospectiva. **Floresta**, v. 34, n. 3, pág. 363-371, 2004.

BASTOS, Bruna Maria da Silva. Estoque de carbono na madeira de diferentes densidades básicas em área de manejo florestal na Amazônia. Orientadora: Dra. Gracialda Costa Ferreira. 2024. 66 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2024. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2213>. Acesso em: 12 ago. 2024.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2008.

BISANDA, ETN; OGOLA, WO; TESH, JV Caracterização de misturas de resinas taninas para aplicações em painéis de

aglomerado. **Compósitos de cimento e concreto**, v. 25, n. 6, pág. 593-598, 2003.

BORGES, K H e BRAZ, E M. **Recursos Florestais não madeireiros, versão preliminar do Workshop** “Manejo de recursos não madeireiros – perspectivas para a Amazônia”. Rio Branco, AC, Junho/98.

BORSOI, G. A.; MÜLLER, B. V.; BRENA, D. A. Determinação do percentual de casca para árvores de diferentes grupos de valor econômico em uma Floresta Ombrófila Mista Determination of the percentage of bark for trees of different groups of economic value in a Araucaria Forest. **Ambiência**, v. 9, n. 2, p. 359-368, 2013.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 out. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 22 jan. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa MMA N° 5. Disponível em: [https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=76720#:~:text=Dispõe sobre procedimentos técnicos para,Legal%2C e dáoutras providências>](https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=76720#:~:text=Dispõe sobre procedimentos técnicos para,Legal%2C e dáoutras providências>.). Acesso em: 19 jun. 2023.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 set. 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l4771.htm. Acesso em: 22 jan. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal

Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nº 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2011.284-2006?OpenDocument. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRAZ, R. L. et al. Resíduos da colheita florestal e do processamento da madeira na Amazônia – uma análise da cadeia produtiva. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 5, n. 2, p. 168–181, 4 abr. 2014.

CALEGARI, Leandro et al. Quantificação de taninos nas cascas de jurema-preta e acácia-negra. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 61-69, 2016.

CARMO, Jair F. et al. Casca de *Copaifera langsdorffii* como fonte de produtos químicos: Caracterização estrutural e química. **Journal of Wood Chemistry and Technology**, v. 36, n. 5, p. 305-317, 2016.

CARNEIRO, A. C. O. **Efeito da hidrólise ácida e sulfitação de taninos de *Eucalyptus grandis* w. hill ex maiden e *Anadenanthera peregrina* sp., nas propriedades dos adesivos** 2006. 182f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) -Universidade Federal de Viçosa, MG, 2006.

CARNEIRO, Angélica de Cássia Oliveira et al. Parâmetros cinéticos de adesivos produzidos a partir de taninos de *Anadenanthera peregrina* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 36, p. 767-775, 2012.

CARVALHO, J. O. P. de et al. Manejo de florestas naturais do trópico úmido com referência especial à Floresta Nacional do Tapajós no Estado do Pará.1984.

CASTRO, Edna Maria Ramos de; CASTRO, Carlos Potiara. Desmatamento na Amazônia, desregulação socioambiental e financeirização do mercado de terras e de commodities. **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 1, 2022.

CASTRO, S. DE et al. Avaliação do Emprego de Cloreto Férrico e Tanino como Coagulantes na Remoção de Sólidos de Efluentes Industriais. p. 90–96, 2023.

COELHO, João Pedro de Souza. Aproveitamento da casca de espécies nativas para a promoção do manejo florestal sustentável na amazônia / João Pedro de Souza Coelho. - Rolim de Moura, 2024.

COLPINI, Chirle et al. Determinação do volume, do fator de forma e da porcentagem de casca de árvores individuais em uma Floresta Ombrófila Aberta na região noroeste de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, v. 39, p. 97-104, 2009.

COSTA, J. G. et al. Forest Degradation in the Southwest Brazilian Amazon: Impact on Tree Species of Economic Interest and Traditional Use. **Fire**, 2023, 6, 234. 2023.

DAS, ATANU KUMAR et al. Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. **South African Journal of Botany**, v. 135, p. 58-70, 2020.

DE ARAUJO, H. J. B. Aproveitamento de resíduos das indústrias de serraria do Acre para finsenergéticos. 2003.

DUNKY, MANFRED. Wood adhesives based on natural resources: A critical review: Part IV. special topics. **Progress in Adhesion and Adhesives**, v. 6, p. 761-840, 2021.

FARIA, Carmen Rachel Scavazzini Marcondes. Biodiversidade: conservação e uso sustentável. 2012.

FEARNSIDE, Philip Martin et al. Emissões de biomassa e gases de efeito estufa decorrentes da mudança no uso da terra no “arco de desmatamento” da Amazônia brasileira: os estados de Mato Grosso e Rondônia. **Ecologia e Manejo Florestal**, v. 258, n. 9, pág. 1968-1978, 2009.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos Ebape**. BR, v. 15, p. 667-681, 2017.

FERREIRA, S. et al. Teores de taninos da casca de quatro espécies de pinus. **Floresta e Ambiente**, v. 16, n. 2, p. 30–39, 2009.

FILIZOLA, B. C.; SAMPAIO, M. B. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável de cascas. **Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza**, 2015.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC. 1992. 269p.

GAMA, J. R. V. et al. "Manejo sustentado para floresta de várzea na Amazônia Oriental." **Revista Árvore** 29 (2005): 719-729.

GODARD, Olivier. O desenvolvimento sustentável: paisagem intelectual. Faces do trópico úmido–conceitos e questões sobre desenvolvimento e meio ambiente. Belém: **Cejup/UFGPA-NAEA**, 1997.

GONÇALVES, C. A.; LELIS, R. C. C.; ABREU, H. S. Caracterização físico-química da madeira de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 54-62, 2010.

GONÇALVES, C. DE A.; LELIS, R. C. C. Teores de taninos da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas. **Floresta e Ambiente**, v. 8, p. 167–173, 15 jan. 2024.

GONULTAS, Oktay; UCAR, Mualla BALABAN. Composição química de alguns taninos comerciais produzidos na Turquia. In: **Anais da 55ª Convenção Internacional da Sociedade de Ciência e Tecnologia da Madeira**. 2012. pág. 1-9.

GUANGCHENG, Zheng; YUNLU, Lin; YAZAKI, Y. Rendimentos de extrativos, valores de Stiasny e teores de poliflavanóides em cascas de seis espécies de Acácia na Austrália. **Australian Forestry**, v. 54, n. 3, p. 154-156, 1991.

HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto, and Niro Higuchi. A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental. INPA; [Brasília]: **CNPq**, 2004.

HIGUCHI, N. et al Perspectivas do manejo florestal sustentável para a Amazônia brasileira. **Hiléia - Revista do Direito Ambiental da Amazônia**, Manaus, n. 8, 2010

HUSCH B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. Forest mensuration. Florida: Krieger Publishing Company; 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. A Amazônia Legal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoesambientais/geologia/15819-amazonialegal.html#:~:text=A%20Amaz%C3%B4nia%20Legal%20foi%20institu%C3%ADda,na%20economia%20nacional%20e%20internacional>. Acesso em 23 de jan.de 2024.

JANKOWSKY, I. P. **Fundamentos de secagem de madeiras**. Piracicaba: Departamento de Ciências Florestais. ESALQ/USP, 1990. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap10.pdf>. Acesso em: 11 set. 2023.

KAVITHA, V. U.; KANDA SUBRAMANIAN, Balasubramanian. Tannins for wastewater treatment. **SN Applied Sciences**, v. 2, p. 1-21, 2020.

KERBER, R. L.; FAGUNDES, S. T. S.; SATILHO, C. O.; TRONCO, K. M. Q.; VENDRUSCOLO, J.; SCCOTI, M. S. V. Flora arbórea na FLONA do Jamari, Rondônia. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 4, pág. e14410413915-e14410413915, 2021.

KHANBABAEE, K.; VAN REE, Tannins: Classification and definition. **Natural Product Reports**, v. 18, n. 6, p. 641–649, 2001.

KLUMB, A. K.; FARIA, O. L. V. Produção de coagulante vegetal catiônico a partir de cascas de Eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*). **VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, v. 22, n. 1, p. 71–80, 2012.

LAASASENAHO, Jouko; MELKAS, Timo; ALDEN, Sari. Modelagem da espessura da casca de *Picea abies* com curvas cônicas. **Ecologia e**

Manejo Florestal, v. 206, n. 1-3, pág. 35-47, 2005.

LAMEIRA, MK da S. Análise da estrutura horizontal e composição de uma floresta tropical como subsídio à ampliação do seu potencial produtivo para o manejo florestal. 2023.

Larson P. R. Formação de madeira e o conceito de qualidade de madeira. Bull. No. 74, **School of Forestry**, Yale University, EUA. 1969.

LEITÃO, Alexandra. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**, v. 1, n. 2, p. 149-171, 2015.

LENS, F.; BAAS, P.; JANSEN, S.; SMETS, E. A search for phylogenetically informative wood characters within Lecythidaceae sl. **American Journal of Botany**, v. 94, n. 4, p. 483- 502, 2007.

Lima, C. R. Potencialidade dos extratos tânicos das espécies angico vermelho, jurema preta e jurema-vermelha no curtimento de peles caprinas. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2011. 61p. **Tese** Doutorado. Disponível em: <http://www.recursosnaturaisufcg.org/downloads/carlosrobertodelima.pdf>.

LORENZI, Harri et al. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1992.

LOUZADA JUNIOR, M. A. et al. O contexto brasileiro e as oportunidades de aproveitamento de resíduos de madeira. **Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA**, Três Lagoas, v. 5, n.3, p. 24-40, ago./dez. 2017.

MADEFLONA. Plano Operacional Anual – 2023. PMFS - UMF n. IV - FLONA do Jamari. 2022. 74p.

MATTA, L. B. V.; SCUDELLER, V. V. Lecythydaceae Poit. in the Tupé Sustainable Development Reserve, Manaus, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 2, p. 195-217, 2012.

MIRANDA, Dirceu Lucio Carneiro et al. Porcentagem de cerne, alborno e casca de cinco espécies madeireiras da Amazônia. **Nativa**, v. 5, p. 619-627, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2318-7670.v05nespa24>

MMA/IBAMA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari**. 2005.

MOK, S. T. Production and promotion of non-wood forest products. 10° CONGRÈS FORESTIER MONDIAL, **Revue Forestière Française, Hors série**, n. 6, p.103-111, 1991.

MONTEIRO, J. M. et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892–896, out. 2005.

MOTA, Graciene S. et al. Casca de árvores de *Astronium lecointei* Ducke da Amazônia: caracterização química e estrutural. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 79, p. 1087-1096, 2021.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1998.

PEARCE, David, and Norman Myers. "Economic values and the environment of Amazonia." *The Future of Amazonia: Destruction or*

Sustainable Development?. **London: Palgrave Macmillan UK**, 1990. 383-404.

PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; CRANEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; SANTOS, L. C. Correlações entre a relação Cerne/Alburno da madeira de eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal Correlations among the heart/sapwood ratio of eucalyptus wood, yield and charcoal properties. **BioResources**, v. 41, p. 217-225, 2013.

PILZ, David; MOLINA, Randy; LIEGEL, Leon. Biological productivity of chanterelle mushrooms in and near the Olympic Peninsula Biosphere Reserve. *Ambio*, n. 9, p. 8-13, 1998.

PIZZI, A. Recent developments in ecoefficient bio-based adhesives for wood bonding: opportunities and issues. **Journal of Adhesion Science and Technology**, v. 20, n. 8, p. 829–846, jan. 2006.

PIZZI, A.; MITTAL, K. L. **Handbook of adhesive technology**. New York: Marcell Dekker, 1994. 680 p.

POGGIANI, Fábio. "O curso de engenharia florestal e as perspectivas profissionais." Piracicaba: IPEF (1980).

QUEIROZ, C. R. A. A., MORAIS, S. A. L., NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 485-492, 2002.

RIBEIRO, M.; CATENACCI, F.S.; SMITH, N.P.; CABELLO, N. B. Couratari in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB23428>. Acesso em: 12 jun. 2024

RIBÉREAU-GAYON, Pascal. **Plant phenolics**. 1972.

ROMERO, Flora Magdaline Benitez et al. Coeficiente de rendimento volumétrico e de carbono de espécies florestais comerciais no Estado do Acre. 2021.

RONY, A.; RODRIGUES, P. antiinflamatória e antifúngica da *Anacardium occidentale* (Linn): Revisão de literatura Resumo Antioxidant , antimicrobial ,anti-inflammatory and antifungal. v. 52, n. 1, p. 421–434, 2023.

SABOGAL, César et al. Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira. 2009.

SAHAKYAN, NAIRA et al. Bioavailability of tannins and other oligomeric polyphenols: A still to be studied phenomenon. **Current Pharmacology Reports**, v. 6, p. 131-136, 2020.

SAMPAIO, D.; FORZZA, R. C.; VIEIRA, J. A. *Allantoma* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB36628>. Acesso em: 12 jun. 2024.

SANT'ANNA, Ana Cláudia; NOGUEIRA, Jorge Madeira. Valoração econômica dos serviços ambientais das florestas nacionais. 2010.

SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. (2012).

SHANLEY, Patrícia; PIERCE, Alan; LAIRD, Sara. Além da Madeira: a certificação de produtos florestais não madeireiros. **Centro de Pesquisa Florestal Internacional (CIFOR)**, 2005.

SILVA ARAUJO, E. et al. Quantification of the bark *Myrcia eximia* DC tannins from the Amazon rainforest and its application in the formulation of natural adhesives for wood. **Journal of cleaner production**, v. 280, n. 124324, p. 124324, 2021.

SILVA, José Natalino Macedo. Manejo florestal. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Belém, PA: EMBRAPACPATU, 1996., 1996. SILVA, Edson José Vidal da. **Impactos da exploração madeireira predatória e planejada sobre o crescimento e diversidade de espécies arbóreas na Amazônia Oriental**. 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, Rosana Vicente da. Uso de taninos da casca de três espécies de eucalipto na produção de adesivos para madeira. 2001.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS - SNIF. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/>. Acesso em: 23 de jan de 2024.

SOARES, CARLOS PEDRO BOECHAT; NETO, FRANCISCO DE PAULA; SOUZA, AGOSTINHO LOPES. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2. ed. [S. l.]: UFV, 2011. 272 p. ISBN 9788572694131.

SOUSA, Geycyane Silva de. Aplicação de Taninos Naturais das Espécies *Eperua Purpurea* e *Hydrochorea Corymbosa* para Confecção de Painéis Aglomerados A Partir de Materiais Alternativos”. **XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA-CNPq/FAPEAM**, 2011.

SOUZA, Helson Gomes de; ROCHA, Stalys Ferreira. Eficiência técnica e gestão ambiental na Amazônia legal frente aos objetivos do

desenvolvimento sustentável. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 47, 2021.

STAYTON, M.; HOFFMAN, M. Relationship between Diameter with and without Bark and Tree Age: A Study of Various Tree Species. **Forest Science**, 16(4), 347-355, 1970.

TONDI, G.; PIZZI, A. Tannin-based rigid foams: Characterization and modification. **Industrial Crops and Products**, v. 29, n. 2-3, p. 356-363, 2009.

TRUGILHO, P. F.; CAIXETA, R. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 1-13, 1997.

VERÍSSIMO, A., BARRETO, P. Florestas Nacionais na Amazônia brasileira: oportunidades e desafios. In: ZARIN, D. J., et al. (Org.). As florestas produtivas nos neotrópicos: conservação por meio do manejo sustentável? **Brasília: IEB**. 2005, p. 55-66.

WALDHOFF, Philippe; VIDAL, Edson. Da ilegalidade à certificação florestal: estudo de caso do manejo florestal comunitário no Baixo Amazonas. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1748-1762, 2019.

¹ Doutorando PGDRA, Mestre em Ciências Ambientais - PPGCA/Universidade Federal de Rondônia, Brasil. ORCID - <https://orcid.org/0000-0003-4713-3559>

² Doutorado em Engenharia Florestal – UFSM. Professora do PPGCA/Universidade Federal de Rondônia, Brasil. ORCID - <https://orcid.org/0000-0001-5979-3218>

³ Professor and researcher, PhD in Regional Development and Environment (UFRO). Researcher of the PGDRA/UFRO, Brazil.

⁴ Mestre em Ciências Ambientais - PPGCA e Engenharia Florestal/UNIR. ICMBIO/Brasil.

⁵ Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Ambientais - PPGCA, UNIR/Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9588-9233>

⁶ Afya Centro Universitário de Ji-Paraná. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8375-1106>

⁷ Esp. em Ciências Jurídicas – Universidade Cruzeiro do Sul. Tenente-Coronel PMRO. Brasil.

⁸ PhD in Agronomy. Júlio de Mesquita Filho State University of São Paulo, UNESP, Brazil. Associate Professor of the Federal University of Rondônia (UFRO), Brazil.

⁹ PhD in Physics (UFC), with post-doctorate in Scientific Regional Development (DCR/CNPq). Production Engineering Specialist (FUNIP). Researcher of the Doctoral and Master Program in Regional Development and Environment (PGDRA/UFRO). Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4173-4636>