



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ESTUDO DO RENDIMENTO DE EQUIPES DE CORTE NA
COLHEITA FLORESTAL NA FLONA CAXIUANÃ**

VALÉRIA LUSTOSA GOMES DE SOUSA

BRASÍLIA, Setembro de 2022

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

VALÉRIA LUSTOSA GOMES DE SOUSA

**ESTUDO DO RENDIMENTO DE EQUIPES DE CORTE NA
COLHEITA FLORESTAL NA FLONA DE CAXIUANÃ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Florestal
como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Nogueira de
Souza

BRASÍLIA

2022

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**ESTUDO DO RENDIMENTO DE EQUIPES DE CORTE NA COLHEITA
FLORESTAL NA FLONA DE CAXIUANÃ**

Estudante: Valéria Lustosa Gomes de Sousa

Matrícula: 17/0063704

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Nogueira de Souza

Menção: _____

Prof. Dr. Álvaro Nogueira de Souza
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal
Orientador

Maria de Fátima de Brito Lima
M.Sc. Economista
Laboratório de Produtos Florestais
Membro da Banca

Fernanda Borges de Lima
M.Sc. Engenheira Florestal
PCEFL - UnB
Membro da Banca

Brasília, 23 de setembro de 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA, VALÉRIA LUSTOSA GOMES DE

ESTUDO DO RENDIMENTO DE EQUIPES DE CORTE NA COLHEITA FLORESTAL NA FLONA DE CAXIUANÃ.

34 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheiro(a), Engenharia Florestal, 2022).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Corte florestal

2. Concessões florestais

3. Rendimento

II. Título

I. EFL/FT/UnB

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, V. L. G. (2022). **ESTUDO DO RENDIMENTO DE EQUIPES DE CORTE NA COLHEITA FLORESTAL NA FLONA DE CAXIUANÃ**. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 34 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR(A): Valéria Lustosa Gomes de Sousa

TÍTULO: *Estudo do Rendimento de Equipes de Corte na Colheita Florestal na FLONA de Caxiuanã*.

GRAU: Engenheiro(a) Florestal

ANO: 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Valéria Lustosa Gomes de Sousa

lustosavaleria21@gmail.com

À memória de José Ferreira Gomes, meu avô,
que sonhou que seus filhos e netos receberiam
maiores graus de educação do que ele mesmo
teve oportunidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tantas bênçãos em minha vida.

Aos meus avós maternos, José e Maria do Carmo, por me criarem e moldarem quem eu sou ao me ensinar valores que jamais esquecerei. E à minha avó paterna, Licea Lustosa, por me ensinar que a base da permanência é o esforço.

Agradeço também aos meus pais e padrasto, que nunca pouparam esforços para que eu pudesse receber a melhor educação e sempre impulsionaram e acreditaram na minha jornada.

Às minhas primas, Yanka e Gabriela, por fazerem o papel que eu julgaria mais fundamental na infância, companhia. E aos meus tios, que por diversas vezes assumiram papéis cruciais na formação do meu caráter.

Ao meu namorado, Arthur, agradeço por acreditar em mim quando eu não acreditava, pela paciência em aprender coisas novas só para conseguir me ajudar e por me inscrever para concorrer às vagas da UnB.

Aos amigos que fiz e reencontrei durante a minha trajetória na graduação, por deixarem a rotina mais leve e tornarem minhas memórias mais agradáveis.

Finalmente, agradeço a todo o Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, funcionários e professores, que enriqueceram a minha jornada acadêmica. Em especial, meu orientador, Professor Doutor Álvaro Nogueira de Souza, e à equipe CEMAL, pela oportunidade deste trabalho e paciência.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO -----	10
2.	OBJETIVOS -----	10
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	11
3.1.	Concessões florestais no Brasil -----	11
3.2.	Plano de manejo florestal -----	12
3.3.	Colheita florestal -----	14
4.	MATERIAL E MÉTODOS -----	15
4.1.	Área de Estudo -----	15
4.2.	CEMAL - COMÉRCIO ECOLÓGICO DE MADEIRA LTDA -----	16
4.3.	Base de dados -----	17
4.4.	Sistematização dos dados disponíveis -----	17
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	18
5.1.	Rendimento em Volume por Espécie -----	18
5.2.	Produção total por equipe -----	20
5.3.	Rendimento das equipes -----	22
5.4.	Relação de espécies por equipe de alto rendimento -----	23
5.5.	Relação de espécies por equipe de baixo rendimento -----	26
5.6.	Ocorrência de árvores defeituosas por equipe -----	29
6.	CONCLUSÃO -----	30
	BIBLIOGRAFIA -----	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de Etapas para Elaboração do PMFS	14
Figura 2 - Mapa das Unidades de Manejo Florestal (UMF) na FLONA Caxiuanã	16
Figura 3 - Rendimento por espécie.....	20
Figura 4 - Relação de volumes inventariado e medido em m ³ por equipe	20
Figura 5 - Relação de volumes inventariado e medido em m ³ por equipe desconsiderando árvores defeituosas	21
Figura 6 - Rendimento percentual por equipe de corte em relação ao volume total extraído..	22
Figura 7 - Rendimento em porcentagem das equipes de colheita sem levar em consideração as espécies colhidas	23
Figura 8 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 4	24
Figura 9 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 9	24
Figura 10 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 11	25
Figura 11 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 12	25
Figura 12 – Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 15.....	26
Figura 13 – Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 1	27
Figura 14 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 5	27
Figura 15 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 8	28
Figura 16 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 16	28
Figura 17 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 19	29
Figura 18 - Quantidade de árvores defeituosas relatadas por equipe de corte	30

RESUMO

O manejo florestal em áreas nativas, como é o caso da área de atuação da empresa CEMAL, apresenta alguns desafios, entre eles, a colheita florestal. Inúmeros são os fatores que influenciam e contribuem para a dificuldade dessa etapa, desde o relevo da região até as equipes de operações. Sendo assim, é essencial o controle de tais fatores por parte da empresa, para evitar perda em seus lucros. Com base nisso, este estudo focou nas equipes de corte na etapa de colheita florestal e em seus rendimentos. Por meio de dados inventariados e medidos, foram projetados rendimentos médios por espécie extraída para cada equipe de corte e, a partir dos padrões encontrados, procurou-se razões para a maior superestimação ou subestimação inventariada em algumas espécies. Percebeu-se que não se pode afirmar a causalidade entre a frequência de espécies de menor ou maior rendimento e nem da frequência de trabalho no rendimento das equipes, mas que a quantidade de árvores extraídas pode ser um fator relevante.

Palavras-chave: corte florestal, concessões florestais, rendimento.

ABSTRACT

Forest management in native areas, as is the case of the area where CEMAL operates, presents some challenges, including forest harvesting. There are numerous factors that influence and contribute to the difficulty of this stage, from the relief of the region to the operations teams. Therefore, it is essential for the company to control such factors, to avoid loss of profits. Based on this, this study focused on cutting teams in the forest harvesting stage and on their yields. Through inventoried and measured data, average yields per species extracted were projected for each cutting team and, from the patterns found, reasons for the greater overestimation or underestimation inventoried in some species were speculated. It was noticed that the causality between the frequency of species with lower or higher yields and the frequency of work on the yield of the teams cannot be affirmed, but that the amount of trees extracted can be a relevant factor.

Keywords: forest cutting, forest concessions, yield.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é um tema em alta no país e no mundo. Sinônimo de riqueza natural, desperta grande interesse em estudiosos e leigos no assunto, tanto pela sua vasta biodiversidade e serviços ecológicos quanto pelos problemas a que seu nome é associado.

Tamanha fartura costuma atrair atenção de todos e, muitas vezes, negativamente. A floresta está cada vez mais associada a notícias de devastação e exploração ilegal. Recentemente, bateu o recorde de desmatamento, como documentado por Folha (2022), em “Desmatamento na Amazônia explode em agosto e alcança 2^a maior marca para o mês já registrada” e frequentemente é alvo de denúncias de negligência e abandono aos povos nativos e biodiversidade da região, como divulgado por BNC Amazonas (2022) e Júnior (2022).

Desta forma, as concessões florestais surgem como instrumento de controle e proteção ambiental a partir da outorga da lei 11.284/2006, onde por meio de licitações públicas, empresas habilitadas, implementam planos de manejo sustentável para a exploração econômica da área concedida. A concessão de florestas públicas não é somente favorável ao Estado e à empresa, mas à população local também proporcionando empregos e fluxo de renda local (DA SILVA *et al.*; 2009).

Assim sendo, ao explorarem a floresta, as empresas precisam atentar a fatores que possam afetar o lucro obtido na atividade (LEAL; 2020). Com esse propósito, uma das observações a serem feitas é o rendimento das equipes responsáveis pela colheita florestal, tanto nas etapas de corte e traçamento, quanto nas de arraste.

Lima (2020) mostrou que um dos fatores determinantes para o sucesso da atividade de manejo na Flona de Caxiuanã sob o ponto de vista financeiro é, entre outros, a produtividade da floresta. De modo que, não só a produtividade da floresta, mas a de todas as etapas do manejo acabam por impactar o resultado financeiro. Com exceção do preço de mercado dos produtos e o volume disponível, todos os demais fatores podem ser controlados pela empresa. As empresas buscam capacitar seus colaboradores para que cada etapa do processo produtivo seja realizada na produtividade ótima. Por isso, buscamos avaliar as equipes de trabalho que realizam o corte nas áreas de manejo florestal.

Neste trabalho, o objeto de estudo são as equipes de corte e o rendimento relativo de cada uma por espécie colhida e como ou o que afetou esse rendimento.

2. OBJETIVOS

Analisar o rendimento da etapa de corte na colheita florestal das equipes da empresa para a safra de 2021.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Concessões florestais no Brasil

As concessões florestais no Brasil são regidas pela lei n.º 11.284/06, que dispõe sobre a gestão sustentável de florestas públicas (BRASIL, 2006) e regulamentadas pelo Decreto n.º 6.063/2007. Ainda podem ser definidas pela delegação onerosa do direito de praticar manejo florestal sustentável para exploração de produtos madeireiros e não madeireiros, serviços e turismo em uma unidade de manejo.

As concessões dão base para a criação de conservação como Florestas Nacionais (FLONA), Estaduais (FLOTA) e Municipais, Reservas Extrativistas, Reservas de Desenvolvimento Sustentável, projetos de assentamentos e afins (DA CUNHA SOARES *et al.*, 2021).

Dessa forma, é caracterizado como uma ferramenta para promover o aproveitamento econômico e sustentável de florestas públicas, florestas naturais ou plantadas em áreas pertencentes à União, aos Estados, aos Municípios e ao Distrito Federal. Para além da gestão de florestas públicas, o normativo também objetiva a desaceleração da ocupação desordenada e exploração ilegal das florestas, combater o garimpo ilegal, a grilagem, o desmatamento e os incêndios florestais (RODRIGUES *et al.*, 2020).

O modelo de concessões no Brasil funciona por meio de pagamentos que os concessionários fazem ao governo calculados a partir de características da proposta de exploração e da concorrência pública para o acesso ao recurso (SFB, 2022). A prática é observada no mundo desde o século XIX e é utilizada por diversos países como Estados Unidos, Malásia e Indonésia (RODRIGUES, 2016).

O governo pode conceder o direito de manejar florestas públicas a empresas brasileiras, cooperativas e comunidades, sendo sua utilização, portanto, restrita a pessoas jurídicas. A Lei de Manejo de Florestas Públicas prioriza concessões para comunidades que já vivem em FLONAS.

A etapa inicial para o processo de concessão florestal é a identificação das florestas. Para levantar os recursos passíveis de concessão e avaliar sua ocupação e exploração, a lei indica a produção anual do Plano de Outorga Florestal (PAOF) para a gestão de florestas

públicas a nível federal. O PAOF indica as florestas passíveis de concessão no ano seguinte à sua publicação (BRASIL, 2006).

A segunda etapa inclui estudos técnicos acerca das florestas identificadas para fornecer uma visão das condições ambientais, econômicas e sociais das florestas públicas de interesse das concessões. Podem envolver levantamentos de fauna, flora, clima, solo, relevo, hidrografia e inventário florestal (SFB, 2022).

Com a aprovação dos estudos é elaborado um edital de licitação para captar propostas de preço, propostas técnicas contendo indicadores classificatórios e eliminatórios para cada indicador (BRASIL, 2006). A proposta de edital é então submetida a consulta pública.

A partir da aprovação e publicação do edital é iniciada a etapa de concorrência em que os licitantes devem apresentar documentos que comprovem que a constituição da empresa obedece a legislação brasileira. Dessa forma é possível obter a melhor proposta visando os retornos sociais, ecológicos e econômicos.

Com a assinatura do contrato de concessão o licitante aprovado adquire o direito de realização de atividades durante um período de vigência de quarenta anos, não podendo ser renovado. Com isso, dá-se início às etapas de desenvolvimento dos planos de manejo, atividades de monitoramento, fiscalização e auditoria.

A atividade em FLONA é regida por um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). Este documento é uma ferramenta para propor a gestão do recurso público, a caracterização da exploração, técnicas a serem empregadas, intensidade de colheita e ciclos de corte. O documento deve ser confeccionado pelos concessionários e sua aprovação é dada pelo órgão competente, o Instituto Nacional de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (SFB, 2022).

Em 2022 foram identificadas 21 unidades de manejo florestal em sete FLONAS nos estados de Rondônia, Pará e Amapá, totalizando uma área de 1,269 milhão de hectares e, em 2020, foi alcançada a métrica de 263,5 mil metros cúbicos de madeira produzida (SFB, 2022), mostrando-se importante fator no desenvolvimento sustentável no país.

3.2. Plano de manejo florestal

Para o desenvolvimento de atividade, de forma sustentável no modelo de concessões, é fundamental a confecção e aderência ao Plano de Manejo Florestal Sustentável, conforme

aponta a legislação (BRASIL, 2006). A ferramenta é imprescindível para a exploração em matas nativas, sendo uma das principais ferramentas de política de proteção ambiental (RIBEIRO, 2020).

O Plano de manejo florestal segue, ainda, resoluções do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), a Resolução do Conama 406/2009, Decreto 5.975/2006 e as Instruções Normativas MMA 04 e 05/2006 (LEAL, 2020).

O Código Florestal, instituído pela Lei Federal de número 12.651/2012 dispõe, em capítulo específico, os requisitos para a exploração em florestas nativas. O capítulo contempla as técnicas a serem utilizadas na condução, exploração, reposição e manejo florestais.

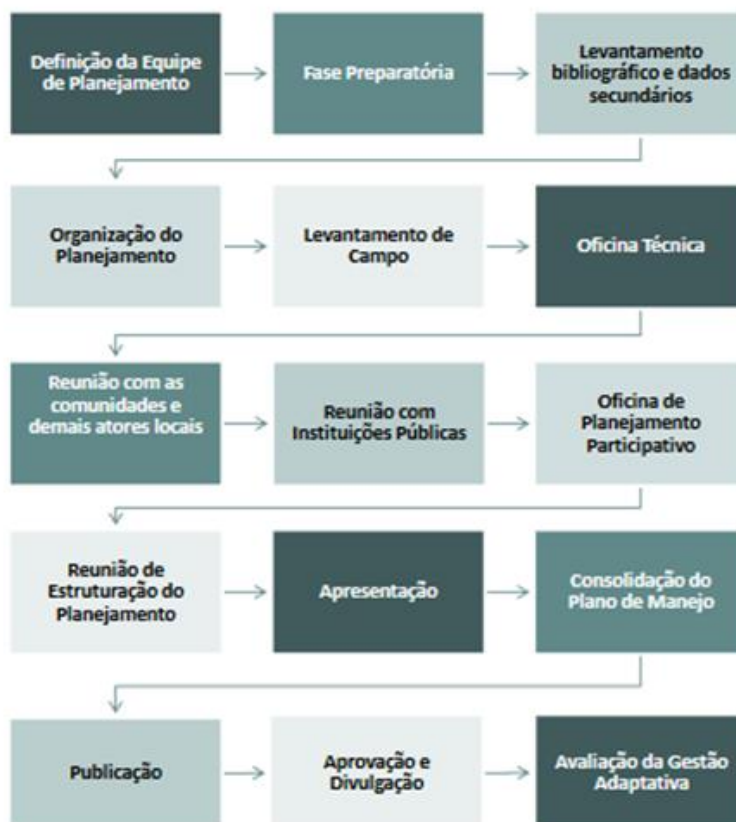
Dessa forma, o PMFS deve seguir os princípios técnicos e científicos: I - caracterização dos meios físico e biológico; II - determinação do estoque existente; III - intensidade de exploração compatível com a capacidade de suporte ambiental da floresta; IV - ciclo de corte compatível com o tempo de restabelecimento do volume de produto extraído da floresta; V - promoção da regeneração natural da floresta; VI - adoção de sistema silvicultural adequado; VII - adoção de sistema de exploração adequado; VIII - monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente; IX - adoção de medidas mitigadoras dos impactos ambientais e sociais. (BRASIL, 2012).

Existem ainda, componentes fundamentais indicados pelo Roteiro Metodológico de Elaboração de Plano de Manejo (IBRAM, 2018), como: a declaração de propósito da operação, que declara o porquê da exploração do recurso; a definição da significância da unidade de conservação explicitando a importância daqueles recursos no contexto global, nacional, regional e sistêmico; e o levantamento de recursos e valores fundamentais.

Ainda de acordo com o IBRAM (2018), existem os componentes dinâmicos que compreendem a avaliação das necessidades de dados e mapeamento das informações geoespaciais das unidades de conservação e os componentes normativos como o zoneamento e a apresentação dos conceitos de atos legais, atos administrativos e normas relacionados.

Dessa forma, pode-se observar na Figura 1, uma forma resumida para a compreensão das etapas de desenvolvimento do PMFS a partir de roteiros propostos pelo IBRAM (CURY, 2013).

Figura 1 - Fluxograma de Etapas para Elaboração do PMFS



Fonte: (IBRAM 2013)

3.3. Colheita florestal

A colheita florestal pode ser descrita como uma série de operações realizadas em uma parcela florestal, desde a preparação e extração da madeira até o ponto de transporte, utilizando técnicas e padrões estabelecidos, com o objetivo de converter a mesma madeira em um produto final. Do ponto de vista tecnoeconômico, a colheita é a etapa mais importante, incluindo a fase de corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou rastreamento); descascamento no campo; e extração e carregamento (BIRRO et al., 2002).

Existem várias técnicas e modelos de sistemas de colheita e processamento da madeira no campo, considerando tanto a espécie arbórea quanto a idade do povoamento, a finalidade do produto, as condições gerais da área de colheita e, por fim, do sistema de colheita. Dessa forma, os resultados de um processo de colheita são dados em função de

um conjunto de variáveis condicionantes, tornando-se um processo complexo (SIMÕES, 2008).

Devido à complexidade do trabalho e a sensibilidade da produtividade extraída frente à inúmeras variáveis, essa etapa requer cautela para não causar consequência aos custos operacionais, já que, somada ao transporte florestal, são as etapas com maiores pesos econômicos da madeira (PEREIRA *et al.*, 2012).

Quando feita de maneira semimecanizada, com uso de motosserra, a atividade além de trazer custos à madeireira, carrega impactos aos operadores. Sendo uma atividade difícil e perigosa, muita atenção deve ser despendida às equipes de campo para que se reduzam os impactos na saúde e bem-estar dos funcionários nessa operação (LEAL e CARVALHO, 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

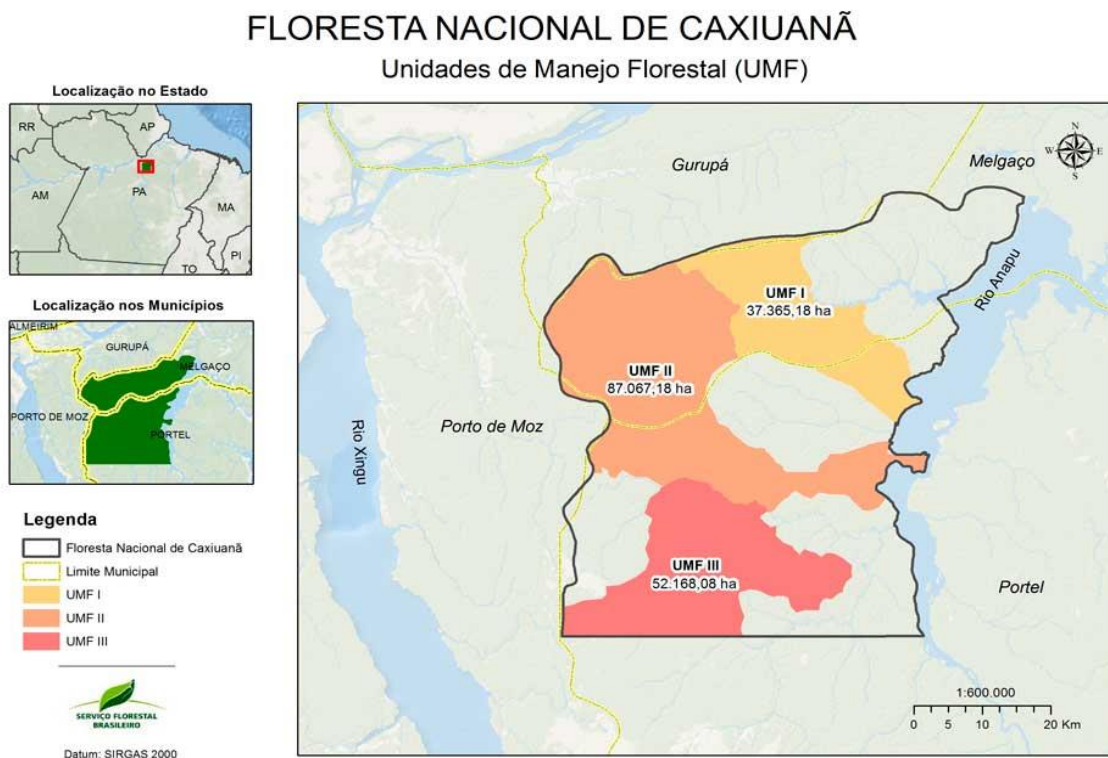
Situada no Estado do Pará, entre os rios Tapajós e Xingu, a região que possuía 200.000 hectares foi doada ao Governo Federal pela Lei nº 3.076 em 24 de junho de 1960. E, no ano seguinte, pelo decreto nº 239 de 28 de novembro de 1961, o então primeiro-ministro Tancredo Neves assinou a criação da Floresta Nacional de Caxiuanã (DECRETO DO CONSELHO DE MINISTROS Nº 194, DE 22 DE NOVEMBRO DE 1961).

Atualmente com 322.400 hectares, a área é a maior Unidade de Conservação no interflúvio Tocantins e Xingu. Situada entre os municípios de Melgaço e Portel, a floresta faz parte da área da Amazônia Legal e é caracterizada como floresta ombrófila densa e seu acesso se dá pelos municípios de Portel, Melgaço, Senador José Porfírio, Porto de Moz e Gurupá (FLONA Caxiuanã (a); FLONA Caxiuanã (b)).

O Plano de Manejo da Flona define 183.695,7 hectares como área de manejo florestal sustentável, dos quais 176 mil hectares são destinados à concessões florestais. A área de concessão está dividida em três Unidades de Manejo Florestal (UMF): UMF I com 37.365 hectares, UMF II com 87.067 hectares e UMF III com 52.168 hectares (Floresta Nacional de Caxiuanã, PA, 2022).

A Unidade de Manejo Florestal III foi a concedida à empresa Cemal - Comércio Ecológico de Madeiras Ltda., portanto é o foco deste estudo e possui área total de 52.168,02 ha, e um perímetro de 130.675,90 m, conforme demonstra a Figura 2 a seguir (PMFS Pracupi).

Figura 2 - Mapa das Unidades de Manejo Florestal (UMF) na FLONA Caxiuanã



Fonte: Floresta Nacional de Caxiuanã, PA, 2022.

A região amazônica se caracteriza por uma sazonalidade na precipitação e apresenta duas estações bem distintas ao longo do ano: a estação chuvosa, entre os meses de dezembro a maio, e a estação menos chuvosa, de junho a novembro, já que a área sofre influência direta da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A temperatura média anual do ar fica em torno de 25,9°C, costumeiramente com os maiores valores médios nos meses de agosto a novembro, período menos chuvoso da região, enquanto os menores valores foram observados no período mais chuvoso. O valor médio anual da umidade relativa do ar é de 82% (PMFS Pracupi).

4.2. CEMAL - COMÉRCIO ECOLÓGICO DE MADEIRA LTDA

Atuante no estado do Pará no município de Portel na FLONA de Caxiuanã (Concessão Federal) e no município de Almeirim na FLOTA do Paru (Concessão Florestal Estadual), a CEMAL é uma empresa de concessões florestais que atua no setor madeireiro no norte do país há mais de uma década (CEMAL, 2020).

4.3. Base de dados

A empresa disponibilizou uma base de dados contendo as informações de oito mil oitocentas e cinquenta e cinco árvores derrubadas entre os meses de junho e outubro de 2021 em quinze Unidades de Trabalho - UT. Informações de UT, número do mapa, número da árvore, espécie, volume inventariado em metros cúbicos, volume medido em metros cúbicos, datas de derrubada, traçamento, planejamento, arraste e medição, quantidade de toras, pátio de estocagem, situação de arraste, utilidade e as equipes responsáveis pelas operações de corte, traçamento e arraste.

O inventário para a obtenção dos dados de volume inventariado foi feito por empresa terceirizada. As equipes de corte, objeto de estudo do trabalho, são compostas por duas pessoas, sendo um motosserrista e um ajudante.

4.4. Sistematização dos dados disponíveis

Os dados disponibilizados de volume foram calculados previamente pela empresa utilizando-se do método de cubagem rigorosa de Smalian (Equação 1), para tal, considerando as áreas seccionais obtidas nas extremidades da tora em metros quadrados, sendo obtidas estimativas de volume para seções individuais do fuste da árvore. Para o volume total, basta somar os volumes. Por sua simplicidade matemática e praticidade na obtenção de dados, é a expressão mais utilizada nessas situações (SOARES *et al.*, 2011).

Equação 1: Volume pelo método de Smalian

$$Volume = \frac{AS1 + AS2}{2} * L$$

Onde: AS1 e AS2 são respectivamente as áreas seccionais da extremidade da seção em metros quadrados e L é o comprimento da seção em metros.

A partir dos volumes inventariados e medidos, foram calculados o rendimento percentual dos indivíduos e seus erros absolutos, equações de 2 e 3 respectivamente.

Equação 2: Rendimento percentual das árvores

$$Rendimento\% = \frac{Volume\ real}{Volume\ total\ real} * 100$$

Equação 3: Erro absoluto do inventário

$$Erro = Volume\ real - Volume\ inventariado$$

Com os dados gerados no Excel, tabelas dinâmicas foram utilizadas para a obtenção de

estimativas de rendimento médio por espécie de árvore coletada e, posteriormente, por equipe de coleta.

Também foram feitos cálculos de produção total, para medir o volume total de árvores extraídas por equipe, a partir da soma dos volumes inventariados e medidos em metros cúbicos por equipe e, posteriormente, da subtração entre os dois encontrou-se o erro total por equipe.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Rendimento em Volume por Espécie

Dentre as estimativas de rendimento volumétrico por espécie encontradas, as cinco maiores foram para as espécies Maçaranduba, Muiracatiara, Angelim-vermelho, Jatobá e Tauari-branco com totais extraídos de 7144,87 m³, 4281,65 m³, 3956,43 m³, 3900,07 m³ e 3357,57 m³ respectivamente.

Por outro lado, as espécies que apresentaram menor rendimento foram Ipê, Sucupira-amarela, Araracanga, Macacaúba e Carapanaúba com, respectivamente, 18,55 m³, 17,35 m³, 11,24 m³, 10,92 m³, 8,10 m³ em média.

As demais trinta e seis espécies apresentaram volume entre 3004,64 m³ e 31,95 m³. A Tabela 1 apresenta as espécies estudadas e seus volumes e a Figura 3 apresenta a distribuição do rendimento por espécie:

Tabela 1 - Espécies estudadas e volumes extraídos

Espécie	Nome científico	Rendimento volumétrico em m³
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	7144,8739
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei Ducke</i>	4281,6502
Angelim-vermelho	<i>Dinizia excelsa</i>	3956,4343
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	3900,0681
Tauari-branco	<i>Couratari oblongifolia</i>	3357,5659
Guajará	<i>Micropholis venulosa</i>	3004,6386
Maparajuba	<i>Manilkara salzmanni</i>	2722,3612
Cupiúba	<i>Tapirira guianensis</i>	2161,0027
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i>	1950,1929
Cumarú	<i>Dipterix odorata</i>	1628,4969
Timborana	<i>Piptadenia suaveolens</i>	1193,1828
Tauari-rosa	<i>Couratari spp.</i>	1193,1161
Quarubatinga	<i>Vochysia guianensis</i>	863,2562
Tatajuba	<i>Maclura tinctoria</i>	644,0385
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i>	590,8693
Barrote	<i>Pinus elliottii Engelm</i>	545,8055

Abiu	<i>Pouteria caimito</i>	533,0645
Louro-canela	<i>Nectandra rubra (mez) C.K. Allen</i>	512,5069
Pequiá	<i>Caryocar villosum</i>	449,964
Guajará-branco	<i>Chrysophyllum sericeum</i>	377,3871
Mandioqueira	<i>Didymopanax morototoni</i>	354,6495
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	353,0804
Tanibuca-preta	<i>Buchenavia capitata</i>	301,3121
Louro	<i>Ocotea spp.</i>	290,0541
Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	242,4346
Louro-pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i>	226,7159
Uxirana	<i>Sacoglottis guianensis</i>	208,7801
Uxi	<i>Endopleura uchi</i>	184,2446
Sucupira-preta	<i>Diptotropis purpurea</i>	180,5787
Amapá-doce	<i>Parahancornia amapa</i>	152,1401
Goiabão	<i>Pouteria pachycarpa</i>	144,8804
Freijó	<i>Cordia goeldiana Huber</i>	133,3967
Tanibuca-amarela	<i>Terminalia tetraphylla</i>	124,9059
Orelha-de-macaco	<i>Enterolobium timbouva</i>	120,302
Coco-pau	<i>Dipterix alata</i>	115,5172
Louro-faia	<i>Roupala montana</i>	96,6788
Louro-vermelho	<i>Nectandra rubra</i>	66,946
Louro-preto	<i>Ocotea sp. Lauraceae.</i>	58,1735
Oiticica	<i>Licania rigida</i>	58,0193
Sucupira-pele-de-sapo	<i>Bowdichia nitida</i>	52,0593
Jatobá-burundanga	<i>Hymenaea oblongifolia Huber</i>	31,9504
Ipê	<i>Handroanthus</i>	18,5481
Sucupira-amarela	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	17,3546
Araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum Benth</i>	11,2395
Macacaúba	<i>Platymiscium ulei</i>	10,9167
Carapanaúba	<i>Aspidosperma carapanauba</i>	8,0978
Total Geral		44573,4519

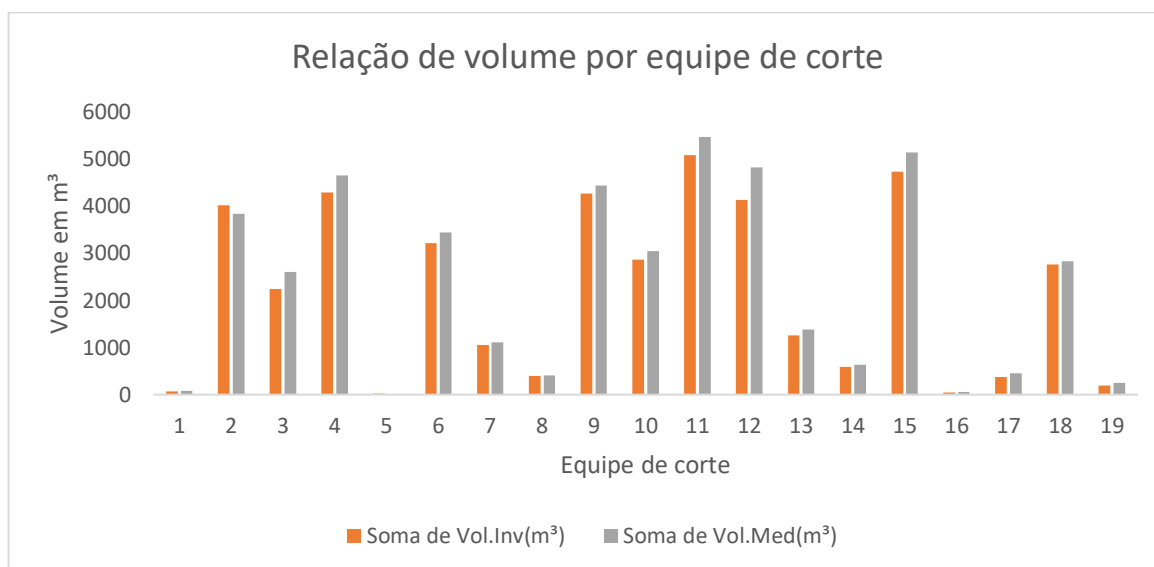
Figura 3 - Rendimento por espécie



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

5.2. Produção total por equipe

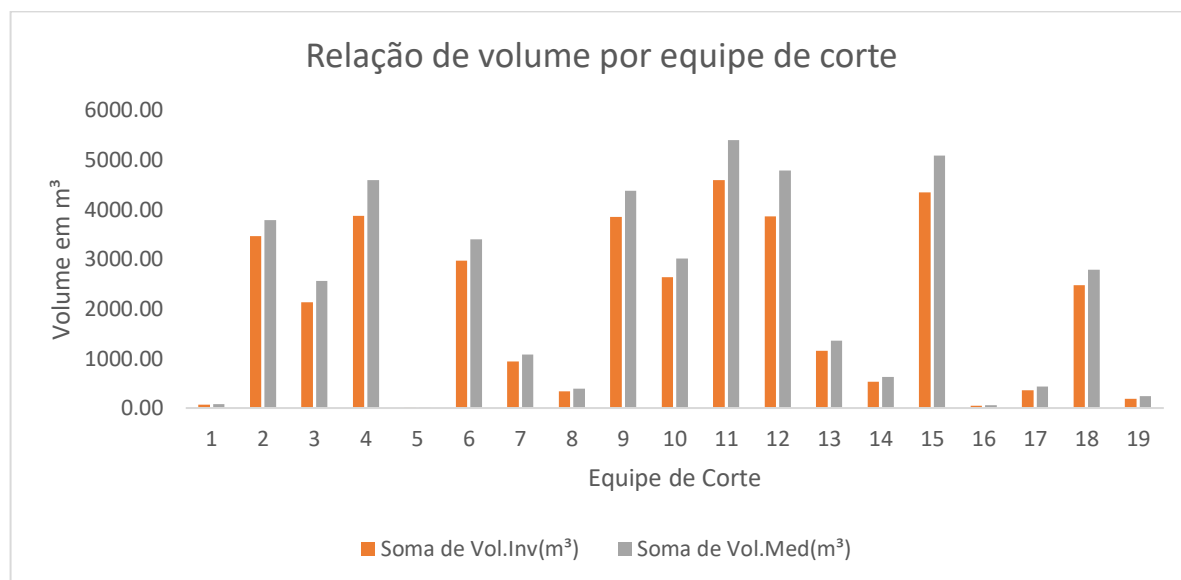
Para a extração total por equipe de corte foram consideradas as somas dos volumes medidos, levando em consideração a equipe que extraiu a madeira em campo, mas não separando os volumes por espécie. Foram encontrados valores extraídos entre 12,13 m³ e 5456,10 m³, como se observa na Figura 4.

Figura 4 - Relação de volumes inventariado e medido em m³ por equipe

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Ao desconsiderar as estimativas para as 777 árvores que apresentaram defeitos na colheita, os resultados encontrados ficaram entre 8,22 m³ e 5398,33 m³, como ilustrado na figura 5.

Figura 5 - Relação de volumes inventariado e medido em m³ por equipe desconsiderando árvores defeituosas

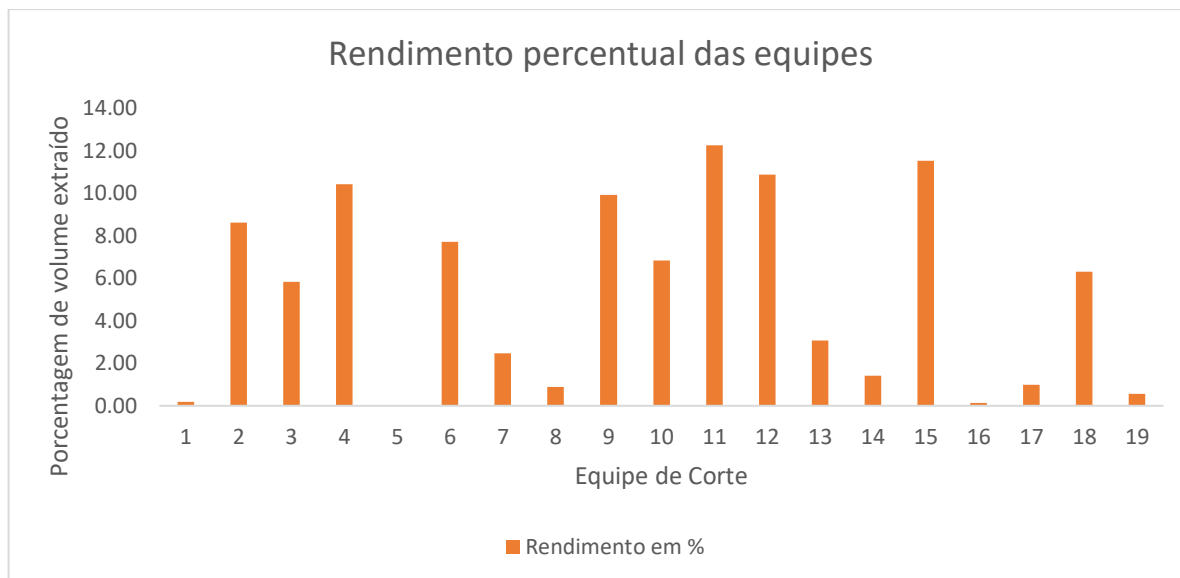


Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Com isso, os resultados obtidos de volume inventariado foram subtraídos dos de volume medido, obtendo-se valores de erro de inventário entre 0,32 m³ e 928,79 m³. Dessa forma, foram encontrados apenas resultados positivos, indicando a tendência de subestimação volumétrica do inventário.

Para o rendimento percentual, foram encontrados valores entre 0,02% e 12,25% do volume total extraído, sendo a equipe 11 a que apresentou maior produtividade e a equipe 5 a que representou menor produtividade. Conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Rendimento percentual por equipe de corte em relação ao volume total extraído



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Vale ressaltar que, ao considerar uma equipe mais ou menos produtiva, não significa dizer que uma é melhor que a outra, pois diversos fatores e condições de campo impactam a produtividade do trabalho.

5.3. Rendimento das equipes

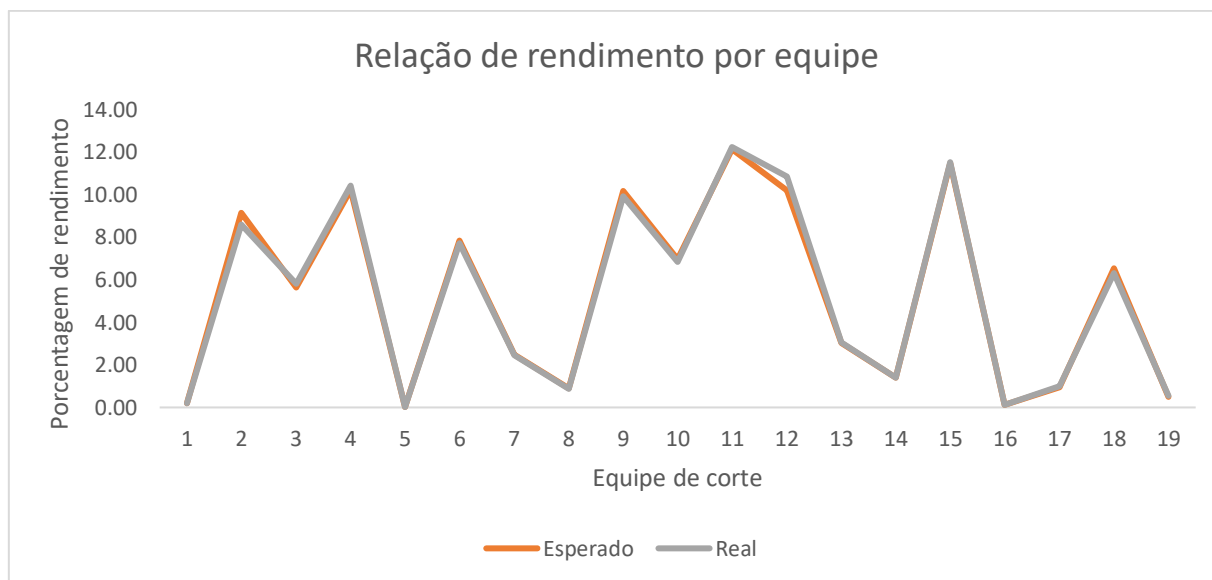
As cinco equipes com maiores rendimentos encontrados foram, em ordem decrescente, a 11, 15, 12, 4 e 9 com rendimentos entre 12,25% e 9,93% e erro de inventário entre 530,08 m³ e 928,79 m³. Apresentando uma tendência do modelo de estimativa volumétrica usado no inventário de subestimar a produção.

Já as cinco equipes com menor rendimento, em ordem decrescente, foram a 8, 19, 1, 16 e 5, com rendimentos entre 0,88% e 0,02%. Nesse caso, mesmo apresentando os menores rendimentos, todas as equipes apresentaram ganho de volume medido em relação ao inventariado, com erros de inventário entre 0,32 m³ e 49,58 m³, não sendo economicamente prejudiciais nesse sentido.

As demais nove equipes mantiveram seus rendimentos entre 0,99% e 8,60%, mantendo a característica de subestimação do modelo de inventário em relação ao valor real.

Tais comportamentos podem ser observados na Figura 7 a seguir.

Figura 7 - Rendimento em porcentagem das equipes de colheita sem levar em consideração as espécies colhidas

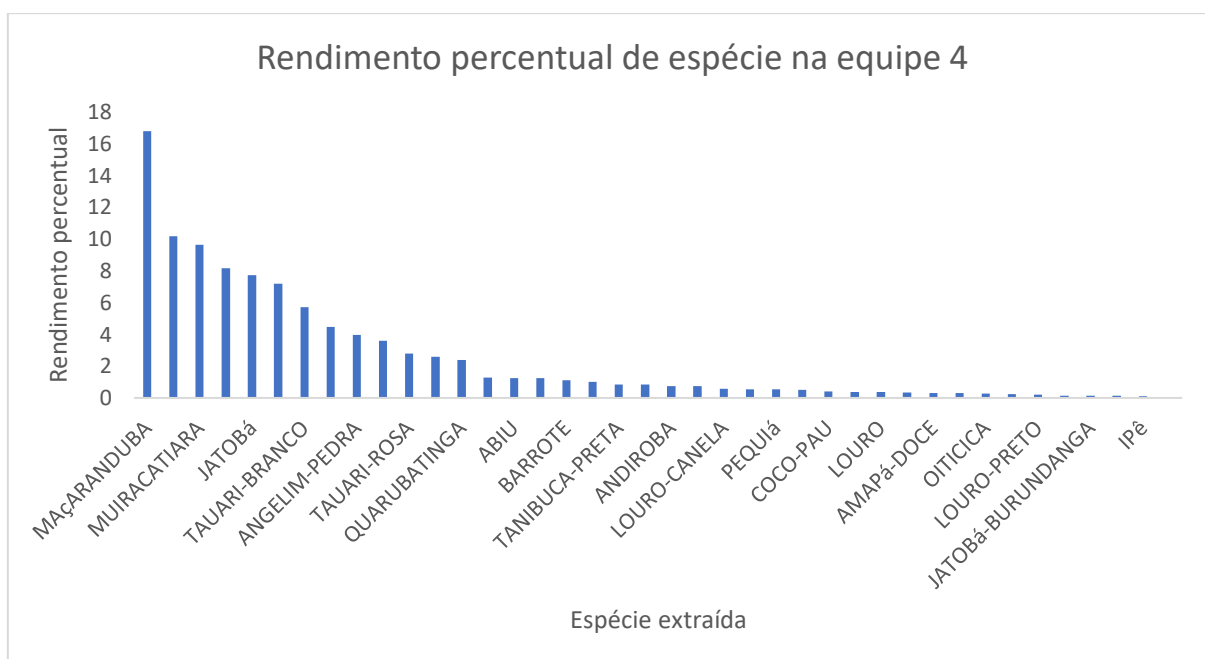


Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

5.4. Relação de espécies por equipe de alto rendimento

Algumas espécies apresentaram indício de subestimação do modelo de inventário em todas as equipes que as extraíram, como: Amapá-doce, Cupiúba, Guajará e Maparajuba. Sendo que a única espécie que aparece em todas as equipes é a Maçaranduba, que possui uma tendência de subestimação de inventário tal qual as quatro citadas, porém em raras vezes pode apresentar superestimação do modelo. Ainda, a única espécie a apresentar tendência de superestimação do modelo todas as vezes que ocorreu foi o Barrote. Os gráficos a seguir demonstram as afirmações observadas.

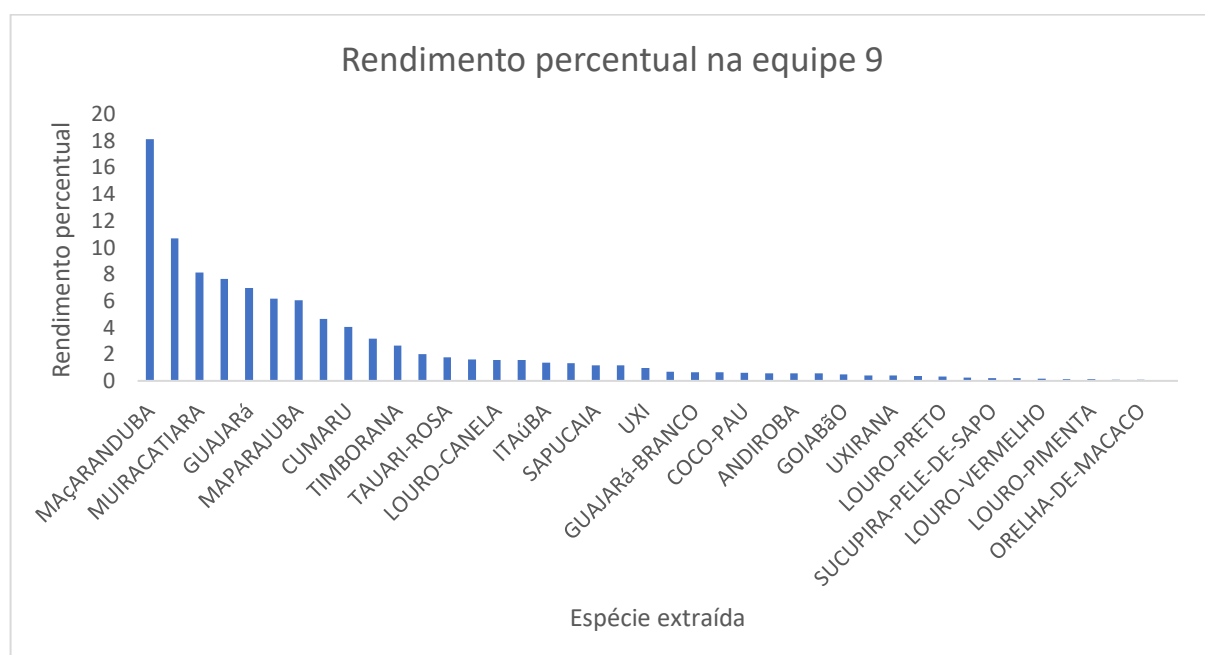
Figura 8 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 4



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 4, as espécies com maior aparição foram Maçaranduba, Angelim-vermelho, Muiracatiara, Guajará e Jatobá, representando juntas 52,52% das árvores extraídas pela equipe.

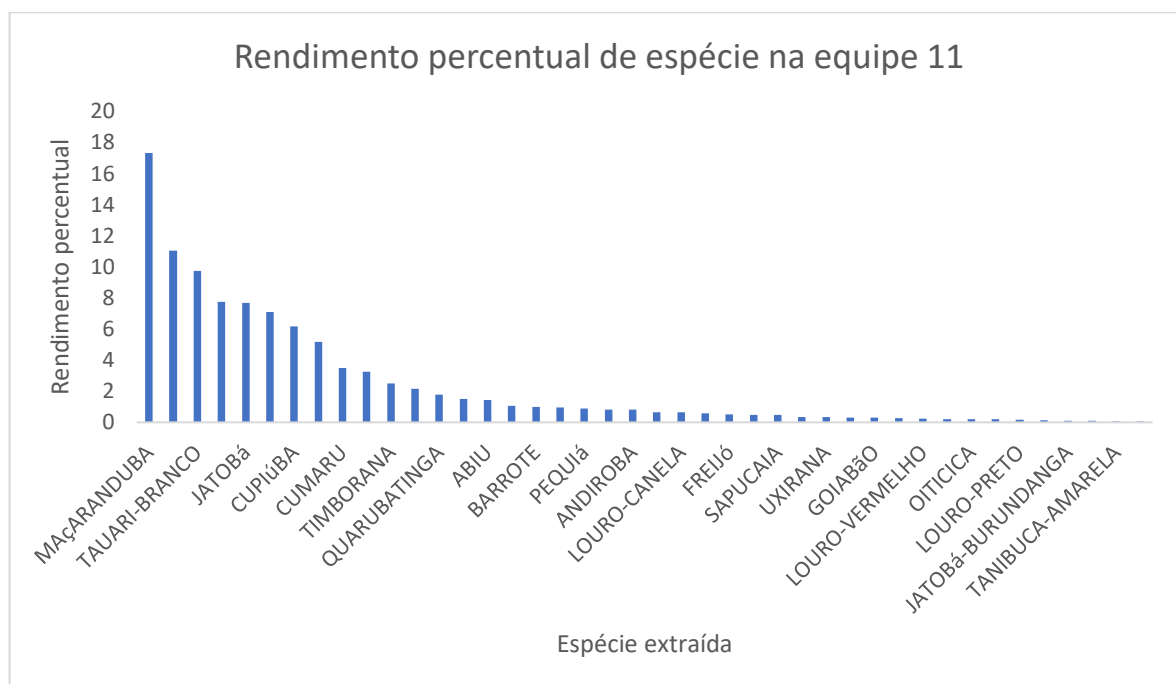
Figura 9 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 9



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 9, as espécies com maior aparição foram Maçaranduba, Angelim-vermelho, Muiracatiara, Tauari-branco e Guajará, representando juntas 51,42% das árvores extraídas pela equipe.

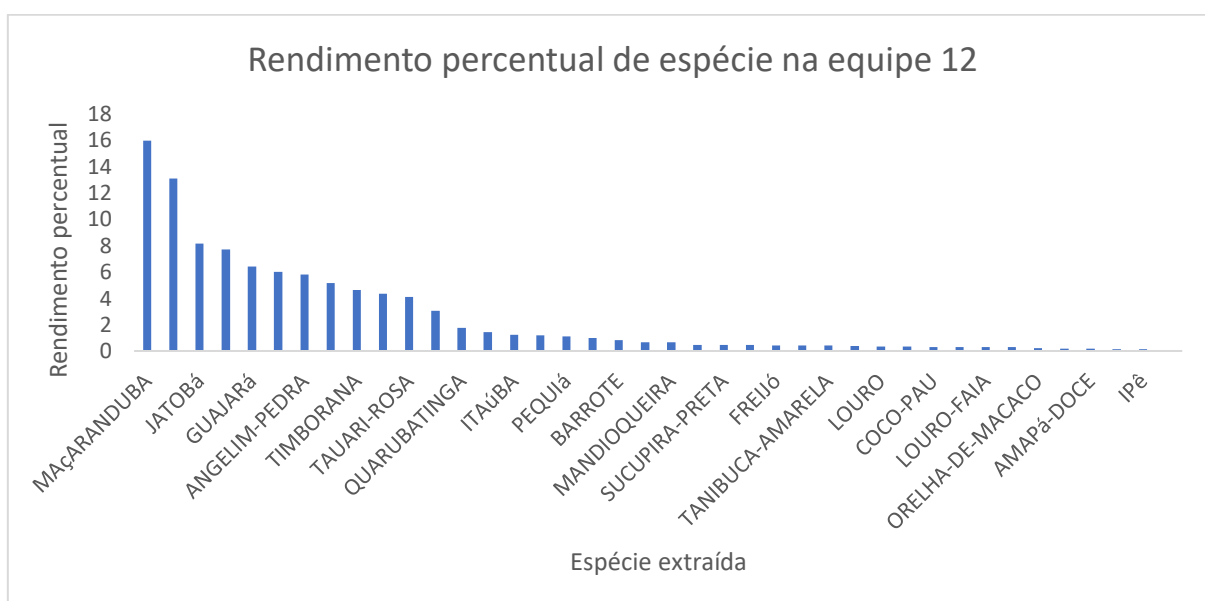
Figura 10 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 11



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 11, as espécies com maior aparição foram Maçaranduba, Muiracatiara, Tauari-branco, Angelim-vermelho e Jatobá, representando juntas 53,47% das árvores extraídas pela equipe.

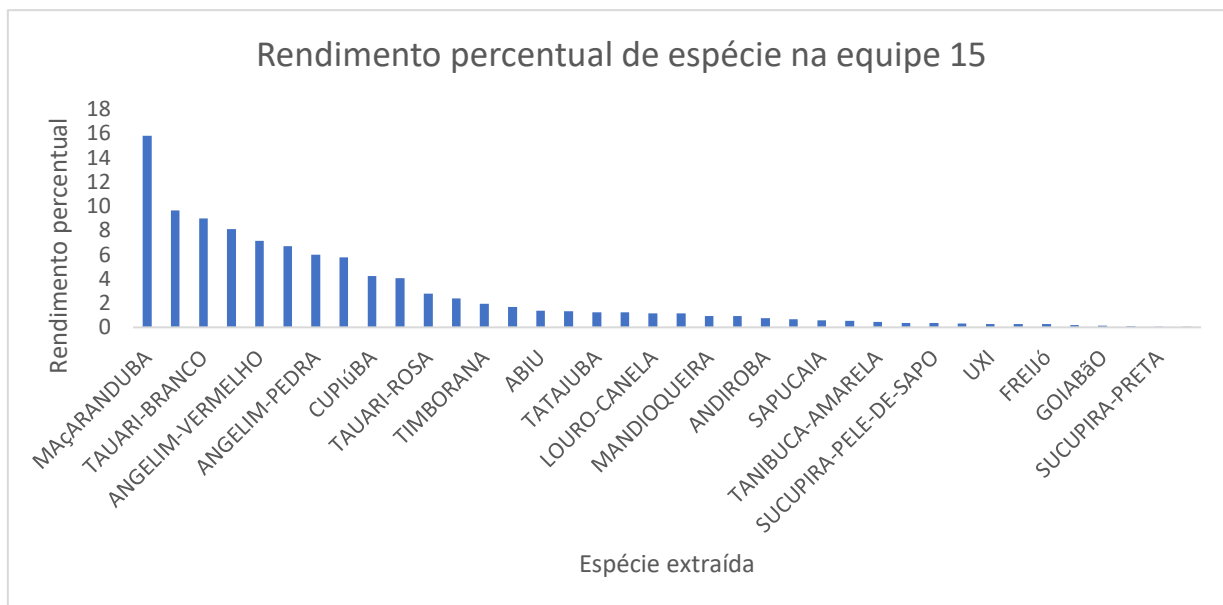
Figura 11 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 12



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 12, as espécies com maior aparição foram Maçaranduba, Angelim-vermelho, Jatobá, Muiracatiara e Guajará, representando juntas 51,27% das árvores extraídas pela equipe.

Figura 12 – Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 15



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

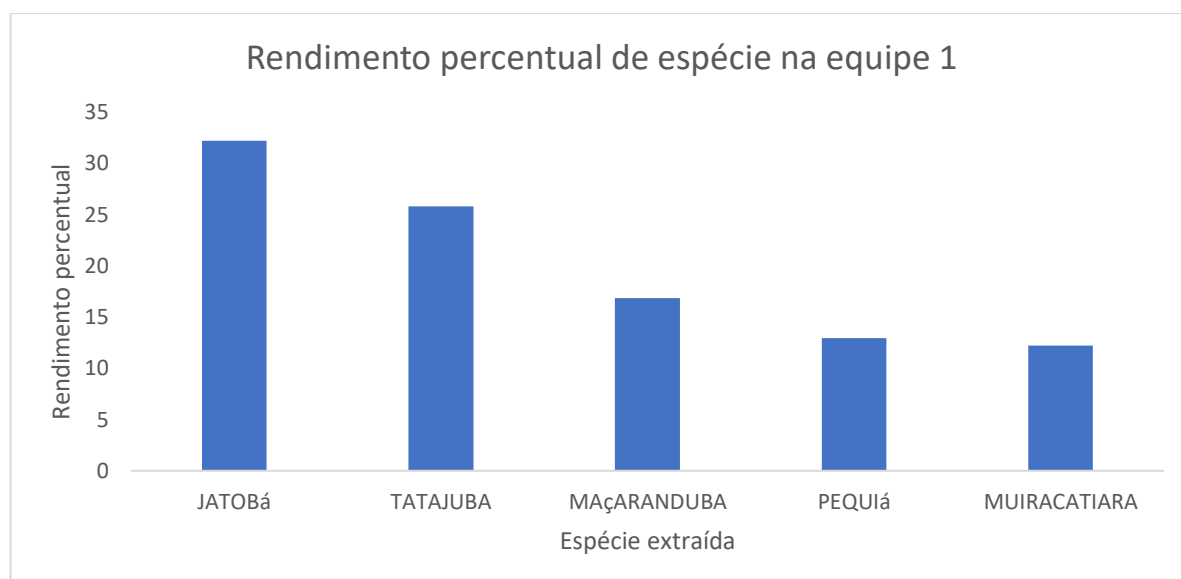
Na equipe 15, as espécies com maior aparição foram Maçaranduba, Muiracatiara, Tauari-branco, Jatobá e Angelim-vermelho, representando juntas 49,66% das árvores extraídas pela equipe.

Visto que cada equipe coletou um número diferente de espécies, nota-se também, a maior frequência de subestimação do modelo entre as cinco equipes de maior rendimento, resultando em maior volume medido do que o inventariado.

5.5. Relação de espécies por equipe de baixo rendimento

No caso das equipes que apresentaram rendimento menor, percebe-se uma maior incidência de estimativas que superestimaram o volume inventariado, causando a perda de rendimento ao coletar o volume real. Percebe-se ainda que, no caso da equipe 5, metade das estimativas apresentaram superestimação do modelo de inventário em relação ao volume medido.

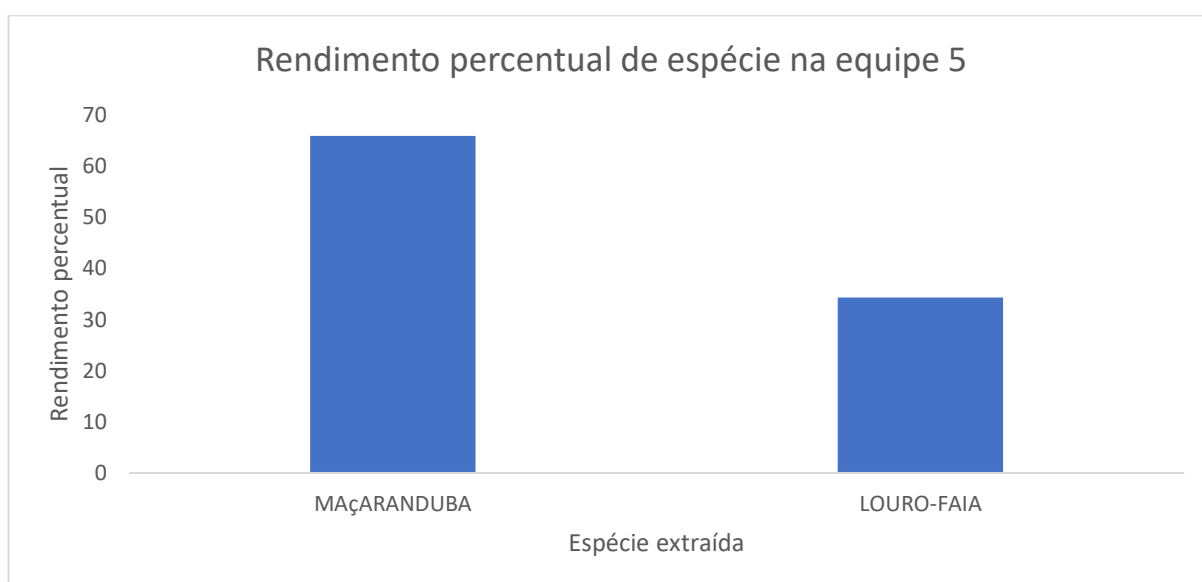
Figura 13 – Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 1



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 1, as espécies com maior aparição foram Jatobá, Tatajuba e Maçaranduba, representando juntas 74,84% das árvores extraídas pela equipe.

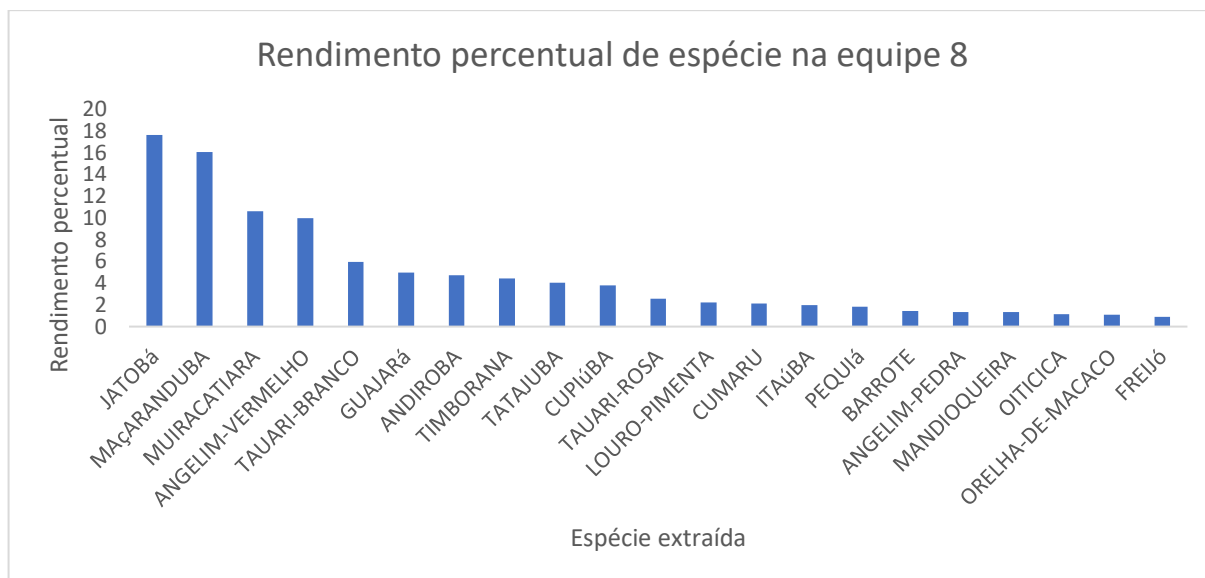
Figura 14 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 5



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 5, houve ocorrência de apenas duas espécies, Maçaranduba e Louro-faia. Apesar de terem sido extraídas em quantidades iguais, a maçaranduba representou um rendimento volumétrico de quase 65,75% do total extraído pela equipe.

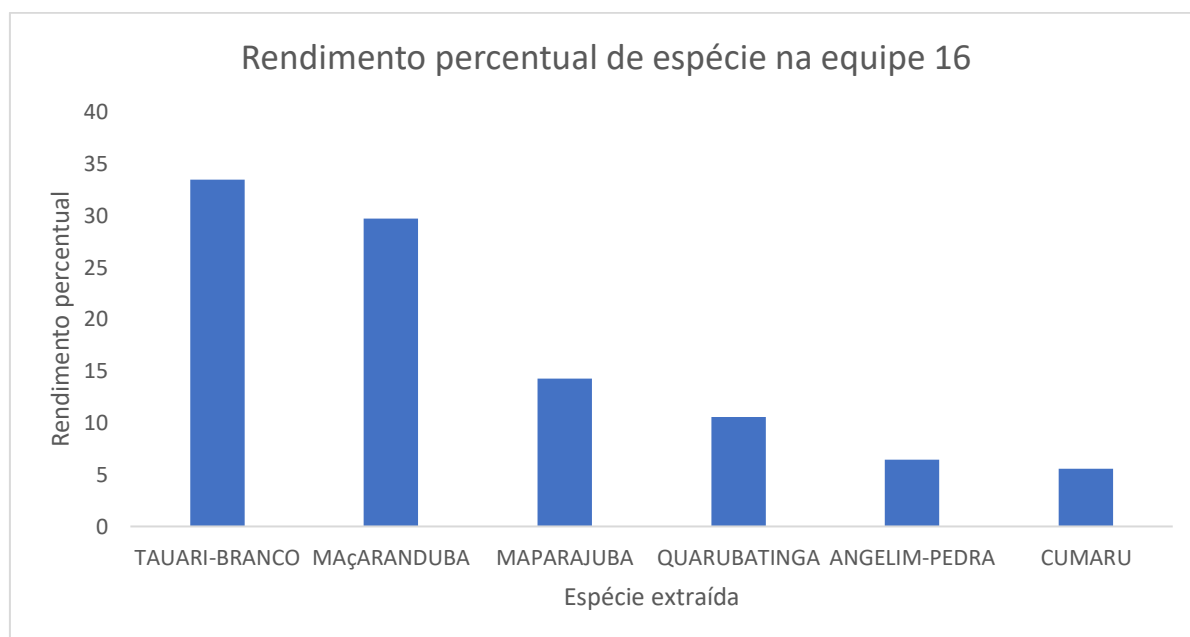
Figura 15 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 8



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 8, as espécies com maior aparição foram Jatobá, Maçaranduba, Muiracatiara, Angelim-vermelho e Tauari-branco, representando juntas 60,20% das árvores extraídas pela equipe.

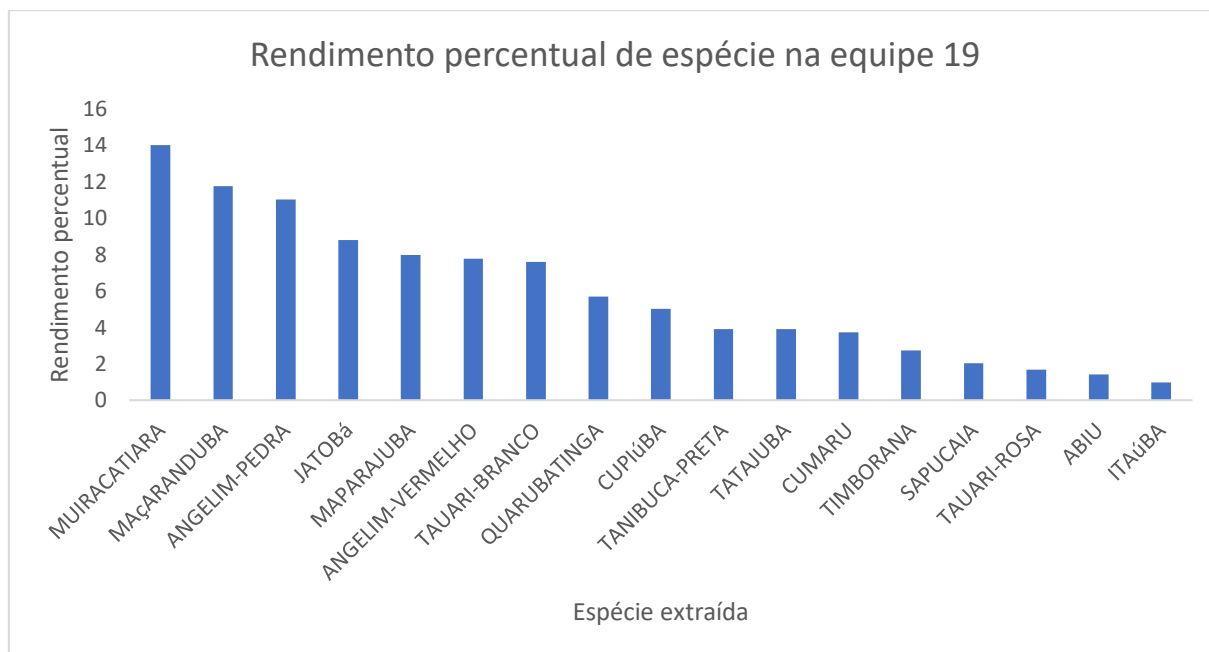
Figura 16 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 16



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 16, as espécies com maior aparição foram Tauari-branco, Maçaranduba e Maparajuba, representando juntas 77,40% das árvores extraídas pela equipe.

Figura 17 - Distribuição do rendimento de colheita por espécie na equipe de corte 19



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

Na equipe 19, as espécies com maior aparição foram Muiracatiara, Maçaranduba, Angelim-pedra, Jatobá e Maparajuba, representando juntas 53,56% das árvores extraídas pela equipe.

As equipes com baixo rendimento não necessariamente apresentaram déficit no volume esperado. Nessa situação, nota-se alta frequência de espécies que apresentaram rendimento mais alto, porém em menor quantidade quando comparadas às equipes que apresentaram alto rendimento.

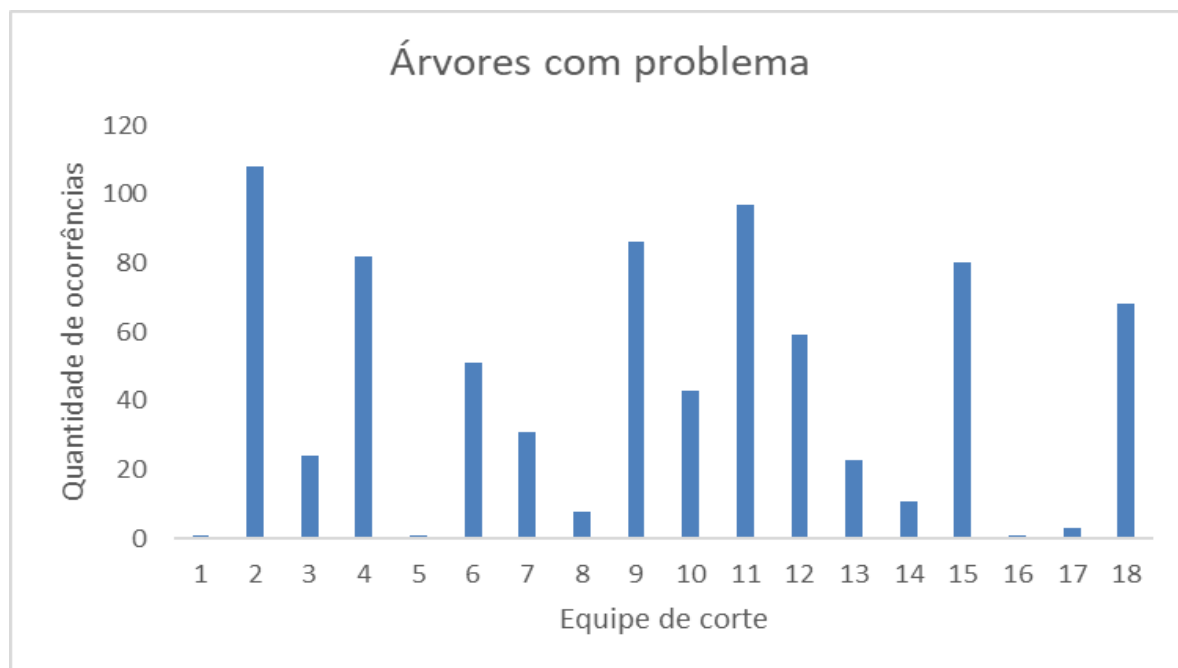
5.6. Ocorrência de árvores defeituosas por equipe

Apesar de existir uma correlação entre as equipes de menor rendimento e a quantidade de árvores defeituosas encontradas, não se pode afirmar uma causalidade já que foi observado que as equipes 4, 9 e 11 apresentaram as maiores ocorrências de defeitos, mas mantiveram o rendimento alto.

Também, as equipes 12 e 15, que foram classificadas como de alto rendimento, tiveram maiores índices de problemas do que a equipe 8, caracterizada como baixo rendimento.

Do mesmo modo, a equipe 19, que apresentou um dos menores rendimentos dentre todas as equipes de corte, não apresentou ocorrências de defeitos. Tais relações podem ser observadas na Figura 18.

Figura 18 - Quantidade de árvores defeituosas relatadas por equipe de corte



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados de CEMAL, 2021.

6. CONCLUSÃO

A partir da análise dos dados e dos gráficos gerados, chegou-se à conclusão de que não há relação o suficiente entre os parâmetros medidos que poderiam afetar a produção e rendimento da equipe e os valores encontrados.

Apesar de terem sido observadas maiores ocorrências de árvores cujo modelo aplicado subestimou os volumes inventariados dentre as equipes de maior rendimento, não se pode afirmar que tais aparições sejam a causa do rendimento mais alto ou mais baixo da equipe, devido à presença de outras árvores que balanceiam a relação ou, destas mesmas espécies em equipes de baixo rendimento.

A ocorrência de defeitos também não apresentou causalidade em sua distribuição, visto que foram encontradas equipes que encontraram muitos defeitos e mesmo assim mantiveram alto rendimento e equipes que encontraram poucos defeitos e obtiveram baixo rendimento.

Igualmente, o número de espécies exploradas por equipe era esperado apresentar causalidade, como encontrado por Almeida et al. (2021), onde um menor número de espécie-

alvo explorada aumentaria o rendimento da extração madeireira no povoamento, o que não foi o caso nos dados deste trabalho.

A quantidade de meses atuantes por equipe também não apresentou correlação. Algumas equipes, mesmo extraindo madeira em todos os meses de junho a outubro, apresentaram menor rendimento, enquanto outras que atuaram em apenas alguns meses, apresentaram alto rendimento, mas sem um padrão previsível.

Desta forma, conclui-se que o fator com maior influência no rendimento das equipes foi a quantidade de árvores extraídas, não importando a espécie, visto que as equipes com maior rendimento extraíram em média 877 árvores durante a safra, enquanto as equipes com menor rendimento extraíram 25 árvores em média. Tal relação precisa ser mais bem avaliada, pois casos como a equipe 17, que apresentou menor quantidade extraída e maior rendimento do que a equipe 8, foram encontrados nos dados.

Adicionalmente, a correlação entre rendimento de equipe por espécie pode ter sido fortemente influenciada por padrões de natureza humana da operação, como sugerem Leal; Carvalho (2011) e Pereira et al. (2012), ou por erros de estimativa ao usarem um modelo não ajustado à realidade da floresta nativa para calcular o volume inventariado, como propõe Moraes (2020).

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, B. R. S., MELO, L. O., CRUZ, G. S., NICOLETTI, M. F., & DA SILVA RIBEIRO, R. B. (2021). Índices de Produtividade do Corte De Árvores em Uma Área de Manejo Florestal Comunitário na Amazônia Brasileira. *Advances in Forestry Science*, 8(1), 1271-1278. Acesso em: 11/9/2022.

BIRRO, M. H. B., MACHADO, C. C., SOUZA, A. P. D., & MINETTI, L. J. (2002). Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de Eucalipto com " track-skidder" em região montanhosa. *Revista Árvore*, 26, 525-532.

BNC AMAZONAS. “**Estamos sós**”, **denunciam indígenas da Amazônia ante queimadas e invasões**. Disponível em: <https://bncamazonas.com.br/municipios/estamos-sos-denunciam-indigenas-da-amazonia-ante-queimadas-e-invasoes/>. Acesso em: 11/9/2022.

BRASIL. **DECRETO DO CONSELHO DE MINISTROS Nº 194**, DE 22 de novembro de 1961. “Cria o Floresta Nacional de Caxuanã no Estado do Pará”. Acesso em: 31/08/2022. Disponível em: https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/3336_20180418_154948.pdf

BRASIL. **LEI Nº 11.284**, de 02 de março de 2006. “Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável”. Acesso em: 31/08/2022. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm

BRASIL. **LEI Nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. “Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa”. Acesso em: 31/08/2022. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm

CEMAL (Comp.). **A CEMAL**. Disponível em: <http://ecocemal.com.br/index.php/a-cemal> . Acesso em: 20/08/2022.

CURY, K. Roteiro metodológico para elaboração de planos de manejo para as unidades de conservação do Distrito Federal. *Brasília: IBRAM*, 2013.

DA CUNHA SOARES, C.; BEZERRA, M. G. F. Gestão de florestas públicas: uma revisão de literatura com ênfase à concessão florestal. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 12, n. 4, p. 627-641, 2021.

DA SILVA, K. E.; RIBEIRO, C. A. Á.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T. Concessões de florestas públicas na Amazônia: desafios para o uso sustentável dos recursos florestais. *Bioikos*, v. 23, n. 2, 2009. Disponível em: <https://seer.sis.puc-campinas.edu.br/bioikos/article/view/663>. Acesso em: 11/9/2022.

DA SILVA, S. C. DE J.; BELTRÃO, N. E. S. **Exploração econômica das florestas: panorama atual da concessão florestal no estado do Pará.**, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/norma-beltrao/publication/354031808_exploracao_economica_das_florestas_panorama_atual_da_concessao_florestal_no_estado_do_para/links/611fdc2d169a1a0103164425/exploracao-economica-das-florestas-panorama-atual-da-concessao-florestal-no-estado-do-para.pdf.

Acesso em: 31/8/2022.

FLONA Caxiuanã (a). Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/640>. Acesso em: 6/9/2022.

FLONA Caxiuanã (b). Disponível em: <https://ppbio.inpa.gov.br/sitios/caxiuana>. Acesso em: 6/9/2022.

Floresta Nacional de Caxiuanã (PA). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/servico-florestal-brasileiro/concessao-florestal/concessoes-florestais-em-andamento-1/floresta-nacional-de-caxiuana-pa>. Acesso em: 7/9/2022.

FOLHA. Desmatamento na Amazônia explode em agosto e alcança 2a maior marca para o mês já registrada. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2022/09/desmatamento-na-amazonia-explode-em-agosto-e-alcanca-2a-maior-marca-ja-registrada.shtml>. Acesso em: 11/9/2022.

ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo de Florestas Nacionais. Brasília, 2018.

JÚNIOR, W. **Número de CACs na Amazônia tem explosão de quase 500%.** Disponível em: <https://www.acritica.com/politica/numero-de-cacs-na-amazonia-tem-explos-o-de-quase-500-1.280925>. Acesso em: 11/9/2022.

LEAL, F. A.; CARVALHO, C. E. Exploração florestal semimecanizada e as implicações na saúde e na segurança do trabalhador. **Nucleus**, v. 8, n. 2, p. 219–237, 2011. Fundação Educacional de Ituverava.

LEAL, J. G. C. **O impacto financeiro dos diferentes métodos de determinação do volume de compra e venda de madeira em concessões florestais.** 2020.

LIMA, F. B. **Determinantes da viabilidade financeira no investimento em concessões florestais.** 2020. xiv, 53 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

PEREIRA, D. P., Fiedler, N. C., Guimarães, P. P., Môra, R., Bolzan, H. M. R., & Plaster, O. B. (2012). Avaliação da qualidade do corte florestal com motosserra. **Cerne**, 18, 197-203.

PMFS Pracupi. PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL PRACUPI. CEMAL. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/servico-florestal-brasileiro/concessao-florestal/concessoes-florestais-em-andamento-1/copy3_of_pmfs_cemal_caxiuana_umf_3.pdf Acesso em: 07/09/2022.

RIBEIRO, A. C. F.; DA FONSECA, L. C.; PEREIRA, C. M. P. O plano de manejo florestal como instrumento de desenvolvimento sustentável na Amazônia. **Direito e Desenvolvimento**, v. 11, n. 1, p. 264-276, 2020.

RODRIGUES, M. I.; SOUZA, A. N.; JOAQUIM, M. S.; LUSTOSA JUNIOR, I. M.; PEREIRA, R. S. Concessão florestal na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 1299-1308, 2020.

RODRIGUES, M. I. **Aplicação da teoria das opções reais na análise de investimentos em concessão florestal**. 2016. xii, 51 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB) . Plano Anual de Outorga Florestal. Brasília: MAPA 2022.

SIMÕES, D. **Avaliação econômica de dois sistemas de colheita florestal mecanizada de eucalipto**. 2008.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; DE SOUZA, A. L. **Livro Dendrometria e Inventário Florestal**. (2011) Disponível em: <http://www.mensuracaoflorestal.com.br/capitulo-1-principios-e-unidades-de-medida> Acesso em: 07/09/2022.