



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA FLORESTAL**

ELANY PEREIRA MARQUES DA SILVA

**ESTUDOS ERGONÔMICOS E RENDIMENTOS DA EXPLORAÇÃO
FLORESTAL NA CAATINGA.**

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2023

ELANY PEREIRA MARQUES DA SILVA

**ESTUDOS ERGONÔMICOS E RENDIMENTOS DA EXPLORAÇÃO
FLORESTAL NA CAATINGA**

Dissertação de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Município de Patos, PB, como requisito para o desenvolvimento da dissertação de mestrado.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Cipriano de Assis do Carmo

Linha de pesquisa: Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais.

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2023

ELANY PEREIRA MARQUES DA SILVA

**ESTUDOS ERGONÔMICOS E RENDIMENTOS DA EXPLORAÇÃO
FLORESTAL NA CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovação: 31 de agosto de 2023.

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
FLAVIO CIPRIANO DE ASSIS DO CARMO
Data: 20/09/2023 10:20:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^o Dr. Flávio Cipriano de Assis do Carmo (UAEF/CSTR/UFCG)

Orientador



Documento assinado digitalmente
FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SALES
Data: 19/09/2023 16:06:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^o Dr. Francisco das Chagas Vieira Sales (UAEF/CSTR/UFCG)

1^o Examinador



Documento assinado digitalmente
GISELLE LEMOS MOREIRA
Data: 20/09/2023 10:10:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a Dr^a. Giselle Lemos Moreira (CPCE/UFPI)

2^o Examinador

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado Bibliotecas – SISTEMOTECA/UFMG

S586e

Silva, Elany Pereira Marques da

Estudos ergonômicos e rendimentos da exploração florestal na caatinga
/ Elany Pereira Marques da Silva. – Patos, 2023.
52f.

Orientador: Flávio Cipriano de Assis do Carmo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande,
Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Programa de Pós-Graduação em
Ciências Florestais.

1. Ergonomia. 2. Colheita Florestal. 3. EPI's. 5. Estudos
Ergonômicos. I. Carmo, Flávio Cipriano de Assis do, *orient.* II. Título.

CDU 65.015.11

Dedico minha dissertação a Deus, pois existem coisas que só Ele sabe explicar. Quer saber quem é Deus? Observe ao seu redor, pois ele está agindo nos pequenos detalhes. Obrigada meu Deus!

“ Olhar para o passado deve ser apenas um meio de entender mais claramente o que e quem eles são, para que possam construir mais sabiamente o futuro”.

Paulo Freire.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que têm sido sempre fiel na minha vida.

A minha mãe, meu porto seguro, aquela que me impulsiona sempre a lutar.

Ao meu orientador Dr. Flávio Cipriano pela parceria durante todo o Mestrado, pelas orientações, pela paciência diante dos obstáculos que ocorreram, sempre me acalmando e dizendo a frase dele: “calma, vai dá certo!” Pois é, ele tinha razão, deu certo. Muito obrigada por tudo!

A minha banca avaliadora: professora Dr^a. Giselle Lemos e professor Dr. Francisco Sales (Chicão) pela contribuição nas correções para a melhoria da Dissertação.

Aos donos da propriedade onde foi realizada a pesquisa, seu Stephenson Ramalho de Lacerda (responsável pelo plano de manejo da propriedade) e sua esposa Lucileide Maria Leite Pereira Ramalho (Detentora do Plano de Manejo). E por ceder a casa da propriedade para nossa estadia.

A minha amiga Marta, que considero uma irmã, que sempre esteve ao meu lado nos momentos bons e ruins, desde a graduação até aqui, sempre me incentivando a crescer.

Aos meus amigos Emanuel Messias e Carlos Henrique pela ajuda na Dissertação, pois estiveram comigo me auxiliando desde a graduação, sempre sanando minhas dúvidas, Henrique o Rei dos mapas, você é 10, muito obrigada! Messias o Rei da ABNT, quase um Pós Doutor nessa área, ele era meu Google da ABNT. Obrigada meninos por estarem presentes na minha vida.

A Thayná Kelly e Leonardo, meus sinceros agradecimentos pelas monitorias de estatística, pois elas foram de suma importância para minha aprovação na disciplina e na construção da minha Dissertação. Obrigada também pela amizade construída durante o Mestrado.

A professora Dr^a. Ivonete, obrigada pelo carinho e dedicação, que sempre teve comigo, pela contribuição durante a qualificação, pois melhorou muito a minha Dissertação. Obrigada por tudo que a senhora fez durante o Mestrado por mim. Te adoro!

Aos alunos que ajudaram na coleta de dados em Mauriti-CE: Valdenia, Pedro Alves, Victor Carvalho, Carlos Henrique e Gerlanny. Muito obrigada a vocês por disponibilizarem um pouco do precioso tempo de vocês para ajudar na minha coleta.

Ao programa de Pós-Graduação PPGCF do CSTR da UFCG. Em especial a todos os professores que fazem parte do programa. Obrigada ao Coordenador Dr. Lucineudo que vem desempenhando um ótimo trabalho frente a coordenação, pois não se cansa de procurar

melhorias para o programa, como diz professora Ivonete, ele parece uma formiguinha procurando bolsas para os alunos. Obrigada também ao secretário do programa Paulo, que sempre nos atendeu prontamente.

Ao CNPQ, por financiar a nossa pesquisa com a concessão da bolsa durante o Mestrado, pois foi de suma importância para o desenvolvimento da pesquisa.

E por último e não menos importante ao atual Presidente Luís Inácio Lula da Silva, pois foi muito importante na minha trajetória que vêm desde a educação básica até o presente momento, onde hoje consegui defender a minha Dissertação e ser aprovada. Fui beneficiada com os mais diversos programas ofertados no seu governo, e apesar do mesmo não estar presente no início do Mestrado, ao assumir em 2023 a presidência, já pode-se desfrutar do aumento das bolsas com a liberação de verbas para a pesquisa, e mais uma vez fui beneficiada. Então, meu muito obrigada!

SILVA, Elany Pereira Marques. **Estudos ergonômicos e rendimentos da exploração florestal na Caatinga, 2023**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2023. 52p.:il.

RESUMO

O aquecimento global tem atingido o clima drasticamente ocasionando em graves mudanças, esse agravamento vem de diversos fatores antrópicos e em destaque temos os gases liberados nas atividades florestais semimecanizadas. Ainda, com o uso de motosserras tem vantagens e desvantagens para o empregado, empregador e o meio ambiente. Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a emissão de gases carbônicos e verificar a emissão de vibração e ruído na colheita semimecanizada, bem como avaliar a produtividade da operação manual da colheita florestal em uma área de Caatinga. O trabalho foi desenvolvido em uma área de manejo florestal localizado no município de Mauriti, localizado na região sul do Ceará. Na área de estudo foram analisados os seguintes dados: emissão de gases, com um analisador de gases; emissão de vibração no sistema mão-braço, usando um acelerômetro; emissão de ruído, por meio de utilização de um dosímetro; determinação de produtividade das operações de colheita semimecanizada por meio de um cronômetro. Após coleta e análise dos dados foi obtido que a emissão média de dióxido de carbono de 115,75 ppm liberado no escapamento da motosserra. Na exposição do operador a vibração foi encontrado $4,06 \text{ m.s}^{-2}$, valor esse, dentro do intervalo entre o nível de ação e de exposição para uma jornada de 8 horas diárias de trabalho pela NHO 10, mas é necessário fazer o uso de EPI's para atenuar os riscos à saúde do operador. Sobre ruído, a exploração florestal semimecanizada atende ao limite mínimo de amostra ao nível de 5% de significância o nível médio de exposição do operador. A estimativa volumétrica da área de estudo apresenta produção média de $48,14 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Após observar os dados obtidos é conclusivo dizer que a concentração média de dióxido de carbono encontrado nessa pesquisa não acarreta riscos à saúde do operador, que o funcionamento da motosserra emite níveis de ruído acima dos valores permitidos. Já a relação da vibração, o uso da máquina expõe os trabalhadores a níveis de incerteza de risco a saúde. Por fim, a produtividade das atividades de supressão está diretamente interligada ao volume de madeira, das características dendrométricas das árvores e do processo de antropização das florestas.

Palavras-chave: Ergonomia; Colheita florestal; EPI's; Estudos ergonômicos.

SILVA, Elany Pereira Marques. **Ergonomic studies and income from forestry exploration in Caatinga, 2023**. Dissertation – Master’s Degree in Forest Sciences. CSTR/UFCG, Patos - PB. 2023. 52p.:il.

ABSTRACT

Global warming has drastically affected the climate, causing serious changes. This aggravation is due to various anthropogenic factors and, in particular, the gases released in semi-mechanized forestry activities. Furthermore, the use of chainsaws has advantages and disadvantages for employees, employers and the environment. In view of the above, the aim of this study was to analyze the emission of carbon dioxide gases and to verify the emission of vibration and noise in semi-mechanized harvesting, as well as to assess the productivity of manual forest harvesting operations in a Caatinga area. The work was carried out in a forest management area located in the municipality of Mauriti, in the southern region of Ceará. The following data was analyzed in the study area: gas emissions, using a gas analyzer; vibration emissions in the hand-arm system, using an accelerometer; noise emissions, using a dosimeter; and productivity of semi-mechanized harvesting operations, using a stopwatch. After collecting and analyzing the data, an average carbon dioxide emission of 115.75 ppm was obtained from the chainsaw exhaust. The operator's exposure to vibration was found to be 4.06 m.s^{-2} , which is within the range between the action level and the exposure level for an 8-hour working day according to NHO 10, but it is necessary to use PPE to mitigate the risks to the operator's health. With regard to noise, semi-mechanized logging meets the minimum sample limit at the 5% significance level for the average level of operator exposure. The volumetric estimate for the study area shows an average production of $48.14 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. After observing the data obtained, it is conclusive to say that the average concentration of carbon dioxide found in this research does not entail risks to the operator's health, that the operation of the chainsaw emits noise levels above the permitted values. As for vibration, the use of the machine exposes workers to uncertain levels of health risk. Finally, the productivity of logging activities is directly linked to the volume of wood, the dendrometric characteristics of the trees and the process of anthropization of the forests.

Keywords: Ergonomics; Forest harvesting; PPE; Ergonomic studies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa do Brasil com seus respectivos Biomas.	16
Figura 2: Mapa de localização do município de Mauriti-CE.....	24
Figura 3 - Croqui das parcelas	25
Figura 4 - Abertura da parcela com fita métrica (A); delimitação com barbante e piquete (B).	25
Figura 5 - Motosserra (A); Processamento de toras (B).	26
Figura 6 - Analisador de gases utilizado para medição de CO ₂ (A) e Coleta de dados (B)...	27
Figura 7 - Analisador de vibração (A); Registro da coleta de dados no analisador de vibração (B).....	28
Figura 8 - Posição dos eixos de avaliação nas atividades de corte de Eucalyptus. Ponto a: empunhadura frontal. Ponto b: acionamento (A); Registro da coleta de dados (B).	28
Figura 9 - Dosímetro utilizado para análise de ruído. (A) Dosímetro; (B) Operador utilizando dosímetro.	33
Figura 10 - Marcação do tempo para abate e processamento das toras.....	34
Figura 11 - Medição das toras (A); Pesagem com balança (B); Madeira empilhada (C).	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites de exposição do risco de vibração conforme normativas brasileiras.	30
Tabela 2 - Critério de julgamento e tomada de decisão.....	31
Tabela 3 - Exposição máxima diária permissível pela NR 15.....	31
Tabela 4 - Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível do ruído.	32
Tabela 5 - Modelo volumétrico utilizado para determinação do volume total de madeira.	36
Tabela 6 - Análise da emissão de dióxido de carbono.....	37
Tabela 7 - Análise estatística dos dados de vibração.....	37
Tabela 8 - Análise estatística dos dados de ruído.	38
Tabela 9 - Volume estimado e a produtividade da supressão manual da Caatinga.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 BIOMA CAATINGA	16
2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AÇÕES ANTRÓPICAS	17
2.3 EXPLORAÇÃO FLORESTAL SEMIMECANIZADA	18
2.4 ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL	19
2.5 PRODUTIVIDADE NAS OPERAÇÕES DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL SEMIMECANIZADA	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.2 ANÁLISE E COLETA DE DADOS	24
3.2.1 Marcação das parcelas	24
3.2.2 Levantamento da vegetação arbórea	25
3.3 MÁQUINA A SER ANALIZADA	26
3.3.1 Corte semimecanizado.	26
3.4 QUANTIFICAÇÃO DA EMISSÃO DE GASES	27
3.5 VIBRAÇÃO LOCALIZADA	28
3.6 ANÁLISE DE RUÍDO OCUPACIONAL	31
3.7 DETERMINAÇÃO VOLUMÉTRICA E PRODUTIVIDADE DAS OPERAÇÕES DE COLHEITA VEGETAL.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1 EMISSÃO DE GASES.....	37
4.2 VIBRAÇÃO	37
4.3 RUÍDO	38
4.4 PRODUTIVIDADE	39
5 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas estão acontecendo e já podemos ver os impactos que estão causando, e na medida que for aumentando o aquecimento, maiores serão os impactos que veremos no futuro e os riscos que a humanidade pode enfrentar só cresce. Os cenários de emissão de gases usados pelo IPCC-AR5 (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – ARA5) representam que essas emissões do efeito estufa poderiam ficar estabilizadas a partir do ano de 2050 e o cenário visto pelo RCP8.5 (onde o RCO é o Representative Concentration Pathways) considera que o aumento da temperatura da Amazônia pode chegar a 6 °C até o final do século XXI, podendo ter uma redução significativa das chuvas entre 15 a 20% na Amazônia central e do leste (Marengo & Sousa Jr, 2018).

Relatórios do IPCC (IPCC-AR4) relatam o aumento da temperatura da Terra e relacionam esse crescimento de temperatura com as atividades antropogênicas (IPCC, 2023). A elevação da temperatura média da Terra começou a ser relatado por volta de 1988, causando uma grande preocupação para toda a humanidade, sendo que esse crescimento ocorre com uma velocidade surpreendente. Segundo o cenário do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), 350 ppm seria a concentração segura de CO₂ na atmosfera, ultrapassando esse limite terão, conseqüentemente, mudanças no clima terrestre interferindo no equilíbrio natural do ambiente (IPCC, 2023).

Danos ecológicos causados por ações antrópicas visando o sustento da sociedade atual tem resultado na destruição deste planeta. Os efeitos das mudanças climáticas tornaram-se cada vez mais visíveis. A convivência do progresso tecnológico e social com a natureza vem se dificultando a cada dia, porém essa coexistência é necessária. Contudo, formas adequadas e viáveis devem ser criadas e aplicadas para que haja um progresso tecnológico e social (Marengo & Sousa Jr, 2018).

Com o desmatamento das florestas, a emissão de gases do efeito estufa aumentam gradativamente na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e o óxido nítrico (NO_x), tendo como consequência o fortalecimento do efeito estufa (Braun *et al.*, 2003; Carvalho, 2011). Na atualidade, percebe-se que o bioma Caatinga tem passado por um processo crescente de exploração de seus recursos para atender as necessidades humanas.

A agricultura moderna, tem o seu uso intensivo de insumos e de energia que é basicamente de origem fóssil, que vem sendo utilizada nos últimos 50 anos, sendo inserida em um modelo de pecuária que se refere ao uso dos recursos naturais com um grande impacto ambiental, com um bom desempenho de produtividade (Martins *et al.*, 2010). A crescente

demanda que a sociedade necessita para a proteção do meio ambiente e a internacionalização da produtividade, exige novos mecanismos de governança que permite que haja um monitoramento das atividades e assim, com o imenso potencial de mitigação da agropecuária no Brasil, é preciso que tenha um estabelecimento de monitoramento que seja eficiente e alinhado com critérios internacionais que são estabelecidos (Perosa et al., 2019).

A colheita florestal tem sofrido diversos avanços em seu processo, na qual a utilização de serras manuais e machados passaram a dar espaço para uso de motosserras. Entretanto, a produtividade dos processos semimecanizados ainda é considerada baixa em relação a utilização de máquinas pesadas, de forma que, os riscos de acidentes ainda são elevados, pois muitos operadores não fazem uso dos equipamentos de proteção individual - EPI's (Possebom; Alonço, 2018).

Na supressão da vegetação do bioma Caatinga ainda predomina a utilização de ferramentas manuais e motosserra, visto que os fustes das árvores apresentam tortuosidade, que prejudicam o rendimento e a utilização de cabeçotes nos processamentos das toras (Soeiro, 2012).

Durante manuseio da motosserra são liberados gases provenientes da combustão interna do motor pela queima de combustível e óleo lubrificante. Dessa forma, ao expelir esses compostos tóxicos ao meio ambiente, os operadores ficam expostos a esses agentes colocando em risco a sua saúde e contribuindo para aumento das emissões de gases de efeito estufa que podem afetar toda a população (Ranzi, 2014).

Por problemas assim, que as empresas fabricantes têm investido em modelos cada vez mais eficientes, pois além de melhorar o desempenho, resulta na redução do consumo de combustíveis e por consequência, na atenuação da emissão de gases tóxicos ao meio ambiente (Ranzi, 2014).

O ambiente de trabalho no setor florestal é caracterizado por intensa influência dos agentes físicos, tais como a luminosidade, sonoridade, temperatura e vibração. Porém esse ambiente só será considerado apto para o desempenho das operações, quando as concentrações desses agentes não ultrapassarem os limites recomendável de prevenção as doenças ocupacionais. A produtividade do trabalhador está inteiramente ligada às condições de trabalho, afetada com o excesso de ruído e vibrações, que podem causar desconforto, aumentando o risco de acidentes e assim provocar danos a sua saúde (Fiedler, 1995).

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego – MTE (2020), o ruído é todo e qualquer som ou complexo de sons, que sejam desconfortáveis, e que agem de modo que seja acumulativo, produzindo assim efeitos psicológicos, fisiológicos, causando em sua grande

maioria danos que podem ser irreversíveis. A exposição a ruídos intensos e permanentes podem causar alterações no humor e na sua capacidade de concentração em atividades diárias comuns, desencadeando alguns distúrbios metabólicos e em todo o organismo, induzindo assim a perda auditiva. Os níveis de ruído contínuo ou intermitente são medidos em decibéis (dB) com um instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito da compensação “A” e circuito de uma resposta lenta (NR15, 2020).

As vibrações causam danos ao organismo, mesmo que ocorram em frequências baixas como de 1 a 80Hz, que pode provocar lesões nos ossos, juntas e tendões. Frequências intermediárias, de 30 a 200Hz, podem causar doenças cardiovasculares, mesmo que sejam em baixas amplitudes e em alta frequência, acima de 300Hz, os sintomas são de dores agudas e distúrbios neuro vasculares (IIDA, 2012).

Diante disto, ruído junto da vibração são duas adversidades que agem diretamente aos operadores de máquinas e atualmente as empresas veem se preocupando com tal problema ergonômico, e então tem se implantado diversos programas de qualidade, que surge então a importância de avaliações de postos de trabalho nos ramos de atividades de colheita florestal semimecanizada.

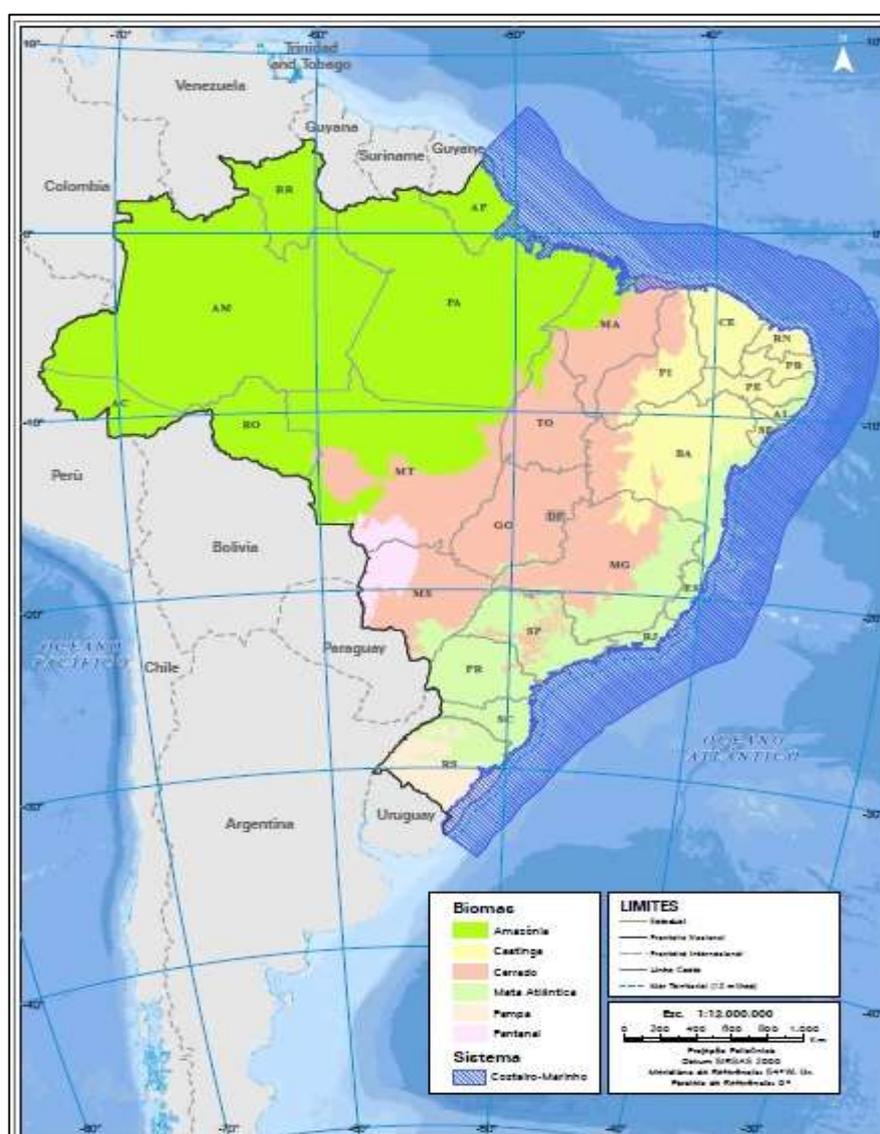
Por isso, devido o atual cenário, proporcionado pelas ações antrópicas ao meio ambiente, é importante saber, se a quantidade emitida de CO₂ proveniente do uso do maquinário na colheita semimecanizada no setor florestal, prejudica o meio ambiente e à saúde do operador. Do mesmo modo, se o ruído e a vibração emitida por esse equipamento, trarão riscos à saúde do mesmo, pois o devido conhecimento, garantirá uma aplicação de medidas para que o operador possa desenvolver uma boa produtividade. Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a emissão de gases carbônicos e verificar a emissão de vibração e ruído na colheita semimecanizada, bem como avaliar a produtividade da operação manual da colheita florestal em uma área de Caatinga no município de Mauriti, região Sul do Ceará.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BIOMA CAATINGA

O bioma Caatinga tem como característica, a presença de arbustos espinhosos e floresta sazonalmente seca. Esse bioma é encontrado nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte nordestina de Minas Gerais (Tabarelli *et al.*, 2017) com uma área de ocupação de aproximadamente 862.818 km² (IBGE, 2019).

Figura 1: Mapa do Brasil com seus respectivos Biomas.



Fonte: IBGE (2019).

O termo Caatinga é de origem indígena que tem como significado vegetação aberta, clara, com aparência típica, possui um clima tropical estacional semiárido que permite que a Caatinga receba chuva em períodos bem específicos do ano (outono e inverno), durante esse

período a média de chuvas variam entre 600 a 800 mm anuais, podendo em algumas áreas essa média ser um pouco menor ou até mesmo maior. Esse é um dos fatores que evidenciam um alto endemismo nessa região. As medias de temperaturas ficam em torno de 27° C, isso é causado pela topografia e geologia regional que incidirá na sua distribuição hídrica (Coutinho, 2016).

Com as características desse bioma, a vegetação presente teve que se adaptar, revelando um número de espécies endêmicas (Giulietti *et al.*, 2004), sendo 127 gêneros, 2677 espécies e 62 subespécies endêmicas, esse número corresponde as angiospermas presentes nesse bioma (Flora do Brasil, 2021).

A caatinga foi dividida em subgrupos, como a caatinga *sensu stricto* na Depressão Sertaneja, as caatingas sobre as áreas arenosas e as caatingas arbóreas do norte do Estado de Minas Gerais (Moro *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2012).

Com base em estudo de Moro *et al.* (2016), é perceptível que a flora das caatingas *sensu stricto* por ter predominância de solos arenosos e oligotróficos, normalmente, possui subgrupos florísticos, como: *Cyrtocarpa caatingae*, distinto ao comparado com as espécies da Depressão Sertaneja, citando a espécie *Erythroxy lum revolutum* Mart (Andrade *et al.*, 2004, Araújo *et al.*, 2011; Queiroz *et al.*, 2017). Desta forma, pode-se observar que as Caatingas é um conjunto complexo e com um número importantíssimo de espécies endêmicas, conseqüentemente, torna-se uma área onde se devem ter atividades de conservação com maior eficácia para conseguir proteger das atividades antrópicas inadequadas.

2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AÇÕES ANTRÓPICAS

As mudanças climáticas no planeta Terra vêm sendo motivo de discussão entre a comunidade científica, mundial. Segundo Pereira, Pedrini e Fontoura (2019) em seu estudo são relatados que após a Revolução Industrial, a relação entre seres humanos e a natureza se tornou algo bastante conturbado, pois com o avanço tecnológico, científico e cultural, assim como o aumento populacional nas áreas urbanas, verificou-se uma exploração extrapolada dos recursos naturais, e como consequência os danos a natureza tornaram-se demasiados, gerando prejuízos ao ser humano e causando um desequilíbrio ambiental.

Com essas alterações climáticas, grandes líderes e cientistas do mundo viram a necessidade de uma discussão imediata sobre as consequências que teriam que lidar devido à exploração exorbitante dos recursos naturais (UNFCCC, 2015). Mccarthy (2001) em seus estudos identificou um crescimento de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) na atmosfera podendo causar mudanças permanentes e irreversíveis no clima terrestre, constatando então, que as preocupações dos líderes e cientistas e sua discussão são necessárias.

Diversos trabalhos científicos estudaram as mudanças climáticas em nosso planeta e seus impactos (Taccini, 2010; Leite, *et al.* 2020; Souza; Corazza, 2017), evidências desses trabalhos mostram que as alterações no clima são decorrentes da emissão de gases e essas mudanças têm efeitos significativos para a vida na Terra. Essas mudanças são mais frequentes e intensas a cada aumento da temperatura média da Terra (Pachauri, *et al.* 2014).

No relatório do IPCC (2007) apresentam provas que essas mudanças climáticas podem afetar significativamente o ambiente que vivemos até 2100, apresentando aumento de temperatura entre 2 e 4,5 °C. Com o aumento da temperatura média terrestre, estudos mostram áreas que estão sendo seriamente impactadas pelos fenômenos climáticos anormais, como por exemplo, o aumento das forças das tempestades (Bernardy; Fagundes; Brandão, 2011). Outro fator que influencia as mudanças climáticas é o aumento gradativo do CO₂ desde a Revolução Industrial, que se encontrava de 280 partes por milhão (ppm) desse gás no ar, e com os avanços tecnológicos esse número foi ultrapassado desde 2001, onde observou-se um aumento de temperatura, ou seja, o aumento da emissão de gases está relativamente proporcional ao crescimento da temperatura (Marengo, 2001).

Pode-se perceber com os estudos científicos uma visão global nas mudanças climáticas, porém essas mudanças podem ocorrer diferentemente dependendo do ambiente, por exemplo, em alguns locais as tempestades severas vêm ocorrendo com maior frequência (Bernardy; Fagundes; Brandão, 2011). No estado da Bahia, observou-se que houve um aumento dos números de dias com altas temperaturas, acima de 25 °C, tendo uma diminuição dos dias do ano com temperatura diária menor de 20 °C (Silva; Azevedo, 2008). Os estudos (Taccini, 2010; Leite *et al.*, 2020; Souza; Corazza, 2017) apontam alterações no clima em escala global, nacional e regional. As consequências podem ser percebidas quando se foca no clima regional que permitirá uma visão mais detalhada das alterações e os prejuízos para a sociedade local. Silva, Montenegro e Souza (2017) mostram a importância do estudo das alterações no clima, principalmente referindo-se ao aumento de temperatura e alteração na precipitação no Nordeste brasileiro, uma região que já sofre naturalmente com as chuvas desproporcionais durante o ano e períodos longos de seca.

2.3 EXPLORAÇÃO FLORESTAL SEMIMECANIZADA

As tarefas realizadas na exploração florestal podem ser realizadas com o uso de diversas máquinas e ferramentas, que servem de auxílio ao trabalhador para execução de suas atividades. As motosserras é um exemplo de máquinas utilizadas no setor, principalmente em florestas com baixo volume de produção (Soranso, *et al.* 2018).

A utilização da motosserra aumenta a produtividade do corte em comparação a utilização de ferramentas manuais, embora existam fatores que influenciam no seu uso, tais como: a topografia, o tipo de solo, densidade do talhão, distância de transporte e volume por árvore (Marchado *et al.*, 2008). Contudo, as motosserras podem ser utilizados em diversas condições do ambiente que muitas das vezes é de difícil acesso, além de propiciar baixo custo de aquisição inicial e com alcance em produtividade relativamente satisfatória (Sant'anna; Malinoski, 2002).

A motosserra possui sistema de combustão interna, que gera energia advinda da conversão da energia química de um combustível em energia térmica para posterior energia mecânica, que normalmente é efetuada em processos rotacionais de eixos após saída do motor (Silva, 2014).

As empresas/produtores rurais que utilizam motosserras para o corte florestal semimecanizado não se restringem a uma marca, modelo ou tamanho específico da máquina, contudo a operação semimecanizada em sua grande maioria das vezes é feita sem o uso de todos os Equipamentos de Segurança Individual (EPI) ao operador, como capacete, protetor auricular, vestimenta e calçados apropriados (Sant'anna, 2008). No entanto fatores como declividades, quantidade de árvores e distribuição na área, pode afetar a produtividade diretamente e aumentar o custo final do produto (Passos *et al.*, 2006).

A utilização de motosserras nas operações de supressão, é um método muito empregado nas pequenas e médias empresas, propriedades rurais e necessita de grande número de operários temporários para realizar tal atividade (Masioli, *et al.* 2020). As atividades semimecanizadas são categorizadas como de grande risco à saúde e segurança dos operários, pois a realização aumenta tendências de enfermidades e acidentes de trabalho, o que ocasiona a aposentadoria precoce (HSE, 2013).

2.4 ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL

A ergonomia visa um estabelecimento junto as diretrizes e os requisitos para assim permitir uma adaptação as condições de trabalho as características dos trabalhadores, que irá proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho. Essas condições de trabalho podem incluir aspectos relacionados ao levantamento, o transporte e descarga de materiais, ao trabalho com máquinas, equipamentos e ferramentas manuais, e as condições de conforto no ambiente do trabalho (MTE, 2020).

Para que a produtividade e a competitividade a partir de um modelo de sustentabilidade, seja ela social e econômica, o setor florestal está se tornando cada vez mais tecnológico e bastante eficiente. O setor apresenta diversos estágios de desenvolvimento e níveis tecnológicos, que vem tornando bastante

complexo o estudo dos diferentes envolvimento e alguns fatores que estão correlacionados com as atividades florestais, e com a interação do homem, máquina, ambiente e organização do trabalho (Patiño *et al.*, 2021). Sob essa ótica o entendimento que envolve o papel do homem e dos princípios operacionais relacionados à atividade humana dentro do sistema que envolve homem-máquina que é importante para uma avaliação bem-sucedida quando se envolve os papéis de segurança, confiabilidade e produtividade (Xiong *et al.*, 2022).

A Saúde e Segurança do Trabalho é a ciência que visa estudar os riscos, perigos e possíveis causas dos acidentes e eventos no momento da realização de atividades laborais do profissional, o objetivo foco é prevenir de acidentes, enfermidades ocupacionais, e qualquer outra forma de injúrias à saúde do trabalhador. O principal objetivo é alcançar sua finalidade quando atinge o empregado e empregador, proporcionado um ambiente seguro e saudável para o trabalho (Barsano, 2018).

Essa ciência reuni várias outras, fazendo junção de seus conhecimentos, que são: ergonomia, medicina do trabalho, segurança patrimonial e saúde ocupacional. Estes auxiliam na identificação dos fatores que geram risco e que venham a ocorrer algum acidente ou doença ocupacional, ainda avalia os efeitos na saúde do profissional para ter subsídio nas escolhas de medidas de intervenção técnica a serem instituídas no ambiente de trabalho (Mattos *et al.*, 2011). A NR 09 trata dos fatores de riscos ocupacionais, dentre eles estão os riscos químicos, físicos e biológicos, os gases como CO₂ se caracterizam como riscos químicos e a vibração e o ruído como riscos físicos.

As motosserras, em geral, possuem motores do ciclo otto de dois tempos, mesmo diante da ineficiência energética desses motores. No entanto são muito utilizados por possuírem uma relação potência/peso e potência-volume que viabilize seu uso (Çengel; Boles, 2006).

A emissão de gases no setor florestal é oriunda de incêndios ou por combustão interna nos motores das máquinas. Esses motores de 2 tempos, assim como usado nas motosserras, tem fabricação de custo baixo, entretanto os modelos encontrados no mercado passam por constante evolução para ficarem mais leves, com menos ruído e vibração, além de menor consumo de combustível, de modo que a combustão emita menos gases tóxicos ao meio ambiente (Silva, 2014).

Um destaque ao dióxido de carbono (CO₂), que é um gás sem cor e odor, usado na realização do processo de combustão, ele faz parte da composição química de combustíveis fósseis. Contudo, tem forte relações com o efeito estufa, que por sua vez, é um evento que segura a massa de calor vinda do sol na superfície da terra que contribui para o aquecimento do planeta (Silva, 2014). Além disso, a queima desse tipo combustível é tóxica a saúde humana se estiverem acima do limite permitido segundo a NR 15 (2020).

Para Fernandes (2002) um corpo só é considerado em vibração no momento que ele descreve que esse movimento é oscilatório ao redor de seu ponto de referência. Essa quantidade de ciclos completam um movimento que seja ao longo de um período de um segundo e assim, é denominada de

frequência e tem como unidade de medida Hertz (HZ), segundo o sistema internacional de unidades de medidas (SI).

A Vibração pode também ser caracterizado como qualquer movimento repetitivo após um certo intervalo de tempos, sendo desse modo, uma das principais estratégias que possa reduzir a ação dessas vibrações sobre o corpo humano e assim permitindo a preservação da saúde, eficiência no trabalho e conforto (Rao, 2008).

Essas vibrações podem ocorrer nas mais variadas atividades mecanizadas ou semimecanizadas nas áreas florestais, afetando o conforto e eficácia do trabalho, como também a saúde e a segurança do operador. As exposições que são sofridas pelo operador e com suas vibrações prolongadas, podem causar algum tipo de dano, principalmente nas costas e membros inferiores, causado pelo manuseio das máquinas (Brito, 2007).

Ainda, é necessário destacar, que pelo funcionamento do motosserra, seus componentes rotatórios ou alternados proporcionam vibração em cargo dos movimentos de oscilação em todo o corpo do trabalhador expondo sua saúde a um risco (Cunha, 2006). Em destaque, a exposição prolongada e diária a vibração no ambiente de trabalho sem as medidas de proteção pode acarretar ao desenvolvimento da síndrome dos dedos brancos ou síndrome de Raynaud, que é causada por espasmos nas artérias digitais que causa a má circulação do sangue aos dedos, com esta falta de sangue na região os dedos tornam-se frios e de cor branca (Caetano; Vieira; Sabongi Neto, 2014; Pelmeir; Wasserman, 1998).

Som é originário de uma vibração que se propaga no ar, quando essa vibração estimula nosso aparelho auditivo, isso é chamado de pressão sonora. Desse modo, o som é definido como qualquer vibração ou um conjunto dessas vibrações e ainda pode ser definida como ondas mecânicas que podem ser ouvidas (Saliba, 2014). Quando essa vibração de pressão sonora acontece de uma certa frequência e intensidade que seja irregular, nosso ouvido reage a elas em forma de som (Kromer & Grandjean, 2005).

O ruído é caracterizado por ser um som desagradável, algum estímulo auditivo que seja indesejável e por isso não contém nenhuma informação útil para o trabalho que esteja sendo desenvolvido (Lida, 2012). O ruído pode afetar psicologicamente e fisicamente o indivíduo e dependendo dos níveis do ruído, pode causar lesões auditivas, sendo em alguns casos irreversíveis no trabalhador (PMAC, 1994). Algumas pesquisas vêm mostrando que quando o ruído é frequente, ocorre algumas variáveis que contribuem para a carga total desse ruído, e o seu nível não é o único fator que está envolvido nesse contexto (Kroemer & Grandjean, 2005).

O ruído pode causar danos sérios no ser humano, tais como, perda auditiva, dos reflexos, da sua concentração e até mesmo a surdez permanente, fadiga, além do aumento na frequência cardíaca, distúrbios do sono, dentre outras situações (Noronha et al., 2005). A exposição a altos níveis de pressão sonora é a principal causa quando se trata de perda auditiva relacionada ao trabalho. O ruído é o agente

físico que é emitido em boa parte dos processos industriais, maquinário, ferramentas, motores e fones de ouvido. A exposição do trabalhador pode ser constante e ou intermitente, sendo o tempo dessa exposição, sua intensidade e a susceptibilidade que tem uma relação direta com a severidade que podem agravar a saúde. Os efeitos nocivos do ruído não são apenas relacionados somente com a audição, mas também podem estar ligados aos distúrbios emocionais, cardíacos, fadiga e estresse (Silveira et al., 2007).

De acordo com Breviglierio et al., (2011) as medidas de controle do ruído podem ser distinguidas em três formas básicas que são:

- Controle na fonte (o que corresponde a ação primária) - Alteração no processo de produção, revisão na programação de operação de forma a reduzir o número de maquinário funcionando ao mesmo tempo, substituindo assim equipamentos por modelos que sejam mais silenciosos, fazer manutenção adequada na máquina e equipamentos visando assim a redução da vibração, lubrificação mais eficaz e rigidez das estruturas.

- Controle do meio (ação secundária viável) – Utilizando-se de recursos de isolamento acústico na instalação de barreiras isolantes e absorventes de som que possam evitar assim a reflexão e a propagação do ruído. Esse isolamento pode ser absorvente de som para assim evitar a reflexão e a propagação do ruído.

- Controle no trabalhador (Último Recurso de proteção) – Pode ser adotado como uma medida complementar para as alternativas anteriores ou quando elas não forem suficientes para eliminar o problema. Podemos citar como exemplo a limitação do tempo a exposição ao ruído por meio de alternância de tarefas durante todo o dia de trabalho, sendo necessário a utilização de Equipamentos de Proteção Individual, tais como, protetores de plug ou concha para atenuar o ruído a níveis satisfatórios.

2.5 PRODUTIVIDADE NAS OPERAÇÕES DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL SEMIMECANIZADA

Em meados dos anos 1960 o setor florestal contribuía com poucas atividades econômicas no Brasil. Depois desse período o segmento obteve uma ascendência bastante significativa, ganhando força após a criação dos incentivos fiscais para a implantação de florestas que possuem rápido crescimento, o que diminuiu assim a exploração dos recursos florestais naturais. Essas atividades em plantios florestais par afins energéticos, em empresas e propriedades rurais, oferecendo equipamentos e pessoal treinado para assim realizar e completa exploração florestal (Novais, 2006).

A madeira é uma das principais matérias-primas para consumo energético no Nordeste e assim há uma elevada demanda de carvão vegetal e lenha com espécies nativas de fonte energética. Essa demanda final na região é aproximadamente de 34,5 milhões de estéreos (Riegelhaupt; Pareyn, 2010) e, mesmo “ultrapassado” tal conhecimento por não ter há

disposição um diagnóstico atual, as informações apontam o acréscimo contínuo na demanda, pois em dados do IBGE (2022) no Nordeste foi produzido cerca de 22,3 milhões de estéreos de lenha.

Neste contexto, entende-se que exploração florestal é o conjunto de atividades realizadas para o preparo e extração da madeira do povoamento ou floresta até o local de transporte utilizando de técnicas e padrões já pré-estabelecidos para garantir a qualidade e produtividade (Machado, 2002).

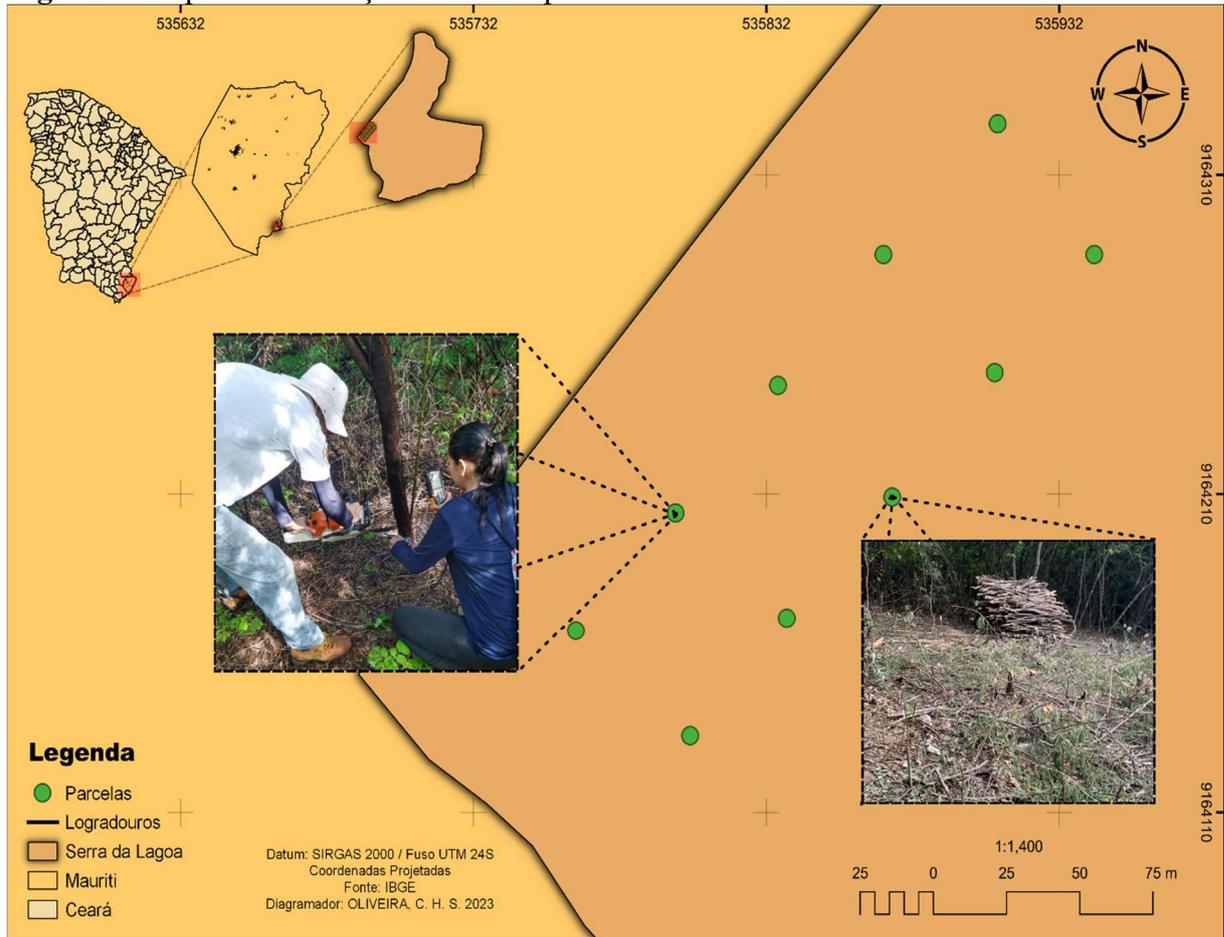
No início das atividades de colheita florestal toda a exploração era realizada manualmente, que tem suas vantagens e desvantagens (Leite, 2002), com o passar dos anos o uso de motosserras traz um momento de avanço gradual no uso de máquinas na extração de madeira, inicialmente pelo baixo custo. Ainda, com essa tecnologia, a produtividade individual elevou-se, proporcionou menos mão de obra, a melhoria nos salários dos profissionais, necessidade de capacitação individual melhorando o grau social e escolar dos trabalhadores e ainda possibilitando a utilização e prática da colheita em difíceis acessos para as máquinas mais sofisticadas. Contudo, uma desvantagem que não foi superada ao sair da colheita manual para a semimecanizada foi o alto índice de esforço físico para a realização da atividade (Sant'anna, 2008).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma área de manejo florestal na propriedade Serra da Lagoa, localizado no município de Mauriti, na região sul do Ceará (Figura 2).

Figura 2: Mapa de localização do município de Mauriti-CE.



Fonte: OLIVEIRA, C. H. S. (2023).

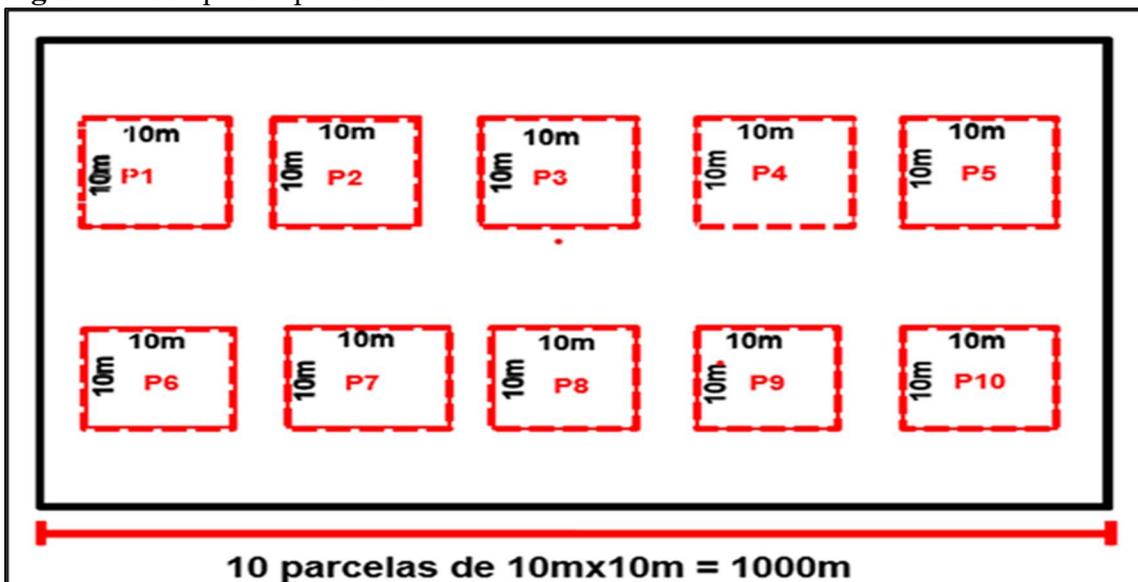
3.2 ANÁLISE E COLETTA DE DADOS

O estudo foi realizado em maio de 2023. A coleta de dados foi realizada em quatro fases: 1) Análise da emissão de gases, 2) Análise da emissão de vibração no sistema mão-braço, 3) Análise da emissão de ruído, 4) determinação de produtividade das operações de colheita semimecanizada.

3.2.1 Marcação das parcelas

Foram abertas 10 parcelas de 100m² (10 x 10m) com equidistância de 50 metros uma da outra. As parcelas foram georreferenciadas utilizando GPS, distribuídas de forma sistemática na unidade de produção anual (UPA), com 16,65 hectares (Figura 3). A marcação foi feita com fita métrica de 30 metros e delimitadas com barbante e piquetes de madeira (Figura 4), seguindo a descrição do Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC, 2005).

Figura 3 - Croqui das parcelas



Fonte: Autor, (2023).

Figura 4 - Abertura da parcela com fita métrica (A); delimitação com barbante e piquete (B).



Fonte: Autor, (2023).

3.2.2 Levantamento da vegetação arbórea

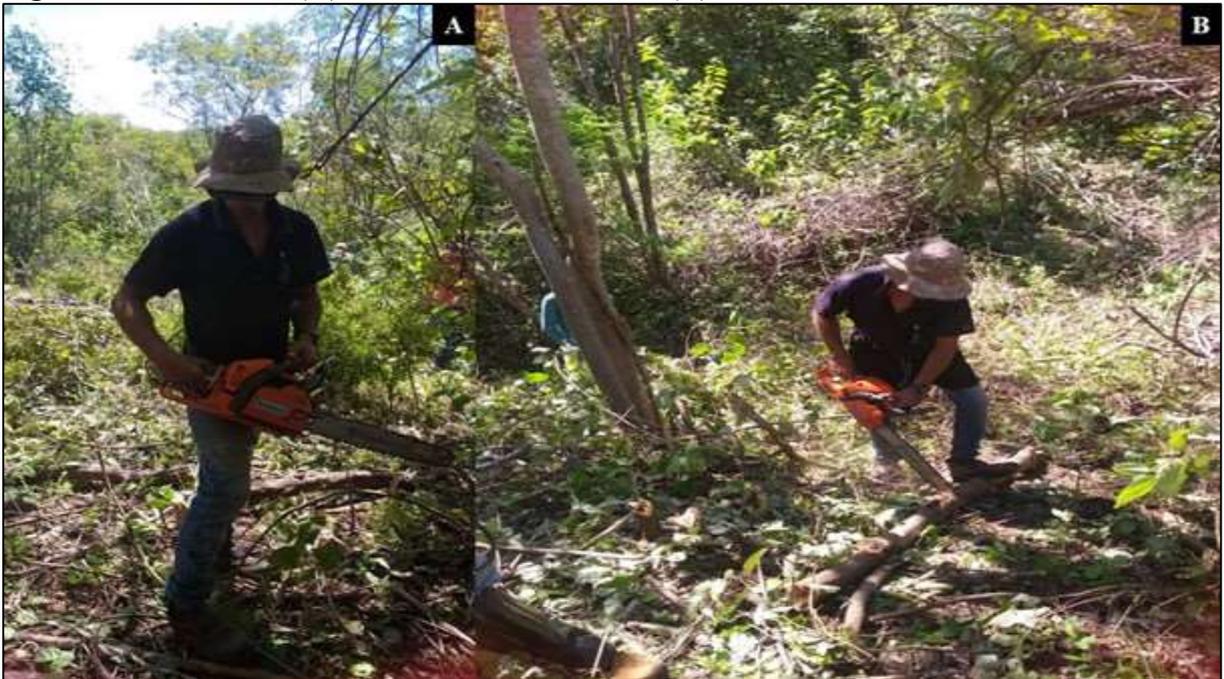
Para a amostragem e coleta dos dados foi realizado o levantamento do componente arbóreo em cada parcela. Foram registrados todos os indivíduos arbóreos com circunferência a altura do peito (CAP a 1,3m do solo) com valor mínimo de 6cm ($CAP \geq 6,0$ cm) (RMFC, 2005). Os quais foram identificados em campo pelos nomes comuns, levando em consideração seus aspectos dendrológicos, a altura total e o CAP de cada fuste que atendeu a dimensão mínima citada anteriormente. Os dados de circunferência foram transformados em DAP (Diâmetro a Altura do Peito) de acordo com a expressão $DAP = CAR/\pi$. Para a medição da circunferência foi usada a fita métrica e para a altura das árvores foi usada a régua retrátil.

3.3 MÁQUINA A SER ANALIZADA

3.3.1 Corte semimecanizado.

Os produtores rurais do semiárido paraibano em geral utilizam o sistema de colheita de toras curtas (cut-to-length) com operações semimecanizadas de derrubada e processamento da madeira com tamanho inferior a 6 m de comprimento. Nesta pesquisa foram analisadas a emissão de carbono, a emissão de vibração e ruído proveniente do uso de 2 modelos de motosserra para a realização do corte de madeira (Figura 5).

Figura 5 - Motosserra (A); Processamento de toras (B).



Fonte: Autor, (2023).

3.4 QUANTIFICAÇÃO DA EMISSÃO DE GASES.

Para quantificar a real emissão de gases durante o funcionamento da motosserra, foi utilizado um analisador de gases que possibilitou quantificar a emissão de CO₂ (Figura 6).

Figura 6 - Analisador de gases utilizado para medição de CO₂ (A) e Coleta de dados (B).



Fonte: Autor, (2023).

A quantificação da emissão foi obtida “in loco” durante a execução normal das atividades de colheita semimecanizada. Adotou-se a metodologia proposta por Brasil (2009), obtido pela seguinte Equação 1.

$$CO_{\text{corrigido}} = \frac{15}{(CO + CO_2)_{\text{medido}}} * CO_{\text{medido}} \quad (01)$$

Em que:

CO: monóxido de carbono contido nos gases de escapamento, medido em % em volume.

CO_{corrigido}: é o valor medido de monóxido de carbono e corrigido quanto à diluição dos gases amostrados.

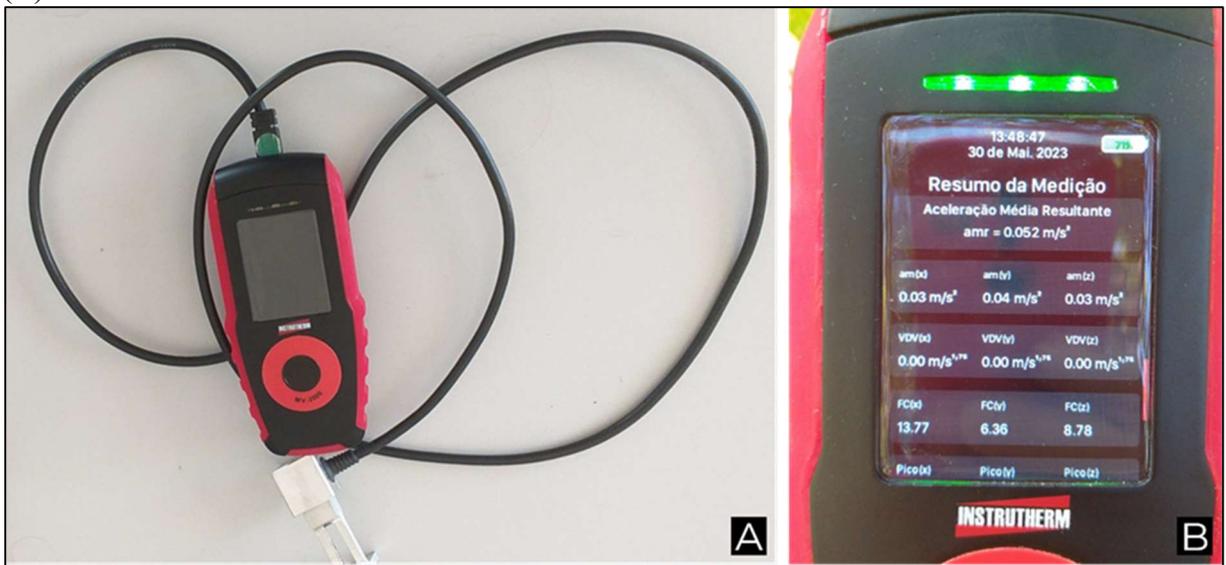
CO₂: dióxido de carbono medido quanto o fator de diluição.

3.5 VIBRAÇÃO LOCALIZADA

Para medição da vibração no sistema “mão-braço” nas atividades de colheita semimecanizado foi determinado de acordo com a Norma de Higiene Ocupacional – NHO 10 da Fundação Jorge Duprat e Figueiredo – FUNDACENTRO.

Nesse sentido, para a coleta de dados desse agente físico foi utilizado um acelerômetro, modelo MV 200, marca instrutherm, com certificado de calibração válido até maio de 2024 (Figura 7).

Figura 7 - Analisador de vibração (A); Registro da coleta de dados no analisador de vibração (B).



Fonte: Autor, (2023).

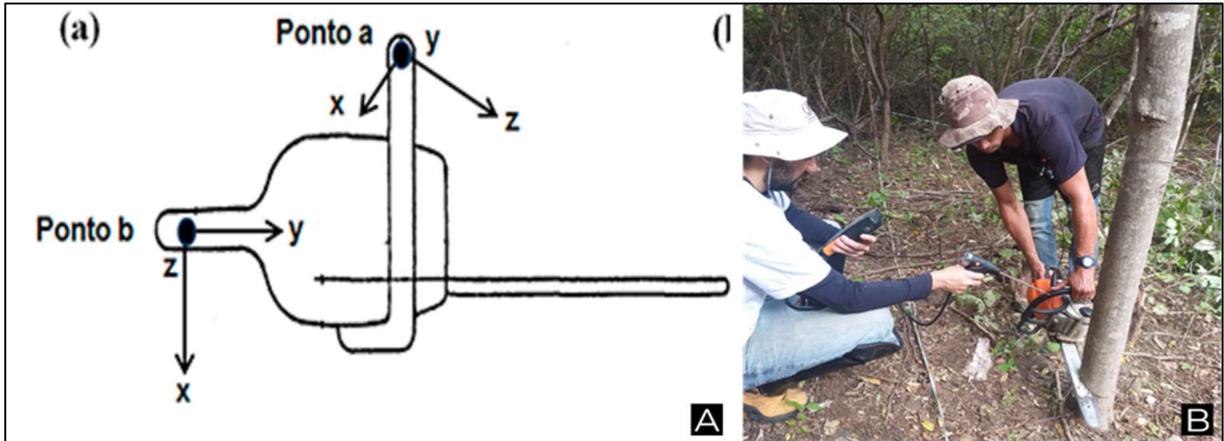
Para cálculo da aceleração ($m.s^{-2}$) foi obtido a média resultante (amr) que corresponde à raiz quadrada da soma dos quadrados das acelerações médias, medidas segundo os três eixos ortogonais “x”, “y” e “z”, definida pela Equação 2 (FUNDACENTRO, 2013), ilustrada na (Figura 8) para cada componente de exposição.

$$amr = [(amx)^2 + (amy)^2 + (amz)^2]^{1/2} \quad (02)$$

em que: amr: aceleração média resultante [$m.s^{-2}$];

amj: aceleração média dos eixos (x, y ou z) [$m.s^{-2}$];

Figura 8 - Posição dos eixos de avaliação nas atividades de corte de Eucalyptus. Ponto a: empunhadura frontal. Ponto b: acionamento (A); Registro da coleta de dados (B).



Fonte: Figura A - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1986 - Adaptado pelo autor e Figura B - Autor, (2023).

Os resultados da aceleração resultante da exposição foram obtidos pela Equação 3.

$$arep = \frac{1}{5} \sum_{K=1}^S amr_{ik} \quad (03)$$

em que: arep: aceleração resultante da exposição parcial [m.s⁻²] e

amr: aceleração média resultante [m.s⁻²].

Após a obtenção da arep os resultados foram convertidos para um único resultado denominado aceleração resultante da exposição – are – que corresponde à aceleração média resultante representativa da exposição ocupacional diária, que inclui além da intensidade do risco, o tempo exposto, conforme Equação 4 (Fundacentro, 2013).

$$are = \left[\left(\frac{1}{r} \right) \sum_{i=1}^m n_i \cdot arep_i^2 \cdot t_i \right]^{1/2} \quad (04)$$

em que:

are: aceleração resultante da exposição [m.s⁻²];

arepi: aceleração resultante de exposição parcial [m.s⁻²];

ni: número de repetições da componente de exposição “i” ao longo da jornada de trabalho;

ti: tempo de duração da componente de exposição “i”;

m: número de componentes de exposição que compõem a exposição diária e

T: tempo de duração da jornada diária de trabalho.

Para normalizar os resultados aceleração da resultante da exposição para jornada de trabalho de oito horas utilizou-se a Equação 5, passando a ser denominada como aceleração

resultante da exposição normalizada – $aren$, para fins de comparação com o limite de tolerância das normativas brasileiras (Fundacentro, 2013).

$$aren = are \cdot \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (05)$$

em que:

$aren$: aceleração resultante da exposição normalizada [$m.s^{-2}$];

are : aceleração resultante de exposição [$m.s^{-2}$];

T : tempo de duração da jornada diária de trabalho, expresso em horas ou minutos e

T_0 : 8 horas ou 480 minutos.

Nessa pesquisa, para medição de vibração foram realizadas medições nas motosserras em 10 parcelas diferentes, na qual o acelerômetro era fixado entre a mão do operador e o gatilho de acionamento da máquina, sendo que o equipamento registrava as medições em intervalos de 1 segundo.

Os resultados da exposição foram comparados com o nível de ação e do limite de tolerância conforme NHO – 10, que estão apresentados no Tabela 1, para uma exposição de oito horas diária.

De acordo com a Fundacentro (2013), Limite de Exposição consiste em parâmetro de exposição ocupacional que representa condições sob as quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta repetidamente sem sofrer efeitos adversos que possam resultar em dano à sua saúde. Já o Nível de ação consiste no valor acima do qual devem ser adotadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições à vibração causem danos à saúde do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Tabela 1 - Limites de exposição do risco de vibração conforme normativas brasileiras.

Jornada de trabalho	Limite de Exposição	Nível de ação
	Vibração de mãos e Braço - $m.s^{-2}$	Vibração de mãos e Braço - $m.s^{-2}$
8 horas diárias	5,0	2,5

Fonte: FUNDACENTRO, (2013); MANUAL, (2017).

Existem considerações técnicas e a atuação recomendada em função da aceleração resultante de exposição normalizada (a_{ren}) encontrada na condição de exposição avaliada, onde irá indicar medidas a serem tomadas dentro das classes aceitáveis apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Critério de julgamento e tomada de decisão.

a_{ren} (m/s^2)	Consideração técnica	Atuação recomendada
0 a 2,5	Aceitável	No mínimo, manutenção da condição existente
> 2,5 a < 3,5	Acima do nível de ação	No mínimo, adoção de medidas preventivas
3,5 a 5,0	Região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas visando a redução da exposição diária
Acima de 5,0	Acima do limite de exposição	Adoção imediata de medidas corretivas

Fonte: FUNDACENTRO, (2013); MANUAL, – NHO – 10, (2017).

3.6 ANÁLISE DE RUÍDO OCUPACIONAL

As medições dos ruídos foram realizadas nas áreas de exploração florestal, durante a execução normal das atividades de abate e processamentos das toras por meio da utilização de um dosímetro de ruído digital portátil (Criffer), com marcador de tempo real e função data-logger. Conforme o Anexo 1 da NR 15 (TEM, 2022) o dosímetro foi ajustado para utilizar o circuito de compensação “A”, circuito resposta lenta (Slow), nível limiar de integração de 85 dB(A), faixa de medição de 85 a 115 dB(A), incremento de dose igual a 5 dB(A). As interações entre os efeitos combinados do ruído coletado pelo dosímetro foram realizadas, conforme Tabela 3. Esses efeitos combinados não podem superar a uma unidade (Anexo 1 da NR 15).

Tabela 3 - Exposição máxima diária permissível pela NR 15.

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 45 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas

98	1 hora e 45 minutos
99	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Anexo I da NR 15 (2022).

Já para avaliação da exposição ocupacional a ruído de acordo com a Norma de Higiene Ocupacional NHO 01, o tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível do ruído varia em relação ao proposto pela NR 15, conforme apresentado a seguir na Tabela 4.

Tabela 4 - Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível do ruído.

Nível de ruído dB (A)	Tempo máximo diário permissível (Tn) (minutos)
80	1.523,90
81	1.209,52
82	960
83	761,95
84	604,76
85	480
86	380,97
87	302,38
88	240
89	190,48
90	151,19
91	120
92	95,24
93	75,59
94	60
95	47,62
108	2,36
109	1,87
110	1,48
111	1,18
112	0,93
113	0,74
114	0,59
115	0,46

Fonte: Fundacentro - NHO - 01, (2001).

Para determinação do tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível do ruído, foi utilizado o equipamento dosímetro, fixado próximo ao ouvido do funcionário, conforme pode ser observado na (Figura 9).

Figura 9 - Dosímetro utilizado para análise de ruído. (A) Dosímetro; (B) Operador utilizando dosímetro.



Fonte: Autor, (2023).

O dosímetro foi utilizado acoplado na vestimenta do trabalhador com o sensor de captação próximo ao nível do ouvido. O critério de avaliação adotado nessa pesquisa da exposição diária dos trabalhadores ao ruído contínuo, teve como referência 85 dB(A), que corresponde a dose de 100%, de acordo com a NR 15 (MTE, 2022) vigente no Brasil para caracterização de atividade e operações insalubres. A dose de ruído é comumente adotada para a caracterização da exposição ocupacional ao agente físico, ademais, é definida como o percentual de ruído absorvido diariamente pelos trabalhadores e foi calculada conforme a Equação 6, descrita por Boger, Barbosa-Branco e Ottoni (2009).

$$D = \frac{T_{exp}}{8} \times 2 \left(\frac{C_{ref} - Leq}{q} \right) \times 100\% \quad (06)$$

em que:

D é a dose de ruído (%);

T_{exp} é o tempo médio de exposição diária (h);

C_{ref} é o critério de referência em dB(A) por um período de 8 horas;

Leq é Nível Equivalente;

Q é o Incremento de Duplicação de Dose.

Com base na dose, foi possível determinar o nível médio de ruído (Equação 7) que um trabalhador se encontra exposto em uma jornada diária, que corresponde ao nível equivalente contínuo referente à energia acústica a que o indivíduo fica exposto (Saliba, 2015).

$$L_{avg} = 16,61 \times \log\left(\frac{TC \times D}{TM \times 100}\right) + LC \quad (07)$$

em que:

Lavg é o nível médio de ruído ocupacional em dB(A);

TC é o período do nível base do critério de avaliação (8 horas);

TM é o tempo de medição;

LC é o nível base do critério, igual a 85 dB(A);

D é a dose do ruído.

Em relação ao nível de exposição normalizado, o qual incide no nível de exposição convertido para uma jornada padrão de 8 horas diárias, com vistas à comparação com o limite de exposição, foi determinado por meio da Equação 8, conforme Lima (2015).

$$NEN = Lavg + 16,61 * \log \frac{TE}{8} \quad (08)$$

em que:

NEN é o nível de exposição normalizado em dB(A);

TE é tempo de exposição em minutos.

Lavg é o média do nível de ruído

3.7 DETERMINAÇÃO VOLUMÉTRICA E PRODUTIVIDADE DAS OPERAÇÕES DE COLHEITA VEGETAL

A determinação do volume e do rendimento das operações de corte manual semimecanizado, foram realizadas dentro das 10 parcelas de 10mx10m (100 m²). Para estimativa da produtividade da operação de supressão manual foi realizado um estudo de tempos e movimento pelo método contínuo, na qual o cronômetro era iniciado a partir do instante que os funcionários começavam o corte e somente era finalizado quando terminava as operações dentro da parcela (Figura 10). De forma, que após a obtenção da estimativa do volume total da parcela e o tempo desprendido para abate e processamento das toras, pode-se obter os valores de produtividade por parcela e posteriormente a produtividade média das operações para a área em estudo.

Figura 10 - Marcação do tempo para abate e processamento das toras.



Fonte: Autor, (2023).

Foi realizada a cubagem rigorosa da madeira, onde foram feitas medições sucessivas de diâmetros ao redor do fuste, com fitas métricas de 1,5 metros. Após isso foram pesadas as toras com uma balança digital e posteriormente organizada em pilha para realizar a medição de toda a pilha (Figura 11).

Figura 11 - Medição das toras (A); Pesagem com balança (B); Madeira empilhada (C).



Fonte: Autor, (2023).

O volume de madeira existente na área de estudo foi estimado por meio do uso do modelo Volumétrico – Schumacher e Hall (Linearizado) com os coeficientes de ajustes encontrado por Souza (2012) na tabela 5.

Tabela 5 - Modelo volumétrico utilizado para determinação do volume total de madeira.

Modelo	Coeficientes	Estatísticas	Amostra			Características	
			Valor	d (cm)	H (m)		
Volumétrico – Schumacher e Hall (Linearizado)	b0	-	R ²	-	Mínimo	-	Espécies
	b1	9,59340	R ² aj	0,98	Médio	-	Várias
	b2	2,04417	Syx	0,03	Máximo	-	Idade (anos) -
$Ln(v) = \beta_0 + \beta_1 Ln(d) + \beta_2 Ln(h) + \varepsilon_i$			Syx%	-	Nº de árvores	225	Espaçamento -
			Caatinga arbustiva arbórea. Diâmetro (1,3 m)				

⁽¹⁾ Local: São José de Espinharas / PB.

Fonte: Souza (2012).

Todos os indivíduos que apresentaram bifurcação tiveram seu diâmetro equivalente calculado a partir da Equação 9, conforme Soares *et al*, (2006):

$$d_{eq} = \sqrt{\sum DAP^2} \quad (09)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 EMISSÃO DE GASES

Os resultados da emissão de carbono obtidos das avaliações feitas em campo estão descritos na (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise da emissão de dióxido de carbono.

	Emissão CO ₂ (ppm)
Repetições	200
Número mínimo de amostra	26
Média	115,75
Desvio Padrão	18,81
Número Mínimo de Amostra	119,86

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Encontrou-se uma emissão média, nas parcelas analisadas de dióxido de carbono de 115,75 ppm no escapamento da motosserra. De acordo com a NR 15, anexo 1, para uma jornada de 48 horas semanais o operador deve estar exposto ao limite máximo de 3900 ppm (para CO₂) valor esse, muito acima ao encontrado nesta pesquisa.

Vale ressaltar que como o trabalho de supressão vegetal é realizado em área aberta, o dióxido de carbono emitido no escapamento da máquina é rapidamente dissipado no ambiente, de forma, que reduz a exposição e a concentração do gás. Aliado a isto, mesmo com a dissipação do gás, a concentração média encontrada nessa pesquisa não acarreta riscos à saúde do operador segundo a normativa vigente.

4.2 VIBRAÇÃO

Os dados de vibração determinados pelo medidor de vibração estão apresentados abaixo, na tabela 7.

Tabela 7 - Análise estatística dos dados de vibração.

	Vibração
Repetições	1132
Número mínimo de amostra	143
Média do Nível de Exposição normalizada - aren (m.s ⁻²)	4,06
Desvio Padrão	1,49
Critério de Julgamento NHO 10	Região de Incerteza

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O nível médio de exposição normalizado para vibração encontrado foi de $4,06 \text{ m.s}^{-2}$, valor esse, dentro do intervalo entre o nível de ação e de exposição para uma jornada de 8 horas diárias de trabalho. Entretanto, fazendo um comparativo com a Tabela 2 da NHO 10 onde apresenta critério de julgamento sobre as medidas que devem ser realizadas, podemos observar que os nossos resultados ficaram entre $3,5$ a $5,0 \text{ m/s}^2$, nos colocando em Região de incerteza, por tanto recomenda-se a adoção de medidas preventivas e corretivas visando a redução da exposição diária, tais como a adoção de luvas com materiais antivibrações que possa atenuar a exposição da aceleração ao operador.

Se mesmo após a utilização de luva, os resultados ainda encontrarem acima de $2,5 \text{ m.s}^{-2}$ (que permitiria o funcionário desempenhar atividades normais ao longo de sua jornada diária), deve-se realizar um rodízio entre atividades de modo que reduza o tempo de exposição do operador a esse agente físico. Nossos resultados foram semelhantes aos resultados encontrados por Schettino *et al* (2018), que foram de $4,86 \text{ m/s}^2$ em uma área de floresta plantada de eucaliptos em Minas Gerais com o uso da motosserra para uma jornada de 8 horas de trabalho, onde aplicou-se a mesma medida estabelecida pela NHO 10 segundo o critério de julgamento.

A vibração também é fortemente influenciada pela afiação/substituição da corrente da motosserra e a densidade da madeira a ser cortada. Sendo assim, o ideal é sempre que possível realizar manutenções diárias de afiação da corrente afim de facilitar o seccionamento dos troncos e alternar a derrubada das árvores por espécies de alta densidade para uma de baixa, de modo que reduza a exposição a vibração excessiva por longo período de tempo e assim evitar doenças ocupacionais no futuro.

4.3 RUÍDO

Já em relação ao estudo da exposição ao agente ruído, os dados coletados nesta pesquisa por meio do dosímetro, estão apresentados na análise estatística abaixo para a NR 15 e NHO 01 na Tabela 8.

Tabela 8 - Análise estatística dos dados de ruído.

Ruído			
NR 15		NHO 01	
Repetições	195	Repetições	195
Número mínimo de amostra	83	Número mínimo de amostra	83
Média do Nível de Exposição normalizada – NEN dB(A)	95,67	Média Resultante normalizada – NEN dB(A)	99,58
Desvio Padrão	5,03	Desvio Padrão	5,03

Critério de Julgamento	Acima do limite Tolerável	Critério de Julgamento	Acima do limite Tolerável
------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Pode ser observado na tabela que os dados coletados atenderam ao limite mínimo de amostra ao nível de 5% de significância. Conforme observado na (Tabela 7), o Nível médio de Exposição normalizada para os critérios estabelecidos na NR 15, foi de 95,67 dB(A). Dessa forma, caso o operador manuseie a máquina sem nenhum tipo de equipamento de atenuação de ruído, o mesmo só poderia ficar exposto aproximadamente 1 hora e 45 minutos durante o dia realizando essa atividade.

Já de acordo com a metodologia da NHO 01, o valor Resultante normalizada – NEM, foi de 99,58 dB(A), resultado esse que resulta em aproximadamente 19 minutos de operação sem proteção auricular. No trabalho realizado por Schettino *et al* (2018), eles obtiveram um valor do nível de ruído equivalente (Leq) de 89,3 dB(A), valor esse que está um pouco abaixo dos encontrados nessa pesquisa, porém ainda se encontra acima dos limites para uma jornada diária de trabalho de 8 horas permitidas pelas normas vigentes segundo a NR15 e a NHO 01, concluindo que a exposição prolongada ao ruído advinda do uso da motosserra no setor florestal pode levar o trabalhador a desenvolver doenças ocupacionais no futuro.

Sendo assim, o produtor demandaria de muito mais dias para realizar o corte da madeira, o que acarretaria o aumento do custo de produção. Com isso, o ideal seria a capacitação e implementação do uso de Equipamento de Proteções Auriculares, aliado a um rodízio de atividades a fim de reduzir o tempo de exposição dos operadores a elevados níveis de ruído.

4.4 PRODUTIVIDADE

Conforme o modelo de estimativa volumétrica de Schumacher e Hall (Linearizado) utilizado nesta pesquisa, a área de estudo apresenta estimativa de produção média de 48,14 m³.ha⁻¹, valor esse acima ao encontrado por Sales *et al* (2023) de 23,53 m³.ha⁻¹ para povoamentos naturais da Caatinga no semiárido. Essa variação volumétrica pode ser em virtude de os autores terem avaliados a vegetação em uma área que passou por um processo de antropização para formação de pastagens e inserção de animais, de forma que contribui para a redução do estoque de madeira.

Por meio do estudo de tempos e movimentos, foi possível cronometrar e determinar que para derrubar e processar esse volume médio de 48,14 m³.ha⁻¹ foi desprendido um tempo total de 250,92 horas (Tabela 9). Dessa forma, com posse dos dados de volume total da área e do

tempo para processamento das toras, foi possível estimar a produtividade média da colheita manual de $0,19 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ ou $0,63 \text{ st}.\text{h}^{-1}$. Lopes e Canto (2018) encontraram uma produtividade média de $1,32 \text{ st}.\text{h}^{-1}$ para sistema semimecanizado e de $0,78 \text{ st}.\text{h}^{-1}$ para processos manuais. Essa diferença está relacionada ao tipo de vegetação analisado, em áreas de caatinga apresenta árvores com menores volume individual, de forma que diminui o rendimento da atividade de corte.

Tabela 9 - Volume estimado e a produtividade da supressão manual da Caatinga.

Volume total ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)	Tempo médio de corte por hectare (horas)	Produtividade ($\text{m}^3.\text{h}^{-1}$)
48,14	250,92	0,19

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Se comparado esse valor a dados encontrados na literatura para reflorestamentos, percebe-se que este, fica bem abaixo dos encontrados em atividades semimecanizada média de 4,69 para espaçamento de $3 \times 2,5$ (Leite *et al*, 2014) com produtividade de $434 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Fato esse, que pode ser comprovado que a produtividade está diretamente relacionada com o volume de madeira cortado, ou seja, como em reflorestamentos, de forma geral, apresenta maiores volume de madeira, por consequência a atividade terá maior produtividade.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nessa pesquisa pode-se concluir que:

- A concentração média de dióxido de carbono encontrado nessa pesquisa não acarreta riscos à saúde do operador segundo a Norma Regulamentadora nº 15 - Atividades e Operações Insalubres.
- O funcionamento da motosserra emite níveis de ruído acima dos valores permitidos pela Norma Regulamentadora nº 15 e da Norma de Higiene Ocupacional 01 para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias.
- Em relação a vibração, o uso da máquina expõe os trabalhadores a níveis de incerteza de risco a saúde, desta forma, deve-se adotar protocolos de utilização de EPI's e rodízios entre as atividades de derrubada e processamento das toras.
- A produtividade das atividades de supressão está diretamente interligada ao volume de madeira, das características dendrométricas das árvores e do processo de antropização das florestas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, K. V. S. A.; RODAL, M. J. N.; LUCENA, M. F. A.; GOMES, A. P. S. Composição florística de um trecho do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco-Brasil. **Hoehnea**, v. 31, n. 3, p. 337-348, 2004. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?lookup=0&q=ANDRADE,+K.+V.+S.+A.%3B+RODAL,+M.+J.+N.%3B+LUCENA,+M.+F.+A.%3B+GOMES,+A.+P.+S.+Composi%C3%A7%C3%A3o+flor%C3%ADstica+de+um+trecho+do+Parque+Nacional+do+Catimbau,+Bu%C3%A4Dque,+Pernambuco-Brasil.+Hoehnea,+v.+31,+n.+3,+p.+337-348,+2004.+&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso em: 15 de ago. 2023.
- ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L. Floristics and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 341-366, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/bLtn7hKtSnd6cWQznRFMrHk/?lang=pt>. Acesso em: 05 de jun. 2021.
- ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; CORDEIRO, L. A. M.; B. A. EVANGELISTA. Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. *In*: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, p. 153-167, cap. 11, 2019. Disponível em: <https://www.redeilpf.org.br/arquivos/ILPF-inovacao-com-integracao-de-lavoura-pecuaria-e-floresta-2019.pdf>. Acesso em: 05 de jun. 2021.
- BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. Segurança do Trabalho: guia prático e didático. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Érica e Saraiva, 2018. ISBN 978-85-365-27772. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=h7hiDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT22&dq=o+que+%C3%A9+seguran%C3%A7a+no+trabalho&ots=fy5aQ3NinM&sig=gAQ20aK-iVKGC3KMGd2dBG9iyIs#v=onepage&q=o%20que%20%C3%A9%20seguran%C3%A7a%20no%20trabalho&f=false>. Acesso em: 06 set. 2023.
- BERNARDY, K.; FAGUNDES, L. S.; BRANDÃO, V. J.; KELLER, L.; BORTOLINI, J. G.; COPATII, C. E. **Impactos ambientais diante das catástrofes naturais—secas e queimadas**. XVI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, [s.n.], 2011. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43801810/IMPACTOS_AMBIENTAIS_DIANTE_DA_S_CATASTROFES_NATURAIS_-_SECAS_E_QUEIMADAS-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1638154007&Signature=NuXj715LgzTmlt3XfaQB4d-Mdh68Kpj-RL6OW6jx9jHwqsP0vAx0FkREYBanc2J3kc0Wu0~zORhMkcGemrdqzvnv4s9BzDXkFHU7m0MgR2o44OodFVSD5yhhUee8B6w2gB7KoWxS0WfdFBazdITbN4P6m-gOco4t1n8IGHUSVHjbjgyzh1EYF0NwYFC4Ovce317mFpQR0d-d-qmexfSoQji~ay72rxS0VMgIsf6jvZNV7I1VUiBpWJ~UXIDj2hf3cArd7OF0fcP~fD5iBaKqEioCXId5EK9O0Db3kiFm8A-hwSvVJ1d6M5ZFtomC-XUG39FRj4exrWrHdU-Zn9JbA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA Acesso em: 28 de nov. 2021.
- BRAUN, S.; APPEL, L. G.; SCHMAL, M. A poluição por máquinas de combustão interna movidas à diesel – a questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. **Química Nova**; vol 27; N 3; pp 472-482, 2003.
- BOGER, M. E.; BARBOSA-BRANCO, A.; OTTONI, Á. C. A influência do espectro de ruído na prevalência de Perda Auditiva Induzida por Ruído em trabalhadores. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, São Paulo, v. 75, n. 3, p.328-334, maio 2009. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/bjorl/a/Mrzzg7N8hkHKqZqwxP4mTtm/>. Acesso em: 10 de jul. 2023.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 4: Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT)**. Brasília, DF, 1978.

Disponível em:

[http://acesso.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4AC03DE1014AEED6AD8230DC/NR-04%20\(atualizada%202014\)%20II.pdf](http://acesso.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4AC03DE1014AEED6AD8230DC/NR-04%20(atualizada%202014)%20II.pdf). Acesso em: 10 de jul. 2023.

BRASIL. **Resolução Nº 418 de 25 de Novembro de 2009**, Dispõe sobre os critérios para elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para avaliação do estado de manutenção de veículos em uso”. Brasília. 2009. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao/>. Acesso em: 05 de jun. 2021.

BREVIOLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional: Agentes biológicos, químicos e físicos**. 6. ed. São Paulo: SENAC, 452 p. 2011.

BRITO, A. B. **Avaliação e redesenho da cabine do “Feller-buncher” com base em fatores ergonômicos**. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br:80/handle/123456789/13945>

CAETANO, E. B.; VIEIRA, L. A.; SABONGI NETO, J. J. Mitos e verdades sobre a Síndrome do Túnel do Carpo. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 16, n. 2, p. 101-102, 2014. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/RFCMS/article/view/19215/pdf>. Acesso em: 05 de jul. 2022.

CARVALHO, M. A. S. **Avaliação de um motor de combustão interna ciclo otto utilizando diferentes tipos de combustíveis**. 168 p. Dissertação (mestre em engenharia industrial) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/18744>. Acesso em: 20 de fev. 2023.

CENGEL Y.A., BOLES M. A. **Termodinâmica. 5ª ed.**, MC Graw Hill, 2006. CETESB. Informações sobre regulamentações de emissões. 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/42726589/Termodin%C3%A2mica_Yunus_Cengel_portugu%C3%AAs_5_edi%C3%A7%C3%A3o_capitulo_16_incompleto_ Acesso em: 12 de mar. 2023.

COUTINHO, L. M. **Biomass brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=KILdDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=.+Biomass+brasileiros.+&ots=sja8Ano mm8&sig=nHarrQ4YJz0keNCd1ScUrl3L4uY#v=onepage&q=.%20Biomass%20brasileiros.&f=false> Acesso em: 27 de set. 2023.

CUNHA, I. Â. **Exposição ocupacional à vibração em mãos e braços em marmorarias no município de São Paulo: proposição de procedimento alternativo de medição**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2006. Doi 10.11606/T.3.2006.tde-10042007-000855.

CUNHA, I.A.; YAMASHITA, R.Y.; CORREA, I. M.; MAZIEIRO, J.V.G. **Utilização dos níveis de vibração e ruído na comparação e seleção de motosserras e suas implicações na exposição ocupacional dos operadores.** In: XV Congresso Mundial de Segurança e Saúde no Trabalho, 1999. São Paulo. Anais, 10 p. 1999.

DON, A.; SCHUMACHER, J.; FREIBAUER, A. **Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks - a meta-analysis.** *Global Change Biology*, v.17, p.1658-1670, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02336.x>

FERNANDES, M.; MORATA, T. C. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração – **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia.** vol.68 no.5 - São Paulo, p.705, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-72992002000500017/>. Acesso em: 24 de jul. 2023.

FIEDLER, N.C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira.** Viçosa: UFV, 1995. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1995. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2020/07/Eduardo-Silva-Penna.pdf>. Acesso em: 15 de jan. 2023.

Flora do Brasil 2021. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2021.

FUNDACENTRO. FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO-FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional- Procedimento Técnico: Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído-NHO - 01.** São Paulo. 2001. Disponível em: <https://www.areaseg.com/bib/10%20-%20NHO%20Normas%20de%20Higiene%20Ocupacional/NHO-01.pdf>. Acesso em 08 de ago. 2023.

FUNDACENTRO. FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO-FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional- Procedimento Técnico: Avaliação da Exposição Ocupacional a Vibrações em Mãos e Braços NHO – 10.** São Paulo. 2013. Acesso em: <file:///C:/Users/ADM/Downloads/nho10portal20130919182047.pdf> Acesso em 08 de set. 2023.

GIULIETTI, A. M.; NETA, A. L. B.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A. RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga.** Brasília. DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 48-90. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18267/1/Biodiversidade_Caatinga_parte_2.pdf. Acesso em: 05 de jun. 2021.

HSE. Health and Safety Executive. **Chainsaws at work: safety topics.** United Kingdom, 2013. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/treework/safety-topics/chainsaw-operator.htm>. Acesso em: 24 jul. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/caatinga>. Acesso em: 15 set. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html>. Acesso em: 27 set. 2023.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 2012. Disponível em: <https://cdn.leancommerce.com.br/blucher/produtos/materiais-apoio/1d615442-b2a3-4f5f-9f01-0a37a895a421-baixe-uma-amostra.pdf>. Acesso em: 10 de jan. 2023.

IPCC, Intergovernmental Panel On Climate. The physical science basis. **Agenda**, v. 6, n. 07, p. 333, 2007. Disponível em: https://www.slvwd.com/sites/g/files/vyhlif1176/f/uploads/item_10b_4.pdf. Acesso em: 28 de mai. 2021.

IPCC, 2023: Sections. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

KROEMER, K.H.E, & GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. Porto Alegre: Bookman editora, 2005. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=VhB0DgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 15 de jun. 2023.

KAUFFMAN, J. B.; HUGHES, R. F.; HEIDER, C. Carbon pool and biomass dynamics associated with deforestation, land use, and agricultural abandonment in the neotropics. **Ecological Applications**, v.19, p.1211-1222, 2009. DOI: 10.1890/08-1696.1

LAURENCE, W.F.; FEARNESIDE, P.M.; LAURANCE, S.G.; DELAMONICA, P.; LOVEJOY, T.E.; MERONA, J.M.R.; CHAMBERS, J.Q.; GASCON, C. Relationship between soils and Amazon forest biomass: a landscape-scale study. **Forest Ecology and Management**, v.118, p.127-138, 1999. DOI: 10.1016/S0378-1127(98)00494-0

LEITE, V. P.; DEBONE, D.; MIRAGLIA, S. G. K. Emissões de gases de efeito estufa no estado de São Paulo: análise do setor de transportes e impactos na saúde. **VITTALLE-Revista de Ciências da Saúde**, v. 32, n. 3, p. 143-153, 2020. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/12220> Acesso em 29 de nov. 2021.

LEITE, E. D. S., FERNANDES, H. C., GUEDES, I. L., & AMARAL, E. J. D. (2014). Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. **Cerne**, 20, 637-643. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/JrhsW4NwgFgFxBYtJbM9RKy/>. Acesso em 08 de ago. 2023.

LEITE, A. M. P. Terceirização na colheita florestal no Brasil. 2002. 251f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=LEITE%2C+A.+M.+P.+Terceiriza%C3%A7%C3%A3o+na+colheita+florestal+no+Brasil.+2002.+251f.+Tese+%28Doutorado+em+Ci%C3%A4ncia+Florestal%2

9+-+Universidade+Federal+de+Vi%C3%A7osa%2C+Vi%C3%A7osa-MG%2C+2002&btnG=Acesso em: 27 de set. 2023.

LIMA, K. C. S. **Avaliação da exposição ao ruído ocupacional em policiais militares do moto patrulhamento.** João Pessoa: UFPB, 2015. 147 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8130/2/arquivototal.pdf>. Acesso em: 10 de jul. 2023.

LOPES, E. DE A., & DO CANTO, J. L. (2018). Produtividade e custos de dois sistemas de exploração e transporte de lenha na caatinga. *Nativa* 6(2), 207–212. <https://doi.org/10.31413/nativa.v6i2.4697>.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C. C. (Org.). **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 15-42. 2008. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/730/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

MACHADO, C. C. O Setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C.C. (Ed.) *Colheita florestal*. Viçosa: UFV, Cap. 1, P. 15-32, 2002.

MARENGO, J. A. **Impactos das condições climáticas e da variabilidade e mudanças do clima sobre a produção e os preços agrícolas: ondas de frio e seu impacto sobre a cafeicultura nas regiões sul e sudeste do Brasil.** Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 97-123, 2001. Disponível em: Acesso em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=MARENGO%2C+J.+A.+Impactos+das+condi%C3%A7%C3%B5es+clim%C3%A1ticas+e+da+variabilidade+e+mudan%C3%A7as+do+clima+sobre+a+produ%C3%A7%C3%A3o+e+os+pre%C3%A7os+agr%C3%ADcolas%3A+ondas+de+frio+e+seu+impacto+sobre+a+cafeicultura+nas+regi%C3%B5es+sul+e+sudeste+do+Brasil.+Mudan%C3%A7as+clim%C3%A1ticas+globais+e+a+agropecu%C3%A1ria+brasileira.+Jaguari%C3%BAna%3A+Embrapa+Meio+Ambiente%2C+p.+97-123%2C+2001+&btnG= 28 de nov. de 2021.

MARENGO, J.A.; SOUSA, JR. C. **Mudanças Climáticas: Impactos e cenários para a Amazônia.** Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias (INCT) Para Mudanças Climáticas. Artigo 19. São Paulo, 2018. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://prioridadeabsoluta.org.br/wp-content/uploads/2019/05/relatorio_mudancas_climaticas-amazonia.pdf

MARTINS, S.R.; SCHLINDWEIN, S.L.; D'AGOSTINI, L.R.; BONATTI, M.; VASCONCELOS, A.C.F.; HOFFMANN, A.F.; FANTINI, A.C. **Mudanças climáticas e vulnerabilidade na agricultura: desafios para desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 17, p. 17-27, 2010.

MASIOLI, W., FIEDLER, N. C., LOPES, E. S., OLIVEIRA, F. M. Exposição de trabalhadores a ruído e vibração em atividades de colheita florestal semimecanizada. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 40, e201901703, p. 1-7, 2020.

MATTOS et al. Higiene e Segurança do Trabalho. Rio de Janeiro: **Elsevier/Abepro**. 2011. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=OM592kIgGvkC&oi=fnd&pg=PR1&dq=MATTOS+et+al.+Higiene+e+Seguran%C3%A7a+do+Trabalho.+Rio+de+Janeiro:+Elsevier/Abepro.+2011.&ots=V2bGGxR_ij&sig=LvBv9d2dMjYalYRn5OBbbeQFr0M#v=onepage&q&f=false Acesso em: 17 de set. 2023.

MCCARTHY, J. J.; CANZIANI, O. F.; LEARY, N. A.; DOKKEN, D. J.; WHITE, K. S. **Climatechange 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, 2001. Disponível em: <http://www.repositorio.cenpat-conicet.gov.ar/bitstream/handle/123456789/579/climateChange2001ImpactsAdaptationVulnerability.pdf?sequence=1>. Acesso em: 28 de mai. 2021.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Equipamento de Proteção Individual**. São Paulo, Fundacentro, NR -06 – 2022. Acesso em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 08 de set. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Atividades e Operações Insalubres**. São Paulo, Fundacentro, NR -15 – 2022. Acesso em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-15-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 08 de set. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente**. São Paulo, Fundacentro, NR -15 – ANEXO 01, 2022. Acesso em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-15-anexo-01.pdf>. Acesso em: 08 de set. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Ergonomia**. São Paulo, Fundacentro, NR – 17, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022.pdf> Acesso em: 17 de set. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos**. São Paulo, Fundacentro, NR -09, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-09-atualizada-2021-com-anexos-vibra-e-calor.pdf> Acesso em: 17 de set. 2023.

MORO, M. F.; LUGHADHA, E. N.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. A phytogeographical metaanalysis of the semiarid Caatinga domain in Brazil. **The Botanical Review**, v. 82, n. 2, p. 91-148, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12229-016-9164-z>. Acesso em: 05 de jun. 2021.

NAZARIO, A. P.; SANTOS, V. C. B. J.; ROSSETTO, E. G.; SOUZA, S. N. D. H. de; AMORIM, N. E. Z.; SCOCHI, C. G. S. Avaliação dos ruídos em uma unidade neonatal de um hospital universitário. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 36, n. 1, supl., p.189-198, ago. 2015. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/19270/17101>. Acesso em: 10 de jul. de 2023.

NORONHA, E.H.; TRAVAGLIA FILHO, U.J.E.; GARAVELLI, S.L. **Quantificação dos níveis de ruídos num estande de tiros da PM do Distrito Federal** [periódico on-line]. Centro de 36 Ciências de Educação e Humanidades – CCEH. Universidade Católica de Brasília, vol. I; nº 3, 2005.

NOVAIS, L. F. **Análise da colheita florestal mecanizada em povoamentos de *Eucalyptus spp.* na região de Coronel Fabriciano – MG**. 33 f. Monografia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 2006.

PACHAURI, R. K.; ALLEN, M. R.; BARROS, V. R.; BROOME, J.; CRAMER, W.; CHRIST, R.; CHURCH, J. A.; CLARKE, L.; DAHE, Q.; DASGUPTA, P.; DUBASH, N. K.; EDENHOFER, O.; ELGIZOULI, I.; FIELD, C. B.; FORSTER, P.; FRIEDLINGSTEIN, P.; FUGLESTVEDT, J.; GOMEZ-ECHEVERRI, L.; HALLEGATTE, S.; HEGERL, G.; HOWDEN, M.; JIANG, K.; CISNEROZ, B. C.; KATTISOV, V.; LEE, H.; MACH, K. J.; MAROTZKE, J.; MASTRANDREA, M. D.; MEYER, L.; MINX, J.; MULUGETTA, Y.; O'BRIEN, K.; OPPENHEIMER, M.; PEREIRA, J. J.; PICHES-MADRUGA, R.; PLATTNER, G. K.; PÖRTNER, H. O.; POWER, S. B.; PRESTON, B.; RAVINDRANATH, N. H.; REISINGER, A.; RIAHI, K.; RUSTICUCCI, M.; SCHOLE, R.; SEYBOTH, K.; SOKONA, Y.; STAVINS, R.; STOCKER, T. F.; TSCHAKERT, P.; VUUREN, D. V.; YPSELER, J. P. **V. Climate change: synthesis report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. R. Pachauri and L. Meyer (editors), Geneva, Switzerland, IPCC, p. 151, 2014. Disponível em: <https://epic.awi.de/id/eprint/37530/>. Acesso em: 05 de jun. 2021.

PMAC. Exposição ao ruído; norma para proteção de trabalhadores que trabalham em atividades com barulho. **Revista Proteção**, Rio de Janeiro, v.6, n.29, p.136-138, 1994. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/download/223/174/1196>. Acesso em: 20 de jan. 2023.

PASSOS, C. A. M.; BUFULIN JUNIOR, L.; GONÇALVES, M. R. Avaliação silvicultural de *Tectona grandis* L.f., em Cáceres, MT, Brasil: resultados preliminares. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 225-232, 2006. <https://doi.org/10.5902/198050981901>.

PATIÑO, H. F. M., LEITE, A. M. P., OLIVEIRA, M. L. R., SCHETTINO, S., & SIMÕES, M. R. L. Estudo descritivo de acidentes de trabalho envolvendo trabalhadores florestais no Estado de Minas Gerais. **Nativa** (Sinop), 9(4), 430-437. (2021). <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v9i4.12428>.

PELMEAR, P. L.; WASSERMAN, D. E. Hand-arm vibration: a comprehensive guide for occupational health professionals. **Beverly Farms**, MA. OEM Press, 1998. <https://doi.org/10.1093/annhyg/44.3.236>.

PEREIRA, E. G. C.; DE GUSMÃO PEDRINI, A.; FONTOURA, H. A. Contextualizando Aquecimento Global e suas consequências ludicamente: algumas percepções de docentes do

ensino fundamental. **Ensino, Saude e Ambiente**, v. 12, n. 2, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosaudefambiente/article/view/28584>. Acesso em: 28 de mai. 2021.

PEROSA, B.B.; GURGEL, A.C.; VICENTE, L.F.; VICENTE, A.K.; SPINELLI-ARAÚJO, L. **Agricultura de Baixo Carbono no Brasil: potencialidade e desafios para construção de um sistema MRV**. XIII Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, Campinas, 2019.

POSSEBOM, G. **Panorama dos acidentes de trabalho no Brasil**. Santa Maria, RS. Orientador: AIRTON DOS SANTOS ALONÇO. Nucleus, v.15, n.2, out.2018. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)– UFSM, 2018. DOI: 10.3738/1982.2278.2691. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gessieli-Possebom/publication/328897350_PANORAMA_DOS_ACIDENTES_DE_TRABALHO_NO_BRASIL/links/5ea86ba045851592d6a5d044/PANORAMA-DOS-ACIDENTES-DE-TRABALHO-NO-BRASIL.pdf. Acesso em: 03 de set. 2023.

QUEIROZ, L. P.; CARDOSO, D.; FERNANDES, M. F.; MORO, M. F. Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: **Caatinga**. Springer, Cham, p. 23-63. 2017. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-68339-3_2. Acesso em: 05 de jun. 2021.

RAO, S. S. **Vibrações mecânicas**. 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 424p. 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/36538450/RAO_Vibracoes_Mecanicas. Acesso em: 20 de jun. 2022.

RANZI, M. F. ANÁLISE DAS EMISSÕES DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. Orientador: Horácio Antônio Vielmo. 2014. 22 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Mecânico) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/109191> Acesso em: 27 de set. 2023.

REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA: protocolo de medições de parcelas permanentes / Comitê Técnico Científico. - Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 28 p.: Il. Disponível em: <https://www.academia.edu/attachments/34377800/download>. Acesso em: 08 de set. 2023.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C.; GARIGLIO, M. A. O manejo florestal como ferramenta para o uso sustentável e conservação da caatinga. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 349-367. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002142138>. Acesso em: 27 de set. 2023.

SALES, F. D. C. V., OLIVEIRA F., E. L., MEDEIROS, N. C. G., SILVA S., S. M., MORAIS, G. V., & DE ARAÚJO, L.M. (2023). Caracterização arbórea na caatinga pelo método de parcela fixa e ponto quadrante. **Boletim Paulista de Geografia**, 109(1), 172-187. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/2975>. Acesso em 08 de ago. 2023.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Vibração – PPRA**. São Paulo. LTr. 101p. 2009. Disponível em: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.ltr.com.br/loja/folheie/6179.pdf. Acesso em: 14 de mai. 2023.

SALIBA, T. M. **Curso básico de segurança e higiene ocupacional**. 6. ed. São Paulo: Ltr, 2015. 496 p. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.ltr.com.br/loja/folheie/4883.pdf. Acesso em 14 de mai. 2023.

SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 115-121, 2002. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/18198/Cerne_v8_n1_p115-121_2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 de jun. 2023.

SANT'ANNA, C. M. Corte florestal. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 66-9. 2008.

SANTANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. A climatologia dos geógrafos: a construção de uma abordagem geográfica do clima. **Uma geografia em movimento**. 1ed. São Paulo: Expressão Popular, v. 1, p. 295-318, 2010. Disponível em: Acesso em: https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=43kFVSGAAAAJ&citation_for_view=43kFVSGAAAAJ:4OULZ7Gr8RgC 28 de nov. 2021.

SANTOS, R. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; EISENLOHR, P. V.; QUEIROZ, L. P.; CARDOSO, D. B. O. S.; RODAL, M. J. N. Identity and relationships of the Arboreal Caatinga among other floristic units of seasonally dry tropical forests (SDTFs) of north-eastern and Central Brazil. **Ecology and Evolution**, v. 2, n. 2, p. 409-428, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.91>. Acesso em: 05 de jun. 2021.

SCHETTINO, S.; MINETTE, J. L.; SORANSO, R. D.; CAMARINHA, M. C. A.; SCHETTINO, F. C. Avaliação ergonômica da colheita florestal em área com madeira danificada pelo vento. **ACSA**. Patos-PB, v.14, n.1, p.70-78, Janeiro-Março, 2018, ISSN: 1808-6845. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/47451/2/Avalia%20a7%20a3o%20ergon%20b4mica%20da%20colheita%20florestal%20em%20a1rea%20com%20madeira%20danificada%20pelo%20vento.pdf> Acesso em: 10 de set. 2023.

SILVA, F. J. **Motor de combustão interna dual operando com diesel, biodiesel e gás natural: análises de desempenho e emissões**. 2014. 226 p. Antônio Gilson Barbosa de Lima (Doutorado em engenharia de processos) - universidade federal de campina grande, 2014. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1719>. Acesso em: 20 de jun. 2023.

SILVA, G. B.; AZEVEDO, P. V. Índices de tendências de mudanças climáticas no Estado da Bahia. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 8-12, 2008. Disponível em: <http://sbgro.org/files/biblioteca/2351.pdf> . Acesso em: 28 de mai. 2021.

SILVA, R. O. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SOUZA, W. M. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de

Pernambuco. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 579-589, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/m3J5NGQFR74yd6ZgFtbZ8rF/?lang=pt>. Acesso em: 28 de mai. 2021.

SILVEIRA, J. C. M.; FERNANDES, H. C.; RINALDI, P. C. N.; MODOLO, A. J. **Níveis de ruído em função do reio de afastamento emitido por diferentes equipamentos em uma oficina agrícola**. *Engenharia na Agricultura*, v. 15, n.1, p.66-74, 2007.

SOEIRO, V. M. N. **Manutenção de máquinas florestais na colheita mecanizada: a busca para obter a melhor disponibilidade mecânica**. Orientador: Dr. Renato Robert. 2012. 49 p. TCC (Gestão. Florestal) - UFPR, [S. l.], 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/44601/R%20-%20E%20-%20VALDENIR%20MANOEL%20NUNES%20SOEIRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 8 nov. 2021.

SORANSO, D. R., MINETTE, L. J., SCHETTINO, S., MINETI, D., SOUZA, A. P. Avaliação ergonômica das operações florestais de roçada e desgalhamento semimecanizado. **Engenharia na Agricultura**, v.26, n.4, p. 343-351, 2018. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v26i4.933>

SOUZA, J. L.; PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. M. Potencial de sequestro de carbono em solos agrícolas sob manejo orgânico para redução da emissão de gases de efeito estufa. **Idesia (Arica)**, v. 30, n. 1, p. 7-15, 2012. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34292012000100002&script=sci_arttext&tlng=p. Acesso em: 18 de jun. 2021.

SOUZA, M. C. O.; CORAZZA, R. I. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 42, 2017.

SOUZA, P. F. **Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de caatinga, São José de Espinharas - PB**. UFCG, Patos. 2012. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, 2012. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/13532>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

SOARES, B. P.C.; NETO, P. F.; SOUZA, L. A. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa. Ed. UFV, 2006.

TABARELLI, M.; SILVA, J. N. C.; LEAL, I. R. **Caatinga the largest tropical dry forest region in South America**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. Springer International Publishing AG, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-68339-3.

TACCINI, M. M. **Estudo das metodologias da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudanças climáticas, referentes à avaliação de emissões de gases de efeito estufa na produção de carvão vegetal**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-17032011-160508/pt-br.php>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

UNFCCC. **United Nations Framework Convention on Climate Change**. 21^o Conference of the Parties, 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the->

paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/nationally-determined-contributions-ndcs>. Acesso em: 05 de jun. 2021.

XIONG, W., FAN, H., MA, L., & WANG, C. Challenges of human–machine collaboration in risky decision-making. **Frontiers of Engineering Management**, 9(1), 89-103. (2022). <http://dx.doi.org/10.1007/s4252>