

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS

**CONDIÇÕES TÉRMICAS AMBIENTAIS RELACIONADAS À EXPLORAÇÃO
FLORESTAL NA AMAZÔNIA CENTRAL.**

KAUÊ AUGUSTO OLIVEIRA NASCIMENTO

Manaus, Amazonas

Março, 2017

KAUÊ AUGUSTO OLIVEIRA NASCIMENTO

**CONDIÇÕES TÉRMICAS AMBIENTAIS RELACIONADAS À EXPLORAÇÃO
FLORESTAL NA AMAZÔNIA CENTRAL.**

Orientador: Dr. Niro Higuchi

Co-orientador: Dr. Fabiano Emmert

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências de Florestas Tropicais.

Manaus, Amazonas

Março, 2017

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS

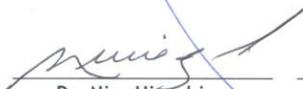
DEFESA PÚBLICA DISSERTAÇÃO / PPG-CFT - INPA

Ata da Defesa Pública da Dissertação de Mestrado de **KAUÊ AUGUSTO OLIVEIRA NASCIMENTO** aluno (a) do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS, realizada no dia 21 de fevereiro de 2017.

Aos vinte e um dias do mês de fevereiro de 2017, às 14h30, na Sala de Aula do Programa de PG em Ciências de Florestas Tropicais, no Auditório do LBA, Campus II, INPA-Aleixo, realizou-se a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado intitulada: "AS RELAÇÕES ENTRE AS CONDIÇÕES TÉRMICAS AMBIENTAIS E O TRABALHO FLORESTAL PARA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA NA AMAZÔNIA CENTRAL" em conformidade com o Artigo 68 do Regimento Interno do PPG-CFT e Artigo 52 do Regimento Geral da Pós-Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (MCTI-INPA) como parte final de seu trabalho para a obtenção do título de **MESTRE EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS**, área de concentração em *Manejo Florestal*. A Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes professores doutores: **JUDIBAL CARVALHO CABRAL (UEA)**, **GABRIEL HENRIQUE PIRES DE MELLO RIBEIRO (INPA)** e **LUCIANO JOSÉ MINETTE (UFV)**. O (a) Presidente da Banca Examinadora, **Dr (a) Niro Higuchi (Orientador /INPA)**, deu início à sessão convidando os senhores membros e o (a) Mestrando (a) a tomarem seus lugares e informou sobre os procedimentos a serem observados para o prosseguimento do exame. A palavra foi, então, facultada ao (à) Mestrando (a) que apresentou uma síntese do seu estudo e respondeu às perguntas formuladas pelos membros da Banca Examinadora. Depois da apresentação e arguição, a referida Banca Examinadora se reuniu e decidiu por

A sessão foi encerrada às _____ e, para constar eu, Valdecira Azevedo, Secretária do PPG-CFT lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada foi assinada pelo Presidente e membros da Banca Examinadora. Banca Examinadora:

Dr (a) JUDIBAL CARVALHO CABRAL	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado	
Dr (a) GABRIEL HENRIQUE P. DE M. RIBEIRO	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado	
Dr (a) LUCIANO JOSÉ MINETTE	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Reprovado	


Dr. Niro Higuchi
Presidente da Banca/
Orientador


Dr. Fabiano Emmert
Coorientador


Dr. José Francisco Carvalho Gonçalves
Coordenador do PPG-CFT

FICHA CATALOGRÁFICA

N244 Nascimento, Kauê Augusto Oliveira
Condições térmicas ambientais relacionadas à exploração florestal na Amazônia Central /Kauê Augusto Oliveira Nascimento. - Manaus: [s.n.], 2017. 124 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - INPA, Manaus, 2017.

Orientador: Higuchi, Niro

Co-orientador: Emmert, Fabiano

Área de concentração: Ciências de Florestas Tropicais

1. Ergonomia. 2. Exploração. 3. Manejo Florestal. I. Título.

CDD 634.92

SINOPSE

Sinopse:

Estudou-se as relações das condições térmicas ambientais com as pausas naturais e com o desempenho dos trabalhadores da exploração florestal na Amazônia Central.

Palavras-chave: Ergonomia, IBUTG, manejo florestal, produtividade.

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais Jorge Augusto do Nascimento e minha mãe Dalva Sant'Ana de Oliveira Nascimento, que mesmo nos momentos de maior dificuldade, continuaram investindo na minha educação e na minha formação como cidadão e ser humano. Vocês tem visão e sabiam mesmo que inconscientemente, o poder de libertação e autonomia que o conhecimento traria para minha vida. Hoje eu compartilho essa visão. A vocês, que me criaram com amor, paciência e apoiaram todas as minhas decisões durante a vida, meu muito obrigado, amo vocês.

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Dr. Niro Higuchi, por ter acreditado na minha ideia e dado todo o suporte para que meu trabalho fosse realizado com sucesso. Além disso, obrigado por ter compartilhado todo o seu conhecimento e visão de ciência e educação; sempre com entusiasmo, paixão e esperança num futuro melhor para a Amazônia e o Brasil.

Gostaria de agradecer ao meu co-orientador Dr. Fabiano Emmert, pelas valiosas sugestões e contribuição para este trabalho, além do companheirismo e apoio nas decisões, meu muito obrigado.

Gostaria de agradecer ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia pela oportunidade de realizar o mestrado e por ter absorvido conhecimento inestimável dos brilhantes pesquisadores nestes 02 anos que vivi intensamente aqui. Aproveitando, gostaria de agradecer aos pesquisadores Gilberto Costa Justino, Elizabeth Franklin, Henrique Nascimento e Foster Brown por compartilharem essa visão maravilhosa de como fazer ciência, sou privilegiado em ter sido aluno de vocês. Agradeço também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço a toda a turma da exploração da empresa Mil Madeiras Preciosas, essa rapaziada do bem que vive a vida com alegria apesar de todos os pesares. Me sinto honrado pelo convívio e amizades criadas durante meu trabalho, sem vocês eu não teria conseguido!

Obrigado também ao projeto scihub, vocês são importantes, pois a ciência deve ser livre e acessível a todas as pessoas.

Obrigado também ao diretor João Cruz e ao engenheiro Marcos Souza por terem me permitido morar na empresa durante a coleta de dados e por todo o suporte logístico.

EPÍGRAFE

“Valeu a pena? Tudo vale a pena se a alma não é pequena.” Fernando Pessoa

“Quando a sociedade é injusta, o maior ato de rebeldia é buscar conhecimento.”

RESUMO

A Amazônia abrange uma área extensa com florestas ainda pouco manejadas. Há desafios para o manejo florestal, pela má formação de recursos humanos, falta de tecnologia avançada e condições de trabalho precárias. Isto causa a baixa qualidade da exploração florestal, gerando a insustentabilidade. Esta atividade exige grande contingente e alta carga física dos trabalhadores. O conforto térmico no trabalho em regiões tropicais está entre 20 e 24°C, na Amazônia Central as médias diurnas superam os 28°C. Para agravar a situação, fenômenos *El Niño*, causam aumento das temperaturas médias na região. As condições térmicas atuais e de previsões para a região, estão sob as exigências de uma norma trabalhista controversa (NR-15). A necessidade de bem estar laboral, para melhoria da qualidade, saúde e segurança na exploração florestal, justificam o estudo. Este trabalho teve como objetivo, investigar as relações das condições térmicas ambientais com o regime de pausas naturais e com o desempenho dos trabalhadores na exploração florestal. Os dados foram coletados por operação: corte, pré-arraste, arraste e pátio. Os dados observados foram confrontados com o estipulado pela norma nacional (NR-15 anexo 03) e consultadas NHO-06 e NIOSH. Foram coletadas as variáveis IBUTG e pausas naturais (%/hora), com isso, foi comparado o regimes de pausas da norma com o observado em campo. Foram coletados dados de frequência cardíaca, variáveis pessoais (idade, peso e altura) e estimada a carga física de trabalho por meio de dois métodos diferentes: anexo C ISO 8996 e Apud (1989). Foram coletadas as variáveis de desempenho (ciclo operacional, produtividade, interrupção mecânica, hora do dia e pausas naturais) e segurança (percepção de calor e efeitos psicofisiológicos). Estas variáveis foram analisadas por meio de MANOVA e regressões múltiplas. Foram coletadas e comparadas variáveis ambientais do fenômeno *El Niño* (Novembro 2015), com o clima local e com dados de uma época sem fenômeno (Novembro 2010), por meio de testes t. Com base em IBUTG, a partir de 08 horas é necessária aplicação de pausas, segundo a NR-15. As pausas foram intermitentes, maiores a cada 02 horas de trabalho. As pausas naturais representaram cerca de 30% das pausas da norma, e seu comportamento não foi alterado pela variação de IBUTG. O método de Apud (1989) encontrou carga física e pausas condizentes com a norma. O método da ISO 8996 encontrou carga física muito variável, para a mesma ocupação, relacionados às variáveis pessoais. As variáveis produtividade e pausas naturais foram muito influenciadas pela interrupção mecânica, com provável influência da hora do dia. Todos os trabalhadores demonstraram desconforto com o calor. Foram praticamente certas as diferenças estatísticas entre as variáveis ambientais do *El Niño Godzilla* com o clima e com o estudo de 2010. A temperatura do ar foi superior e a umidade relativa do ar foi inferior. As adequações das condições de trabalho na exposição ao calor, acarretariam no bem estar dos trabalhadores, com consequentes melhorias na saúde, na segurança, na qualidade e no desempenho da exploração florestal, requisitos essenciais para a sustentabilidade do manejo florestal na Amazônia, sob o cenário atual e futuro da mudança climática.

Palavras chave: Ergonomia; IBUTG; Manejo florestal; Desempenho; *El Niño Godzilla*.

ABSTRACT

The Amazon covers an extensive area with forests that are poorly managed. There are challenges to forest management, poor human resources training, lack of advanced technology and poor working conditions. This causes poor quality of logging, generating unsustainability. This activity requires large contingent and high physical load of workers. The thermal comfort at work in tropical regions is between 20 and 24 °C, in the Central Amazon the day averages exceed 28 °C. To worsen the situation, El Niño phenomena cause an increase in average temperatures in the region. The current thermal conditions and forecasts for the region are under the requirements of a controversial labor norm (NR-15). The need for well-being at work, to improve the quality, health and safety in the forest logging, justify the study. The objective of this research was to investigate the relationship between environmental thermal conditions and natural pauses and the performance of workers in forest logging. The data were collected by operation: cutting, pre-extraction, extraction and patio. The observed data were compared with the national standard (NR-15 Annex 03) and consulted NHO-06 and NIOSH standards. The WBGT variables and natural pauses (%/hour) were collected, comparing the pause patterns of the standard with that observed in the field. Data were collected on heart rate, personal variables (age, weight and height) and estimated the physical work load by two different methods: Annex C ISO 8996 and Apud (1989). Performance variables (operational cycle, productivity, mechanical interruption, hour and natural pauses) and safety (perception of heat and psychophysiological effects) were collected. These variables were analyzed using MANOVA and multiple regressions. Environmental variables of the El Niño phenomenon (November 2015), with the local climate and data of a time without phenomenon (November 2010), were collected and compared by means of t tests. Based on WBGT, at 8 a.m., it is necessary to apply pauses, according to NR-15. The pauses were intermittent, larger every 02 hours of work. The natural pauses represented about 30% of the pauses of the norm, and their behavior was not altered by the variation of WBGT. The method of Apud (1989) found physical load and pauses consistent with the norm. The ISO 8996 method found a very variable physical load, for the same occupation, related to personal variables. The variables productivity and natural pauses were strongly influenced by the mechanical interruption, with probable influence of the hour. All workers showed discomfort with the heat. The statistical differences between the environmental variables of the El Niño Godzilla with the climate and the 2010 study were virtually certain. The air temperature was higher and the relative humidity was lower. The adequacy of the working conditions in the heat exposure, would result in workers' welfare, with consequent improvements in health, safety, quality and performance of forest logging, essential requirements for the sustainability of forest management in the Amazon under the current and future scenario of climate change.

Keywords: *Ergonomics; WBGT; Forest Management; Performance; El Niño Godzilla.*

SUMÁRIO

FOLHA DE ROSTO.....	ii
BANCA JULGADORA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
EPÍGRAFE.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 OBJETIVOS.....	03
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1 A FISIOLOGIA HUMANA E O CALOR.....	04
2.1.1 Métodos de Estimativa do Risco de Estresse Térmico.....	06
2.2 O TRABALHO FLORESTAL.....	09
2.2.1 O Corte Florestal Semi-mecanizado.....	10
2.2.2 As Consequências da Mecanização Florestal.....	12
2.2.3 Fatores Influentes no Trabalho Florestal.....	14
2.3 O TRABALHO FLORESTAL NA AMAZÔNIA.....	15
2.4 AS OPERAÇÕES FLORESTAIS NA ÁREA DE ESTUDO.....	16
2.4.1 Caracterização do Manejo Florestal.....	16
2.4.2 Aspectos da Exploração Florestal.....	18
2.4.2.1 Corte florestal.....	23
2.4.2.2 Pré-arraste.....	24
2.4.2.3 Arraste.....	25
2.4.2.4 Operações de pátio.....	26
2.5 O RISCO DE ESTRESSE TÉRMICO NO TRABALHO FLORESTAL.....	27
2.6 OS EFEITOS DE FENÔMENOS EXTREMOS E DA MUDANÇA CLIMÁTICA NO TRABALHO.....	30
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	34
3.1.1 Clima e Vegetação.....	36
3.2 AMOSTRAGEM.....	36
3.3 COLETA DE DADOS.....	37
3.3.1 Índice IBUTG (Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo).....	39
3.3.2 Pausas para Descanso.....	40

3.3.3	Análise Comparativa do Regime de Pausas da NR-15 versus Pausas Observadas.....	41
3.3.4	Análise de Frequência Cardíaca.....	42
3.3.5	Relações das Condições Térmicas Ambientais com Variáveis de Desempenho e com a Segurança do Trabalho.....	46
3.3.5.1	Ciclo operacional.....	47
3.3.5.2	Produtividade.....	48
3.3.5.3	Interrupção mecânica.....	48
3.3.5.4	Fatores adicionais.....	49
3.3.5.5	Percepção dos trabalhadores quanto às condições térmicas ambientais.....	49
3.3.5.6	Aspectos da segurança do trabalho.....	50
3.3.6	Comparação de Variáveis Ambientais Durante o <i>El Niño Godzilla</i> (2015-2016) com Períodos Sem Fenômenos.....	50
3.4	ANÁLISE DE DADOS.....	51
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1	TEMPERATURAS EM IBUTG NA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL.....	53
4.2	PAUSAS OBSERVADAS NAS OPERAÇÕES FLORESTAIS.....	54
4.3	ANÁLISE DAS VARIÁVEIS E DO REGIME DE PAUSAS DO ANEXO 03 DA NR-15, COMPARADOS AO DADOS OBSERVADOS EM CAMPO.....	57
4.3.1	Comparação do Regime de Pausas da Norma vs Pausas Observadas na Exploração Florestal.....	61
4.4	ANÁLISES DE FREQUÊNCIA CARDÍACA E DE OUTRAS VARIÁVEIS PESSOAIS.....	66
4.5	RELAÇÃO DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS AMBIENTAIS COM VARIÁVEIS DE DESEMPENHO E COM A SEGURANÇA DO TRABALHO.....	69
4.5.1	Produtividade.....	74
4.5.2	Ciclo Operacional.....	82
4.5.3	Fatores Adicionais.....	86
4.5.4	Percepção dos Trabalhadores Quanto às Condições Térmicas Ambientais.....	87
4.5.5	Aspectos da Segurança do Trabalho.....	90
4.6	COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS DURANTE O <i>EL NIÑO GODZILLA</i> (2015-2016), COM PERÍODOS SEM FENÔMENOS.....	92

4.6.1 Comparação com Variáveis Ambientais para uma Série Histórica (1985-2014) na Região.....	92
4.6.2 Comparação com Variáveis Ambientais em Período sem Fenômenos na Área de Estudo (Novembro de 2010).....	93
5. CONCLUSÃO.....	98
5.1 RECOMENDAÇÕES.....	99
5.2 PRODUTO.....	100
REFERÊNCIAS.....	102

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 01. Lista de espécies exploradas pela empresa no ano de 2015.....	17
Tabela 01. Dimensionamento, composição e jornada de trabalho das equipes de exploração e pátio em Novembro de 2015, para a escala 11/2.....	20
Tabela 02. Sequência de atividades que constituem as operações de exploração e pátio na empresa estudada.....	21
Tabela 03. Número de amostras coletadas por equipe em cada operação.....	36
Tabela 04. Variáveis e informações coletadas para cada objetivo específico definido para este estudo, discriminadas por operação.....	37
Tabela 05. Descrição da função das variáveis para as finalidades deste estudo.....	38
Tabela 06. Ocupações envolvidas nas estimativas de carga física de trabalho das operações de manejo florestal.....	42
Tabela 07. Ocupações avaliadas e número de turnos de trabalho para avaliação da frequência cardíaca.....	44
Tabela 08. Classificação da carga física de trabalho por meio de avaliação frequência cardíaca para o método de Apud (1989).....	46
Tabela 09. Descrição do ciclo operacional para cada etapa analisada neste trabalho.....	47
Tabela 10. Análises estatísticas e softwares utilizados para cada objetivo específico proposto neste trabalho.....	51
Tabela 11. Escalas de probabilidade (p) para as diferenças estatísticas significativas deste estudo.....	52
Tabela 12. Variáveis determinantes para dimensionamento do regime de pausas da NR-15 anexo 03.....	58
Tabela 13. Variáveis relacionadas às pausas observadas durante o trabalho florestal.....	58
Tabela 14. Comparação entre as pausas observadas e as determinadas pelo anexo 03 da NR-15.....	61
Tabela 15. Variáveis pessoais para estimativas de carga física de trabalho.....	66
Tabela 16. Estimativas da carga física real de trabalho das ocupações analisadas, com uso do anexo C da norma ISO 8996.....	67

Tabela 17. Variáveis pessoais dos trabalhadores avaliados e cálculos para mensuração do regime trabalho/descanso pelo método de Apud (1989).....	68
Tabela 18. Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) para todas as operações.....	69
Tabela 19. Relação das variáveis com cada eixo da PCA nas operações analisadas.....	70
Tabela 20. Análise das interações entre as variáveis e seus efeitos em produtividade e pausas para descanso com uso de MANOVA.....	72
Tabela 21. Análise dos efeitos das pausas para descanso na produtividade da hora seguinte, com uso de regressão linear simples.....	74
Tabela 22. Análise de correlação entre variáveis de desempenho do trabalho e produtividade.....	75
Tabela 23. Dados médios de produtividade real para todas as etapas do manejo florestal, divididos por hora de trabalho.....	77
Tabela 24. Variáveis de influência na duração do ciclo operacional, por meio de regressão linear múltipla.....	82
Quadro 02. Espécies e volume médio das árvores exploradas durante a coleta de dados na etapa de corte florestal.....	84
Tabela 25. Fatores organizacionais do trabalho em exploração de madeira que afetam o desempenho e segurança do trabalho.....	86
Tabela 26. Informações pessoais dos trabalhadores, quanto à percepção do calor no ambiente de trabalho.....	88
Tabela 27. Horários mais quentes do dia, de acordo com a percepção dos trabalhadores de cada operação.....	89
Tabela 28. Horários de maior cansaço durante o dia, de acordo com a percepção dos trabalhadores.....	90
Tabela 29. Checklist de efeitos psicofisiológicos observados, durante as horas mais quentes do dia (10 a 15 horas).....	91
Tabela 30. Comparação entre variáveis meteorológicas de uma série histórica com as coletadas em campo.....	92
Tabela 31. Comparação entre variáveis ambientais de uma série histórica (1985-2014) com os dados coletados por Emmert (2014), em 2010.....	93
Tabela 32. Comparação entre as variáveis ambientais do ano de 2010 com as	

coletadas durante o <i>El Niño Godzilla</i> , na área de estudo.....	94
Tabela 33. Diferenças médias nos regimes de pausas entre os dois períodos (2015 e 2010), somente em função das diferenças em IBUTG.....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Localização da sede da empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda.....	34
Figura 02. Localização das UPAs exploradas recentemente, com destaque à área de estudo (UPA-2015) e pátio principal + alojamento (círculo).....	35
Figura 03. Equipamento portátil para medição de índice IBUTG modelo HT30 Extech, durante coleta de dados.....	36
Figura 04. NR 15 anexo 03, que determina a relação de carga física de trabalho, IBUTG e o regime trabalho/descanso estipulado.....	38
Figura 05. Conversão de dados de frequência cardíaca (HR) em taxa metabólica (W/m ²) por meio de fórmulas atreladas às variáveis pessoais do trabalhador.....	43
Figura 06. Auxiliar de pré-arraste (puxador de cabo) com cinta acoplada ao peito e detalhes do monitor cardíaco de pulso.....	44
Figura 07. Variação das temperaturas em IBUTG ao longo do turno de trabalho para todas as operações analisadas, ajustadas para polinômio de segundo grau.....	53
Figura 08. Ajustes de equação das pausas observadas ao longo da jornada de trabalho, para a etapa de corte florestal.....	54
Figura 09. Ajustes de equação das pausas observadas ao longo da jornada de trabalho, para o pré-arraste.....	55
Figura 10. Ajustes de equação das pausas observadas ao longo da jornada de trabalho, para o arraste.....	55
Figura 11. Ajustes de equação das pausas observadas ao longo da jornada de trabalho, para o pátio principal.....	56
Figura 12. Comparação ponto a ponto das pausas observadas com as pausas determinadas pela norma, para o corte florestal.....	62
Figura 13. Comparação ponto a ponto das pausas observadas com as pausas determinadas pela norma, para a etapa de pré-arraste.....	63
Figura 14. Comparação ponto a ponto das pausas observadas com as pausas determinadas pela norma, para a etapa de arraste.....	63
Figura 15. Comparação ponto a ponto das pausas observadas com as pausas determinadas pela norma, para a etapa de pátio principal.....	64
Figura 16. Índice de produtividade ao longo da jornada de trabalho, nas operações de exploração florestal.....	78

Figura 17. Produtividade média ao longo do turno de trabalho, para o corte florestal.....	79
Figura 18. Produtividade média ao longo do turno de trabalho, para a etapa de pré-arraste.....	79
Figura 19. Produtividade média ao longo do turno de trabalho, para a etapa de arraste.....	80
Figura 20. Produtividade média ao longo do turno de trabalho, para a etapa de pátio principal.....	80
Figura 21. Agrupamento dos tempos de ciclo individual (segundos) por espécie.....	85
Figura 22. Diferenças entre as anomalias de temperatura para o mês de Novembro, nos anos de 2010 e 2015 (esquerda para direita). Fonte: INMET (2016).....	95
Figura 23. Temperaturas em IBUTG coletadas no ano de 2010 (vermelha) e durante o <i>El Niño Godzilla</i> em 2015 (preta), na área de manejo florestal.....	96

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é o maior bioma do Brasil e um dos mais diversos em espécies vegetais no mundo. Abrange uma área de cerca de 50% do território brasileiro, onde a maior parte é constituída de Florestas de Terra Firme, ainda pouco manejadas. O setor madeireiro é importante para a economia da região e possui grande perspectiva de crescimento, por tratar-se de uma área extensa com grande estoque de madeira (Higuchi *et al.*, 2010). As operações que envolvem o manejo florestal na região, demandam grande número de trabalhadores em todas as etapas da cadeia produtiva (Sabogal *et al.*, 2006), o que possibilita também a geração de renda e bem estar social para muitas comunidades locais.

Entretanto, há diversos fatores que impossibilitam a solidificação do manejo florestal na região, tais como a deficiência na formação de recursos humanos, falta de tecnologia de ponta na exploração e beneficiamento da madeira e condições de trabalho precárias. A soma destes fatores leva ao denominador comum: a baixa qualidade da exploração de madeira. Esta constatação é a principal causa da insustentabilidade ecológica do manejo florestal na Amazônia (BIONTE, 1997).

Dentro do setor florestal, o trabalho em exploração de madeira é considerado um dos mais desgastantes e perigosos no mundo atual. Esta atividade demanda atenção e preparo físico dos trabalhadores, especialmente na exploração seletiva de madeira, nos trópicos. Neste panorama, o trabalho é semi-mecanizado, exige grande contingente e alta carga física dos trabalhadores, em uma floresta com denso sub-bosque e condições térmicas ambientais desfavoráveis ao trabalho (Emmert, 2014).

O conforto térmico no trabalho em regiões tropicais está entre 20 e 24°C (Iida, 1990). Na Amazônia Central, as médias diurnas superam os 28°C (INMET, 2016). Portanto, há no mínimo desconforto térmico para o trabalho florestal na região. Para agravar a situação, a ocorrência de fenômenos *El Niño* extremos, vem causando aumento das temperaturas médias na região (Jiménez-Muñoz *et al.*, 2013). Parte dos efeitos recairão sobre a saúde das pessoas e afetarão a capacidade laboral,

principalmente para aquelas realizadas ao ar livre (Kjellstrom *et al.*, 2009a), a exemplo das atividades de exploração florestal na Amazônia. Os efeitos ainda são pouco conhecidos, necessitando de estudos para que ações ergonômicas e de segurança no trabalho sejam tomadas antecipadamente (Iida, 1990).

A norma brasileira que determina os limites de tolerância para exposição ao calor no trabalho, consta no anexo 03 da norma NR-15, publicada pelo Ministério do Trabalho no ano de 1978. Esta norma estipula o regime trabalho/descanso por hora de atividade, com base na carga física e temperaturas encontradas no ambiente de trabalho. Entretanto, os limites e os regimes são contraditórios, pois foram embasados na normativa de um país de clima temperado (Estados Unidos da América) e desconsideram a natureza das atividades laborais, oferecendo, portanto, problemas de concepção.

As condições térmicas atuais e de previsões para o ambiente amazônico estão sob as exigências de uma norma trabalhista controversa. O potencial de desenvolvimento do manejo florestal na região e a necessidade de bem estar laboral, para melhoria da qualidade, saúde e segurança na exploração de madeira, justificam a realização deste trabalho.

Para responder a estes questionamentos, buscou-se comparar o regime de pausas imposto pela norma com o observado na exploração de madeira, além da verificação dos efeitos fisiológicos das condições ambientais e da carga física das atividades, por meio de coletas de frequência cardíaca e variáveis de desempenho no trabalho. Nesse contexto, o estudo buscou investigar as relações entre as pausas observadas e as condições térmicas do ambiente amazônico, visando ao final, a geração de subsídios para aliar o bem estar dos trabalhadores a um alto desempenho e qualidade, sob o cenário atual e futuro da mudança climática.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral investigar as relações das condições térmicas ambientais com o regime de pausas naturais e com o desempenho dos trabalhadores nas operações de exploração florestal. Os objetivos específicos foram:

- 1- Coletar o índice IBUTG (Índice de bulbo úmido e termômetro de globo) na área de manejo florestal.
- 2- Mensurar as pausas observadas nas etapas da exploração florestal.
- 3- Comparar o regime de pausas do anexo 03 da norma NR-15 (Norma regulamentadora nº 15), com o regime observado em campo.
- 4- Coletar dados de frequência cardíaca e estimar a carga física de trabalho com uso de dois métodos diferentes.
- 5- Quantificar as relações entre variáveis de desempenho e de segurança do trabalho, com as temperaturas ambientais coletadas.
- 6- Coletar e comparar as variáveis ambientais durante o fenômeno *El Niño* (2015-2016), com o clima local e com os dados de um estudo realizado na área de manejo florestal, em uma época sem ocorrência de fenômeno (2010).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A FISILOGIA HUMANA E O CALOR

Um dos requisitos essenciais para a continuidade das funções corporais do ser humano é que a temperatura basal do corpo se mantenha em 37°C, com limite de 38°C em pessoas aclimatadas aos trópicos (Sawka *et al.*, 2001; Parsons, 2001; Kjellstrom *et al.*, 2009b). Para manter esta temperatura de equilíbrio, o organismo requer constante troca de calor entre o corpo e o ambiente, que é explicada pela primeira lei fundamental da termodinâmica (Teixeira Jr., 1981). A taxa de absorção e dissipação de calor são influenciadas principalmente pela: temperatura do ar, velocidade do ar, umidade do ar, temperatura radiante, evaporação de suor, taxa metabólica e tipo da vestimenta utilizada (Parsons, 2001; Epstein e Moran, 2006; Kjellstrom *et al.*, 2009b; Kampmann, 2012; Saliba, 2014; NIOSH, 2016). Olgay (1973) define o conceito físico de conforto térmico, como o ponto no qual o corpo humano necessita de consumir a menor quantidade de energia, para se adaptar ao ambiente circundante. Nesse ponto, o corpo dissipa toda energia excedente da manutenção do organismo.

Ambientes quentes podem produzir tensão no corpo humano, demonstrado pelo desconforto e pelo estresse fisiológico pelo excesso de calor (Axelson, 1974; Parsons, 1995; Kjellstrom e Crowe, 2011). Respostas termorregulatórias agem para manutenção do equilíbrio térmico do corpo e isso inclui vasodilatação, aumento do batimento cardíaco, sudorese e aumento da temperatura corporal (Parsons, 1995; Wasterlund, 1998). Adicionalmente, fatores pessoais como idade, gênero, preparo físico, estado de saúde, vestimenta e aclimação são também considerados relevantes para as mudanças fisiológicas em resposta à exposição ao calor (Beshir e Ramsey, 1988; Wasterlund, 1998; Lilley *et al.*, 2002; Maeda *et al.*, 2006). Quanto à aclimação e resiliência fisiológica, Barreira e Nakamura (2006) afirmam que a resiliência é a capacidade de tolerância a uma condição desfavorável, ativada pelo estresse, tanto fisiológico quanto psicológico, até que esta condição seja superada.

Dessa forma, esta tolerância não torna o indivíduo adaptado à nova condição, tornando-o resiliente (Barreira e Nakamura, 2006).

O corpo humano utiliza oxigênio e alimentação como fontes de energia, a taxa a que isso ocorre é chamada de taxa metabólica (M). A maioria da energia produzida é dissipada como calor (H), mas parte é usada pelo corpo em desempenho de trabalho mecânico (W) (Parsons, 2001). A produção de calor metabólico:

$$H = M - W \quad (2.1)$$

M = Taxa metabólica total (W/m²).

H = Calor dissipado (W/m²)

W = Trabalho muscular (W/m²)

Em geral, a eficiência energética do trabalho muscular (trabalho mecânico) é de até 25% e é de difícil mensuração. Para tarefas sedentárias e outras de baixa intensidade, como trabalho em escritório, W pode chegar a quase zero (Axelson, 1974; Wasterlund, 2001; Parsons, 2001; Epstein e Moran, 2006).

O risco de estresse térmico é geralmente apresentado na forma de um índice ou método quantitativo que integra os fatores físicos, fisiológicos e pessoais que influenciam na troca térmica (Beshir e Ramsey, 1988). Todos estes métodos de mensuração são baseados na equação de balanço de energia, conceito fundamental da termodinâmica:

$$\Delta H = (M - W) \pm (R + C) - E$$

$$(2.2)$$

ΔH : Variação de calor corporal (W/m²).

M: Taxa metabólica total (W/m²).

W: Trabalho muscular (W/m²).

R: Calor radiante (W/m²).

C: Calor por convecção (W/m²).

E: Perda de calor por evaporação (W/m²).

O trabalho muscular é a energia metabólica convertida em trabalho (W), a taxa metabólica total é toda a energia disponível para uso (M), a convecção (C) e a radiação (R) são fenômenos físicos que afetam a troca de calor na superfície do corpo, a evaporação (E) auxilia no resfriamento do corpo por meio do suor. A soma dos

componentes que dissipam (-) e adicionam (+) calor influencia na quantidade de calor corporal e na resposta fisiológica a esta condição (Peters, 1991; Wasterlund, 2001; Epstein e Moran, 2006).

O suor é o mecanismo de dissipação de calor mais importante. Por outro lado, condições ambientais como alta taxa de umidade e baixa velocidade do ar dificultam a dissipação de energia corporal, dessa forma, exercem condições nocivas à atividade laboral (Axelson, 1974; Gandaseca *et al.*, 1997; Kjellstrom, 2009). A liberação de calor interno, relacionada principalmente a aclimatação e preparo físico é outro fator muito importante, uma vez que o suor é insuficiente para manter a temperatura corporal em atividades de alta demanda energética, portanto, a liberação interna de energia se torna um fator determinante para o estresse térmico (Kjellstrom, 2009). Constatou-se que ambientes quentes e úmidos são mais prejudiciais para a saúde humana durante o trabalho (Smith *et al.*, 1985; Smolander *et al.*, 1991).

2.1.1 Métodos de Estimativa do Risco de Estresse Térmico

O índice de estresse térmico é uma medida singular composta por variáveis climáticas, físicas e pessoais que afetam a transferência de calor entre o corpo e o ambiente. É pacífico entre os autores que ainda não há um índice que contemple de forma precisa todos os fatores determinantes para o estresse térmico (Axelson, 1974; Beshir e Ramsey, 1988; Parsons, 2001). Muitos índices são utilizados para análise de aspectos físicos do ambiente, avaliação de conforto térmico, equações de balanço de calor reais e estresse fisiológico (Beshir e Ramsey, 1988). Os autores enfatizam que os índices mais precisos baseiam-se em parâmetros fisiológicos (Beshir e Ramsey, 1988; Peters, 1991). Entretanto, a primeira norma criada para avaliação e controle da exposição ocupacional ao calor e a ambientes quentes, publicada pela NIOSH (Instituto Nacional para Saúde e Segurança Ocupacional) em 1972, buscava um método de fácil medição e boa precisão.

De acordo com Parsons (1995), os métodos para avaliação de estresse térmico podem ser divididos em três tipos: empíricos, diretos e racionais. Os métodos

empíricos são baseados no conhecimento existente da resposta fisiológica humana ao calor, por exemplo, por meio do teste em diversas condições ambientais; enquanto os métodos diretos envolvem o uso de medições padronizadas com uso de um instrumento que simula os efeitos fisiológicos da temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade do ar; já os métodos racionais são baseados em cálculos matemáticos que estimam as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente.

Os índices mais conhecidos são: CET (Temperatura efetiva corrigida), ET* (Nova temperatura efetiva), HSI (Índice de estresse térmico), WGT (Temperatura de globo úmido), WBGT (Índice de bulbo úmido e termômetro de globo) e outros modelos mais recentes, como o biometeorológico UTCI (Índice térmico universal do clima). O índice CET desenvolvido em 1946, foi uma evolução que modificou as escalas do índice ET e as chamou de Temperatura efetiva corrigida (CET). As escalas deste índice foram baseadas nas estimativas de sensação térmica do ambiente com diferentes combinações de temperatura do ar, velocidade do ar e umidade do ar. Este índice apresenta desvantagens, pois não é sensível às variações de umidade e velocidade do ar (Beshir e Ramsey, 1988). O índice ET* ou Nova temperatura efetiva, desenvolvido por Gagge *et al.* (1971), é similar com a ET, porém usa como referência umidade relativa fixa de 50%. Este método apresenta grandes desvantagens para análise ocupacional porque requer uso de instrumentos complicados, medições e fórmulas muito elaboradas (Beshir e Ramsey, 1988).

O índice HSI ou Índice de sobrecarga térmica formulado por Belding e Hatch em 1955, padroniza as dimensões de um homem adulto e sua área corporal (1,8 m²), bem como a vestimenta. Apesar de ser um índice útil para detecção de estresse térmico no trabalho, apresenta desvantagens significantes. É válido somente para a fisiologia de homens jovens e com bom preparo físico, envolve cartas psicrométricas e mais equipamentos que outros índices (Beshir e Ramsey, 1988; Saliba, 2014), além de subestimar os efeitos fisiológicos em ambientes quentes e úmidos.

Botsford (1971), desenvolveu o índice Temperatura de globo úmido (WGT), que consiste basicamente em um termômetro criado pelo autor, chamado de *Botsball*. Este é o método mais prático existente até o momento, pois requer somente este pequeno equipamento, com boa precisão nas estimativas e requer curto período de tempo para

estabilização do termômetro na medição (Beshir e Ramsey, 1988; Saliba, 2014). Este índice tem alta correlação com o índice WBGT, que é oficial pelas normas que determinam os limites de exposição ao calor no trabalho, o que gerou diversos trabalhos científicos que estimaram fórmulas práticas para conversão entre os índices. Como desvantagem, este índice pode apresentar subestimativas de temperatura de globo em locais com alta velocidade de ar (Beshir e Ramsey, 1988).

Yaglou e Minard (1957), com o objetivo de mensurar e controlar o estresse térmico em campos de treinamento do exército estadunidense, desenvolveram o *Wet Bulb Globe Temperature Index* (WBGT) ou índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG). Este método foi formulado por meio de estimativas do índice CET (Epstein e Moran, 2006). É um método direto, de fácil utilização, boa precisão e após ter sido adotado pela NIOSH em 1972, foi utilizado pelas principais instruções normativas e instituições existentes em segurança e saúde ocupacional ao redor do mundo e no Brasil (Norma Regulamentadora nº 15) (Saliba, 2014).

No Brasil, o anexo 03 da Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15), criada em 1978, estipula os limites de tolerância para exposição ao calor no trabalho. A classificação é feita por meio das temperaturas em IBUTG e da carga física de trabalho; com isso define-se o regime trabalho/descanso por hora de trabalho (BRASIL, 1978). A norma brasileira é uma versão simplificada da norma estadunidense, elaborada pela NIOSH (Saliba, 2014). No ano de 2002, a Fundacentro, órgão federal brasileiro de pesquisa e apoio técnico em segurança e saúde do trabalho, publicou a NHO-06 (Norma de Higiene Ocupacional nº 06), normativa auxiliar para avaliação das condições térmicas no ambiente de trabalho.

Recentemente desenvolvido pela Sociedade Internacional de Biometeorologia em 2007, o modelo UTCI, tem o objetivo de avaliar a reação fisiológica humana ao calor em ambientes abertos, com uso de estimativas de troca de calor especificadas por cálculos de efeito da vestimenta (Kampmann *et al.*, 2012). Este modelo tem potencial para estimar o estresse térmico-climático em populações humanas (Brode *et al.*, 2013). Neste modelo a umidade do ar é padronizada, com pressão de vapor d'água não excedendo 02 kPa (Brode *et al.*, 2012; Brode *et al.*, 2013). Em condições de alta umidade e temperatura, UTCI apresentou bons resultados para respostas fisiológicas e fatores físicos, sendo indicado para estes locais (Brode *et al.*, 2013).

Entretanto, este método requer a coleta de muitas variáveis, algumas de difícil determinação, como a temperatura radiante, portanto, há limitações para avaliação ocupacional (Brode *et al.*, 2013).

Em seu trabalho, Beshir e Ramsey (1988) concluíram que os métodos termômetro de globo úmido (WGT) e índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG) são os mais recomendados por terem boa precisão e facilidade de medição, exigindo apenas um equipamento pequeno. Estes métodos são indicados principalmente para avaliação ocupacional (Beshir e Ramsey, 1988; Parsons, 1995; Saliba, 2014), no entanto, enfatizam que estes métodos não possuem grande precisão em aspectos fisiológicos e não abrangem efeitos da vestimenta, necessitando de medidas complementares quando requeridas. Parsons (1995) ainda conclui que independentemente do método utilizado, deve ser considerada na avaliação o ambiente de trabalho e características pessoais dos trabalhadores.

2.2 O TRABALHO FLORESTAL

O trabalho florestal é considerado um dos mais extenuantes e perigosos no mundo em comparação a outras atividades econômicas (Harstela, 1990; Hagen *et al.*, 1993; Lilley *et al.*, 2002) e no Brasil não é diferente, principalmente na colheita florestal (Machado, 2014), ou seja, provavelmente ainda maior na exploração florestal. Machado (2014) delimitou a terminologia utilizada para as operações de retirada de madeira, este enfatizou que o termo colheita florestal atualmente é utilizado para florestas plantadas, por meio da lógica de “colher o que foi plantado”. Em florestas naturais, a denominação continua sendo “exploração florestal” por condizer com a realidade das operações nestas áreas, onde ocorre a retirada seletiva de árvores da floresta nativa.

Com a evolução do processo industrial, o ser humano tende a ser um fator cada vez menos presente em trabalhos fisicamente pesados (Attebrant *et al.*, 1997; Axelsson, 1998; Machado, 2014). Machado (2014) destaca que nos países industrializados, a mecanização já chegou a um nível tão alto que o trabalho mais

pesado é feito em rodízio por diversos trabalhadores, porém no Brasil isso ainda não é uma realidade para a maioria dos empreendimentos, atividades em que ainda há baixa mecanização e grande demanda por mão de obra, com uso intensivo de motosserra em sistemas semi-mecanizados de colheita florestal (Sant'Anna e Malinovski, 2002b; Machado, 2014). Em razão disso, um bom condicionamento físico e hábitos saudáveis são essenciais para um trabalhador ser produtivo nesta atividade (Harstela, 1990; Hagen *et al.*, 1993; Sant'Anna e Malinovski, 2002b).

Em seu estudo na Nova Zelândia, Kirk *et al.* (1997) afirmam que o baixo custo de mão de obra e o número alto de pequenas empresas desaceleraram o processo de mecanização, até que o alto número de acidentes e perdas por afastamento dos trabalhadores tornaram o processo inevitável. Machado (2014) destaca que a baixa mecanização ainda ocorre no Brasil devido ao alto custo de aquisição de máquinas especializadas e a inviabilidade econômica e operacional em áreas com relevo acentuado (Machado, 2014), justificativas corroboradas em estudo feito por Tsioras (2012).

2.2.1 O Corte Florestal Semi-mecanizado

A carga física de trabalho consiste na tensão existente entre a exigência física ou psíquica do trabalho desempenhado e a capacidade do trabalhador de suportá-la. Ela pode ser percebida por meio de posturas, gestos, aplicação de forças e deslocamentos (Wisner, 1987). Quando a carga física do trabalho supera a capacidade do trabalhador, constitui-se a sobrecarga física, em que há consequências danosas à saúde e segurança (Couto, 2002). A mensuração da carga física é importante para organização adequada do trabalho, de forma a evitar perda de desempenho, qualidade e riscos de acidentes (Lilley *et al.*, 2002).

Dentro das etapas da colheita florestal, Çalıkan e Çalar (2010) e Canzian *et al.* (2013) com uso dos cálculos de carga cardiovascular máxima para o trabalho, descrita por Apud (1989), concluíram que o corte com motosserra é considerado um trabalho pesado e constitui a etapa mais desgastante da atividade (Harstela, 1990; Çalıkan e

Çalar, 2010; Canzian *et al.*, 2013) e a mais perigosa (Sant'Anna e Malinovski, 1999), mesmo com a melhora significativa das técnicas e evolução dos equipamentos (Hagen *et al.*, 1993). Além do mais, os riscos de lesões musculoesqueléticas são significativos (Harstela, 1990). Segundo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), esta ocupação é considerada grau de risco 03, em uma escala crescente que vai de 01 a 04 em grau de risco no trabalho (BRASIL, 2002).

Silva (2007) analisou a extração manual de madeira em relevo montanhoso, com uso do método descrito por Apud (1989) e concluiu que o trabalho é pesado, com graves lesões musculoesqueléticas. Hagen *et al.* (1993) concluem afirmando que o parâmetro frequência cardíaca é mais preciso que consumo de oxigênio para explicar a carga física no trabalho, Harstela (1990) e Çaliskan e Çalar (2010) enfatizam ao afirmar que os parâmetros frequência cardíaca e capacidade aeróbica máxima são os mais eficazes para verificação de fadiga no trabalho. Sant'Anna e Malinovski (2002a) verificaram as variáveis que melhor representavam os operadores de motosserra, a capacidade aeróbica foi uma das mais significativas, sendo também indicadora de produtividade (Smith *et al.*, 1985).

Em seu trabalho em áreas declivosas no Brasil, Sanches (2012) concluiu que o peso da motosserra, a postura inadequada e a repetitividade do trabalho são os principais fatores de carga física do trabalho, demonstrando a importância do rodízio de funções para alívio da fadiga e dores musculares (Harstela, 1990; Hansson, 1990; Axelsson, 1998; Lilley *et al.*, 2002) e enfatiza que pausas programadas e ginástica laboral são necessárias em todas as ocupações (Sanches, 2012). A Norma Regulamentadora nº17 (NR-17) elaborada pelo Ministério do Trabalho e Emprego, determina as condições ergonômicas para o trabalho no Brasil. Esta norma estipula que para o transporte manual de cargas (motosserras), os trabalhadores devem receber treinamento, instruções quanto à postura e técnicas apropriadas de manuseio do equipamento carregado (BRASIL, 1990). As grandes motosserras pesam cerca de 10kg abastecidas (BRASIL, 2005), fator que somado às dificuldades de deslocamento na floresta tropical, aumentam ainda mais a carga física de um trabalho já considerado muito pesado (Batista, 2008).

Além da exposição ao calor, outros riscos físicos (ruído e vibração) trazem condições insalubres para o trabalho no corte florestal. Estes riscos são abordados na

mesma norma NR-15. O anexo 01 desta normativa estipula limites de 80 dB (A) de nível de ação, ou seja, nível seguro para o fator ruído. Entretanto, estudos apontam que os motosserristas estão expostos a níveis de pressão sonora de até 105 dB (A) e causam danos irreversíveis à audição (Oliveira, 2004). O anexo 08 da NR-15, determina os limites para o fator de risco vibração, principalmente relacionados às mãos e braços (BRASIL, 1978). A vibração da motosserra, a longo prazo causa a “doença dos dedos brancos” ou doença de Raynaud, devida à falta de circulação sanguínea e sensibilidade nas mãos (Fernandes, 2002). Fernandes (2002) ainda cita a perda de equilíbrio e falta de concentração durante o trabalho, como efeitos dessa doença.

Em razão desta conjuntura, a exposição a riscos ergonômicos relacionados à sobrecarga física são comuns nos trabalhadores florestais brasileiros (Silva, 2007; Machado, 2014), que sob estas condições diminuem o ritmo de trabalho, a concentração e o raciocínio, o que torna o trabalhador menos produtivo e mais sujeito a erros e acidentes (Axelson, 1974; Ramsey, 1995; Hancock e Vasmatzidis, 2003; Silva, 2007; Machado, 2014). Estas conclusões são corroboradas por Sant’Anna e Malinovski (1999) que apontam a desatenção e erros de perícia os principais responsáveis por acidentes no corte florestal, provavelmente relacionados à fadiga e a exposição a riscos. Isto é demonstrado por Slappendel *et al.* (1993), em que estes verificaram que o pico de acidentes ocorre logo antes de paradas programadas em função da fadiga. Além dos fatores inerentes à carga física do trabalho, outros riscos distinguem o trabalho florestal, dentre estes estão ruído, poeiras, radiação solar e condições climáticas adversas (Lilley *et al.*, 2002; Tsioras, 2012; Machado, 2014).

2.2.2 As Consequências da Mecanização Florestal

Em cerca de 20 anos, o uso de motosserra na colheita florestal foi substituído quase que totalmente pelas máquinas *Harvester* ou *Feller buncher*, dependendo do sistema utilizado (Hagen *et al.*, 1998; Machado, 2014). A mecanização da colheita florestal, foi determinante para a melhoria das condições de trabalho (Hansson, 1990; Kirk *et al.*, 1997; Axelsson, 1998) e acarretou numa queda de cerca de 70% no número

de acidentes e riscos de acidentes (73%) na Suécia (Axelsson, 1998). No Brasil, a mecanização florestal ganhou força em meados de 1992, com a abertura comercial do país às importações de produtos tecnológicos. A partir disso, houve grande mecanização das operações em florestas plantadas (Machado, 2014), limitada nas operações em florestas naturais, devido à seletividade da exploração e a fatores físicos do ambiente. Segundo Walk (2012), mesmo com a evolução tecnológica do setor, as máquinas e equipamentos novos não substituíram o uso das motosserras.

De acordo com dados de Tsioras (2012), a colheita florestal é responsável por cerca de 70% dos acidentes do setor florestal. Tsioras (2012) discorre sobre os aspectos socioeconômicos de um acidente para o trabalhador florestal, que vive geralmente em locais onde a empresa é a maior fonte de renda da população local e lesões permanentes podem ser desastrosas para a sobrevivência das famílias. O autor ainda cita os danos econômicos para a empresa, pelo afastamento do trabalhador, indenização, treinamento de novo pessoal e perda de tempo em campo, também enfatizado por Kirk *et al.* (1997).

A mudança para um trabalho estático que exige concentração e movimentos repetitivos, trouxe à atividade novos riscos como vibração de corpo inteiro, dores musculoesqueléticas na coluna, ombros e pescoço (Hansson, 1990; Attebrant *et al.*; Kirk *et al.*, 1997; Axelsson, 1998; Hagen *et al.*, 1998). Hagen *et al.* (1998) verificaram a relação de dores musculoesqueléticas com aspectos psicossociais em operadores de máquinas florestais e concluíram que a capacidade cognitiva dos operadores influencia diretamente no estresse mental e tensão muscular, por fim, sugerem o rodízio de funções, eliminação de bônus e pausas planejadas corroborando com Harstela (1990) e Hansson (1990). A NR-17 determina pausas para descanso nas atividades que exijam sobrecarga muscular estática (BRASIL, 1990).

Attebrant *et al.* (1997) afirma que a fadiga mental oferece mais riscos que a postura e sugere rodízio de funções para evitar as tensões musculares. Harstela (1990) pontua ao dizer que as tensões psicossociais, posturais e de vibração ocorrem combinadas e geram um estresse complexo e significativo. Kirk *et al.* (1997) conclui que a qualidade das operações pode aumentar e estes riscos podem ser reduzidos, se houver programas de treinamento e seleção adequada de operadores. Silva (2007) cita o fato de que os projetistas de máquinas florestais desconsideram muitas vezes

as características antropométricas dos operadores, o que dificulta a eliminação destes riscos na atividade. Deve-se levar em conta também, que máquinas de cabine aberta são usadas ainda no Brasil, oferecendo diversos riscos ambientais aos operadores (Silva, 2007).

2.2.3 Fatores Influentes no Trabalho Florestal

Machado (2014) afirma que há uma distinção muito grande entre o tratamento dado ao trabalhador florestal e urbano, principalmente na esfera governamental, resultante de certa negligência que há com os aspectos da qualidade de vida do trabalho rural. Para atingir um bom desempenho e satisfação do trabalhador, deve-se adaptar o trabalho às características do trabalhador, buscando reduzir a sobrecarga física e a fadiga, propiciando maior conforto, satisfação e bem-estar social (Sant'Anna e Malinovski, 2002b), este é o princípio da ergonomia. Em seu estudo, Lilley *et al.* (2002) verificaram os fatores que influenciam o trabalho florestal, em que esses concluíram que o tempo reduzido de sono/descanso e a carga física de trabalho têm forte relação com a fadiga, perda de desempenho, ocorrência de erros e de acidentes.

A duração da jornada de trabalho vem sendo alongada no decorrer dos anos, fruto das altas metas de produção e terceirização das operações, o que leva a um curto período de repouso e recuperação dos trabalhadores para o dia seguinte, levando a desatenção e perda de desempenho durante o trabalho (Lilley *et al.*, 2002). Lilley *et al.* (2002) enfatiza a importância das pausas não só para alívio do cansaço, mas para descanso mental e reidratação. Porém, Minette (1996) frisa que as pausas devem ser curtas e frequentes para recuperação do trabalhador e evitar queda no ritmo de trabalho. A longa distância no transporte dos trabalhadores até a floresta é outro fator importante, na qual muitas vezes horas de deslocamento em veículo desconfortável e inadequado traz riscos à saúde por ruído (Silva, 2007), postura, vibração e poeiras (Emmert, 2014).

Portanto, o trabalho na colheita florestal exige investimento em treinamentos, pausas planejadas (Harstela, 1990; Hansson, 1990; Minette, 1996; Lilley *et al.*, 2002;

Canzian *et al.*, 2013), melhorias na organização do trabalho, rodízio de funções (Harstela, 1990; Hansson, 1990; Axelsson, 1998; Lilley *et al.*, 2002; Canzian *et al.*, 2013) e novos modelos de pagamento por produção que garantam a produtividade e qualidade nas operações, sem comprometer a saúde (Axelsson, 1998; Lilley *et al.*, 2002). Smith *et al.* (1985) e Silva (2007) enfatizam que o pagamento de bônus por produção, motiva os trabalhadores a diminuir a frequência de pausas e aumentar a produtividade, em detrimento da qualidade do trabalho e saúde.

2.3 O TRABALHO FLORESTAL NA AMAZÔNIA

A Amazônia é o maior bioma do Brasil e um dos mais diversos em espécies vegetais no mundo (IBGE, 2012), possui uma área que abrange cerca de 50% do território brasileiro, onde a maior parte é constituída de Florestas de Terra Firme (Leitão Filho, 1987) ainda pouco manejadas. Segundo Amaral *et al.* (1998), a Amazônia tem recursos florestais em enorme quantidade, abrigando cerca de um terço das florestas tropicais do mundo. A região produz muita madeira, apesar das exportações ainda serem modestas (entre 10-14% do comércio global de madeiras tropicais), porém tende a crescer com a exaustão das florestas tropicais do sudeste asiático (BIONTE, 1997). A exploração de madeira na Amazônia é feita de forma seletiva, com base em uma lista de espécies permitidas para corte, fornecida pelo órgão ambiental federal IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

O manejo florestal na Amazônia possui enorme potencial de geração de empregos, por ser uma atividade que demanda grande contingente de trabalhadores em todas as etapas da cadeia produtiva (Sabogal *et al.*, 2006) possibilitando a geração de renda e bem estar social para muitas comunidades locais (Clement e Higuchi, 2006). Para Sabogal *et al.* (2006) o setor madeireiro na Amazônia contribui expressivamente para a economia regional, geração de empregos e bem estar social, no entanto, enfrenta problemas com a baixa qualidade das operações florestais. Os mesmos autores constataram que há poucos profissionais qualificados, tanto para gerenciar como para trabalhar diretamente nas operações florestais e frisam que o

treinamento formal dos trabalhadores é baixo. Estes são fatores que ajudam a explicar o insucesso do manejo florestal até o momento (Sabogal *et al.*, 2006). De acordo com Clement e Higuchi (2006) a falta de tecnologia de ponta nas etapas de exploração e beneficiamento dos produtos florestais é um dos fatores mais relevantes para a baixa viabilidade econômica do manejo florestal na Amazônia.

Até meados de 2006 o setor florestal na Amazônia empregava cerca de 380 mil trabalhadores, 124 mil empregos diretos (atividades de manejo florestal e beneficiamento) e 255 mil empregos indiretos (Lentini *et al.*, 2005; Sabogal *et al.*, 2006). Dentre as operações florestais, 60% eram realizadas por terceiros, em detrimento da qualidade e que facilitava a exploração ilegal. Cerca de 60% da madeira era explorada de forma predatória e 40% por meio de planos de manejo florestal (Sabogal *et al.*, 2006). A certificação florestal é apontada por diversos autores como umas das soluções para melhoria do manejo florestal e agregação de valor à madeira explorada (Clement e Higuchi, 2006; Sabogal *et al.*, 2006).

2.4 AS OPERAÇÕES FLORESTAIS NA ÁREA DE ESTUDO

2.4.1 Caracterização do Manejo Florestal

A empresa utiliza sistema policíclico de manejo florestal, baseado no sistema CELOS, desenvolvido por engenheiros holandeses no Suriname. O sistema é dividido em duas etapas: exploração e silvicultura. O sistema de exploração consiste na retirada de cerca de 20m³/ha de madeira. O sistema silvicultural define desbastes de refinamento ou seleção no 1º, 8º e 20º ano pós-exploração segundo Hendrison (1989), porém não é aplicado pela empresa. A área foi subdividida em um número de unidades menores, ou subunidades que são exploradas anualmente e são chamadas de UPAs (unidades de produção anual).

No ano de 2015 a produção total foi em torno de 138.000 m³ de madeira explorada, em uma UPA com área de 12.528,23 hectares, o que significa uma intensidade de corte de cerca de 11 m³/ha. Cerca de 39 espécies foram definidas para

exploração pelo planejamento operacional anual (POA) da empresa. O Quadro 01 apresenta as espécies exploradas pela empresa na safra do ano de 2015.

Quadro 01. Lista de espécies exploradas pela empresa no ano de 2015.

Código	Nome comum	Nome científico
ACAR	Acariquara	<i>Minuartia guianensis</i>
AMAP	Amapá	<i>Brosimum parinarioides</i>
ANCA	Angelim-do-campo	<i>Andira laurifolia</i>
ANPE	Angelim-pedra	<i>Hymenolobium modestum</i>
ANRA	Angelim-rajado	<i>Pithecellobium incuriale</i>
ANVE	Angelim-vermelho	<i>Dinizia excelsa</i>
ARVE	Arura-vermelho	<i>Iryanthera paraensis</i>
BREB	Breu-branco	<i>Protium paniculatum</i>
BREV	Breu-vermelho	<i>Protium puncticulatum</i>
CASA	Castanha-sapucaia	<i>Lecythis zabucajo</i>
CDRI	Cedrinho	<i>Scleronema micranthum</i>
CUMA	Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i>
CUPI	Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>
FAAM	Fava-amargosa	<i>Vatairea paraensis</i>
GUAR	Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i>
IPE	Ipê	<i>Tabebuia serratifolia</i>
JACA	Jacareúba	<i>Calophyllum brasiliense</i>
JARA	Jarana	<i>Lecythis poiteaui</i>
JATO	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>
JUPO	Jutaí-pororoca	<i>Dialium guianense</i>
LOAM	Louro-amarelo	<i>Licaria rigida</i>
LOAR	Louro-aritu	<i>Licaria aritu</i>
LOFA	Louro-faia	<i>Roupala montana</i>
LOGA	Louro-gamela	<i>Ocotea rubra</i>
LOIT	Louro-itauba	<i>Mezilaurus itauba</i>
LOPR	Louro-preto	<i>Ocotea neesiana</i>
MANQ	Mandioqueira	<i>Qualea paraensis</i>
MASS	Macaranduba	<i>Manilkara huberi</i>
MUIR	Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i>
MUPI	Muirapiranga	<i>Brosimum rubescens</i>
PEMA	Pequiá-marfim	<i>Aspidosperma desmanthum</i>
PEQU	Pequiá	<i>Caryocar villosum</i>
SUAM	Sucupira-amarela	<i>Enterolobium schomburgkii</i>
SUPR	Sucupira-preta	<i>Diploptropis racemosa</i>
SUVE	Sucupira-vermelha	<i>Andira parviflora</i>
TACA	Tauari-cachimbo	<i>Cariniana rubra</i>
TAUV	Tauari-vermelho	<i>Cariniana micrantha</i>
TIMB	Timborana	<i>Piptadenia suaveolens</i>

UCHI	Uxi	<i>Endopleura uchi</i>
------	-----	------------------------

Fonte: (PWA, 2015)

2.4.2 Aspectos da Exploração Florestal

A exploração florestal na região é basicamente seletiva, utilizando um sistema de toras longas, em que é usada a motosserra para o corte florestal e trator com guincho por cabo de aço e/ou máquina Skidder para arraste das toras (Batista, 2008; Emmert, 2014). Em seu trabalho, Batista (2008) afirma que o diâmetro das árvores influi diretamente na produtividade dos trabalhadores em campo, dado o grande diâmetro das árvores para corte na floresta tropical. Segundo Batista (2008), que analisou a dieta dos trabalhadores do corte florestal na Amazônia, mesmo com o alto consumo energético (4700 kcal/dia) os trabalhadores possuíam um índice de massa corporal considerado normal, o que é um forte indício da alta carga física de trabalho imposta pela atividade. As equipes na operação de corte florestal eram constituídas geralmente de três trabalhadores: o líder, o ajudante e o motosserrista (Batista, 2008; Emmert, 2014) e este foi considerado um bom dimensionamento de equipe (Emmert, 2014).

Segundo Batista (2008), no corte florestal com motosserra a limpeza da base da árvore e o deslocamento entre árvores foram os elementos parciais que demandaram mais tempo, o que demonstra as dificuldades de se obter alto rendimento, ainda mais quando se considera a grande quantidade de árvores ocas marcadas para corte (Batista, 2008; Emmert, 2014). Emmert (2014) discorre sobre esse fator, em que aponta a necessidade de identificação prévia das árvores ocas para reduzir perda de tempo e energia em deslocamentos desnecessários na floresta. Para agravar as condições, as motosserras utilizadas pesam mais de 10 kg, o que aumenta a carga física e riscos ergonômicos no trabalho (BRASIL, 2005). Emmert (2014) também analisou todas as etapas das operações florestais em duas florestas distintas na Amazônia e concluiu que a etapa de corte, foi a que demandou maior tempo para as duas áreas, sugerindo medidas para melhoria do desempenho nesta operação.

Quanto ao perfil dos trabalhadores da atividade, Batista (2008) ao analisar uma das poucas empresas certificadas para exploração seletiva na Amazônia, verificou que os trabalhadores têm em média baixa escolaridade, 03 anos de experiência no trabalho e todos são treinados para uso de motosserra, corroborado após alguns anos pelo estudo de Emmert (2014).

As condições inadequadas de conforto no veículo de transporte e de acidentes, são condições que afetam o desempenho dos trabalhadores. Estes relataram diversas dores musculares em função do transporte até a floresta (Emmert, 2014). Esta condição é agravada quando considera-se a longa distância percorrida até o local de trabalho (Emmert, 2014). Batista (2008) contextualiza ao dizer que, neste trabalho, muitas vezes o alojamento dos trabalhadores é distante do local de trabalho, sendo o deslocamento até a floresta um fator relevante para o rendimento posterior do trabalho.

Dentre os trabalhadores do corte florestal, cerca de 60% já alegaram ter sofrido ao menos um acidente (Batista, 2008). Os riscos ergonômicos mais relevantes para os trabalhadores foram o ruído da motosserra e o peso do equipamento (Batista, 2008). Emmert (2014) constatou os fatores de risco mais relevantes para os trabalhadores da exploração florestal na mesma área, dentre estes, estão os riscos de acidentes na floresta, baixa motivação com o salário (risco social) e longa duração da jornada de trabalho. Emmert (2014) também mensurou ruído e temperatura, concluindo que a condição é insalubre segundo os limites de exposição da norma regulamentadora nº 15. Cerca de 30% dos trabalhadores se queixaram de dores musculoesqueléticas crônicas principalmente na coluna, pela postura durante o trabalho e em função da carga dos equipamentos (Batista, 2008).

Emmert (2014) avaliou a postura das diversas ocupações envolvidas no trabalho e constatou que os auxiliares de pré-arraste são os mais suscetíveis a lesões posturais. Além dos fatores operacionais, as interrupções decorrentes de acidentes com agentes biológicos como vespas, abelhas e plantas com espinhos, também foram contabilizadas e demonstram as dificuldades e particularidades do trabalho em uma floresta tropical úmida (Batista, 2008; Emmert, 2014). Os trabalhadores demonstraram irritabilidade com os acidentes com abelhas durante o trabalho, pois com isso perdeu-se concentração e tempo (Emmert, 2014).

A exploração florestal neste sistema é subdividida em quatro etapas: corte, pré-arraste, arraste e operações de pátio. As etapas, apesar de simultâneas, dependem de um intervalo de tempo do corte à extração da madeira até o pátio, devido principalmente à logística das equipes na execução das operações (Emmert, 2014). O dimensionamento das equipes é variável de acordo com a meta de produção do presente ano e o andamento das operações. A partir disso, há a determinação do número de equipes em cada etapa e a duração da jornada de trabalho. Além disso, as condições meteorológicas também são essenciais para a continuidade das operações florestais, pois as atividades cessam durante chuva intensa, por questões técnicas e de segurança do trabalho.

A empresa realiza as operações na UPA durante um período máximo de 08 meses ao ano. Nos meses inativos são calculadas as férias (01 mês) e o restante pelo sistema de banco de horas (03 meses). Isto justifica em partes a jornada prolongada de trabalho imposta pela empresa durante os meses de exploração (Comunicação pessoal, PWA, 2015). O cronograma de trabalho em 2015 seguiu a escala 11/2, 11 dias de trabalho (alojamento) e 02 dias de folga. O dimensionamento e composição das equipes para as operações no ano de 2015 estão descritas na Tabela 01.

Tabela 01. Dimensionamento, composição e jornada de trabalho das equipes de exploração e pátio em Novembro de 2015, para a escala 11/2.

Etapa analisada	Nº de equipes	Nº de funcionários/equipe	Dimensionamento das ocupações	Jornada de trabalho*
Corte	10	03	01 líder de equipe 01 motosserrista 01 auxiliar de corte	09 horas (07 – 17h)
Pré-arraste	05	07	01 líder de equipe 02 motosserristas 03 auxiliares de pré-arraste 01 operador de trator com guincho	10 horas (07 – 18h)
Arraste	01	06	01 líder de equipe 01 operador de carregadeira 03 operadores de <i>skidder</i> 01 motosserrista	12 horas (07 – 20h)
Operação de pátio – carregamento	01	02	01 líder de carregamento 01 operador de carregadeira	12 horas (06 – 19h)

Operação de pátio – movimentação de toras	01	09	01 líder de pátio 03 auxiliares de medição 01 motosserrista 03 operadores de carregadeira 01 emissor de documentação	11 horas (06 – 18h)
--	----	----	--	------------------------

*A jornada de trabalho possui parada de 01 hora para almoço (12-13 horas).

Apesar de haver um prazo limite para execução das operações, a empresa possui metas de produção e premia os trabalhadores por produção excedente, além de estimulá-los a finalizar as operações antes do prazo estipulado, alegando que após o alcance da meta anual de exploração, o tempo subsequente de trabalho seria automaticamente cancelado. A etapa de corte no ano de 2015 foi um bom exemplo disso: a meta anual foi alcançada no começo do mês de Novembro, apesar do período de trabalho em contrato se estender até o começo de Janeiro. Dessa forma, os trabalhadores foram liberados do tempo remanescente de trabalho sem maiores desdobramentos.

Para todas as etapas da exploração há parada para almoço, de 12 às 13 horas. Nas etapas com jornada de trabalho mais prolongadas, como o arraste, há paradas extras para descanso e alimentação em horários estratégicos, determinados pelos próprios trabalhadores e com suporte da empresa por meio da disponibilização de refeições. Para melhor visualização das atividades estudadas, na Tabela 02 é apresentada a sequência de operações desde o corte da árvore na floresta ao transporte das toras para o pátio principal ou pátio de concentração, último estágio dentro da área de manejo florestal.

Tabela 02. Sequência de atividades que constituem as operações de exploração e pátio na empresa estudada.

Operação	Visualização	Descrição
-----------------	---------------------	------------------

Corte



As equipes se orientam na floresta por meio de mapas que indicam a localização e espécie das árvores para corte. Após o teste de oco, as árvores sem oco são derrubadas.

Pré-arraste



A equipe abre uma trilha previamente planejada com uso de trator de esteiras até o local das toras a serem extraídas. O cabo do guincho, com até 75 m de extensão, é levado até as toras, onde elas são presas e arrastadas até as margens da trilha de arraste, em locais de menor declividade.

Arraste



Utiliza trator *Skidder* para arraste das toras das margens das trilhas de arraste até o pátio intermediário.

Pátio intermediário – carregamento



Primeira operação de pátio, na qual as toras empilhadas nos pátios intermediários são carregadas nas carretas para fora da floresta, em direção ao pátio principal ou pátio de concentração.

**Pátio principal
-
movimentação
de toras**



Segunda operação de pátio, onde as toras advindas da floresta são descarregadas das carretas, medidas, classificadas e empilhadas por espécie, constituindo um estoque para transporte imediato para a indústria, de acordo com a necessidade.

2.4.2.1 Corte florestal

A meta de produção de cada equipe nesta etapa é de 25 árvores/jornada, a partir disto há pagamento adicional por cada árvore derrubada. Esta é a etapa em que há maior pagamento por produção, isto ocorre porque é a primeira etapa da exploração, o que desencadeia todas as subsequentes, sendo assim muito importante para planejamento estratégico das operações. Dentre os trabalhadores das equipes de corte, o líder é responsável pela interpretação dos mapas, indicação de caminhos a seguir e árvores a serem derrubadas.

O motosserrista realiza a derrubada das árvores e seccionamento na altura comercial, além de toda a manutenção do equipamento (afiação, adição de combustível, entre outros). Os trabalhadores utilizam motosserras da fabricante Stihl, principalmente o modelo MS560, que pesam cerca de 10kg, abastecidas com combustível. Nesta etapa ocorre rodízio de funções do motosserrista com o líder, em algumas equipes.

O auxiliar de corte carrega outros itens essenciais: galão de água, alguns alimentos e itens adicionais para a motosserra (cunhas, combustível, proteção do sabre da motosserra e correntes adicionais). Além do mais, é o responsável pela limpeza da base da árvore antes do corte e abertura de caminhos de fuga no momento da derrubada.

2.4.2.2 Pré-arraste

A etapa de pré-arraste é composta por 07 trabalhadores, sendo a etapa da exploração com maior força de trabalho. O líder de equipe é responsável pela interpretação dos mapas de corte florestal e indicação ao operador do trator de esteiras, o melhor caminho para abertura das trilhas de pré-arraste. Os 02 motosserristas são responsáveis pelo seccionamento de árvores na altura comercial quando não realizados pela equipe de corte, retirada de obstáculos (árvores caídas) e a derrubada ocasional de árvores quando necessária, geralmente às margens do ramal. O operador do trator de esteiras executa as trilhas de pré-arraste indicadas pelo líder, posiciona a máquina para retirada das toras, realiza a soltura do cabo de aço e acionamento do guincho do cabo de aço para puxar as toras. Por fim, traz a tora até a margem da trilha de pré-arraste ou local mais acessível de acordo com o relevo. Em média, a distância de extração é de 40 m, porém o cabo possui extensão máxima de 75 m.

Cada um dos 03 auxiliares de pré-arraste desempenham funções distintas: o puxador de cabo (cabeiro) leva o cabo da máquina até a tora para amarração; o controlador do guincho (rabeiro) trabalha localizado atrás da tora e dispõe de um apito para comunicar-se com o operador do trator indicando quando a tora deve ser puxada pelo cabo, sua direção e pedidos de pausa na operação; o amarrador de cabo é responsável pela fixação do estropo ou laço de aço na tora e pela conexão no cabo de aço trazido pelo puxador. As equipes utilizam 05 tratores de esteiras da marca Catterpillar, sendo 02 máquinas modelo CAT D4M, 01 máquina CAT D2M e 02 máquinas CAT D6M. A meta de produção por equipe, definida pela empresa é de 84 toras/jornada.

2.4.2.3 Arraste

A operação de arraste é composta pelas ocupações motosserrista, operador de carregadeira, líder de arraste e 03 operadores de *Skidder*, totalizando 06 trabalhadores. O motosserrista desempenha um trabalho ocasional, fica a maior parte do tempo em repouso e é acionado somente quando as toras advindas da floresta contem deformidades no tronco, situação que dificulta o empilhamento no pátio intermediário. O líder de equipe realiza o planejamento do arraste, anota os números das toras recém-chegadas ao pátio e atribui a elas novos números, de acordo com a cadeia de custódia da madeira explorada. Além disso, o líder de equipe indica aos outros trabalhadores o momento e para qual pátio migrar durante a jornada de trabalho. Normalmente, durante a jornada de trabalho há de 02 a 03 trocas de pátio. O operador de carregadeira é responsável pelo empilhamento e organização das toras dentro do pátio intermediário, que possui cerca de 20 x 25 m de dimensão em formato retangular às margens do ramal (Emmert, 2014).

Os operadores de *Skidder* realizam o arraste das toras das trilhas de arraste até o pátio intermediário. Os operadores sempre começam a extração de madeira nas trilhas mais próximas em direção às trilhas distantes ao pátio onde são depositadas as toras. A meta de produção desta etapa é de 108 toras/jornada e há pagamento de adicional por produção nesta atividade, sendo remunerada a produção individual mensal dos operadores de *Skidder*. Esta etapa é a mais sensível a intempéries, sendo a chuva um fator muito importante a viabilidade de tráfego dos *Skidders*. A empresa utiliza 03 tratores *Skidder* da fabricante Catterpillar modelo CAT 525B, 01 carregadeira modelo CAT 962G e motosserra da marca Stihl modelo 66 nesta operação. Um trator de esteiras Catterpillar CAT D6M realiza a compactação e adequação das pistas de rolamento no local e esporadicamente auxilia a operação de arraste quando há toras muito grossas e o *Skidder* não consegue arrastá-las sozinho.

2.4.2.4 Operações de pátio

As operações de pátio são compostas de duas etapas distintas, ocorrendo primeiramente dentro da floresta, no pátio intermediário e posteriormente fora da floresta, no pátio principal. A primeira etapa possui somente uma equipe composta por 02 trabalhadores: operador de carregadeira e líder de carregamento. O operador de carregadeira executa o carregamento das carretas no pátio intermediário com uso da carregadeira Caterpillar modelo CAT 962G. O líder de carregamento anota qual carreteiro está realizando o transporte, os números de registro das toras e a quantidade de madeira que está sendo levada para o pátio principal. As carretas possuem capacidade média de 45 m³ de madeira empilhada. Ao terminar o carregamento das toras naquele pátio, a equipe de carregamento vai para outro local, com distância média de cerca de 500 m entre os pátios intermediários.

A segunda etapa das operações de pátio é realizada no pátio principal e é composta por 09 trabalhadores, no qual somente 08 estão sujeitos às condições ambientais do trabalho na Amazônia. Para todos os efeitos, o emissor de documentação (DOF) trabalha em local fechado, sem radiação solar direta, em condição de conforto térmico (ar condicionado adequado) (BRASIL, 1990), não sendo considerado, portanto, na coleta de dados neste trabalho. Os outros 08 trabalhadores são divididos em: 03 auxiliares de medição, 01 motosserrista, 03 operadores de carregadeira e o líder de pátio. O líder de pátio executa a anotação dos números de registro das toras que estão sendo carregadas para a indústria, recém-descarregadas do pátio intermediário e a quantidade em volume empilhado que foi carregada/descarregada, nas carretas.

Os auxiliares de medição são responsáveis pela mensuração das dimensões das toras, classificação da qualidade, identificação de espécies e verificação dos números de registro. Esta atividade é realizada logo após o descarregamento das toras advindas do pátio intermediário. O motosserrista passa a maior parte do tempo em repouso, sendo acionado caso haja deformidades nas toras descarregadas no pátio. Os operadores de carregadeira realizam o descarregamento das carretas que

vêm dos pátios intermediários, carregamento das carretas que vão em direção à indústria, e organização das toras por espécie no pátio principal.

Geralmente são utilizadas 03 carregadeiras para estas atividades, porém durante a coleta de dados estavam disponíveis somente 02 máquinas Catterpillar de modelos CAT 962G com cabine fechada e CAT 950G de cabine aberta. O pátio de concentração possui formato retangular com área pouco maior que 02 hectares. A operação de carregamento do pátio para a indústria não ocorre nos finais de semana, pois há grande movimentação de carros na região e o tráfego de carretas carregadas aumentaria o risco de acidentes. Em função disso, a produtividade naturalmente cai nos finais de semana, enquanto que o tempo ocioso pela falta de atividades aumenta.

2.5 O RISCO DE ESTRESSE TÉRMICO NO TRABALHO FLORESTAL

O primeiro estudo do risco de estresse térmico no trabalho florestal foi realizado por Olav Axelson, em 1974, a pedido da FAO (*Food and Agriculture Organization*). Este estudo buscou mostrar o estado da arte e relevância deste risco para a saúde e segurança dos trabalhadores florestais. Após este trabalho, diversos estudos foram publicados sobre o tema, principalmente na Europa e América do Norte. A colheita florestal durante os meses mais quentes, com a superposição da carga de trabalho físico e as condições climáticas desfavoráveis, podem gerar sinais nítidos de sobrecarga térmica (Machado, 2014). Estas condições reduzem a capacidade laboral e são ameaça à saúde e ao bem estar dos trabalhadores (Axelson, 1974, Wasterlund, 1998). Adicionalmente aos danos à saúde, o estresse térmico causa fadiga mental e física, afeta o humor, concentração e produtividade do trabalhador. Estas alterações psicofisiológicas levam ao aumento do risco de acidentes do trabalho (Axelson, 1974; Ramsey *et al.*, 1983; Slappendel *et al.*, 1993; Wasterlund, 1998; Kjellstrom e Crowe, 2011). Deve-se mencionar que a ocorrência de distúrbios de comportamento relacionados ao calor se manifestam como agressividade, irritação, histeria e apatia (Axelson, 1974).

Com base na norma brasileira (NR-15), em estudos realizados nas operações de colheita florestal no Brasil, Silva (2007) verificou que a partir das 11 horas da manhã a temperatura alcançava valores acima dos limites de tolerância, podendo causar danos à saúde. Emmert (2014) para o trabalho florestal na Amazônia concluiu que pausas para descanso devido ao calor, devem ser tomadas a partir das 09 horas da manhã, o que corrobora com resultados de Gandaseca *et al.* (1997) em local de clima equatorial. Batista (2008) analisou para a exploração florestal na Amazônia, a correlação entre a temperatura ambiente e o rendimento do corte florestal e concluiu que com o aumento da temperatura houve uma queda na produtividade. Emmert (2014) constatou relatos de desconforto dos trabalhadores com o calor.

De acordo com Smith *et al.* (1985), a carga física de trabalho é o fator determinante para o estresse fisiológico, porém a alta temperatura é relevante, visto que acelera o processo de fadiga e desidratação. Os mesmos autores verificaram que a carga cardiovascular aumentou significativamente com o aumento da temperatura e afirmam que a organização do trabalho deve considerar estas variáveis. Gandaseca *et al.* (1997) analisaram as condições térmicas do trabalho em plantios florestais sob clima equatorial na Indonésia. Estes autores verificaram que houve excesso de calor durante o trabalho, e que para todas as ocupações envolvidas seriam necessárias pausas para descanso. Por fim, sugerem reorganização do trabalho com base na carga física e condições térmicas, corroborando com Smith *et al.* (1985).

Ramsey *et al.* (1983) realizaram mais de 17000 observações e constataram que fora do intervalo de conforto térmico, os trabalhadores agem de forma menos segura e o número de erros e riscos de acidentes crescem exponencialmente. Lida (1990) afirma que a zona de conforto térmico em regiões subtropicais e tropicais está em torno de 20 a 24°C, na realização de um trabalho. A NR-17 define os limites de conforto térmico para o trabalho no Brasil entre 20 e 23°C (BRASIL, 1990); ou seja, o trabalho florestal é no mínimo realizado em condições de desconforto térmico, podendo levar ao estresse térmico nos locais mais quentes em períodos prolongados de trabalho (Smith *et al.*, 1985; Gandaseca *et al.*, 1997; Wasterlund, 1998; Batista, 2008).

A perda de água e sais minerais por meio do suor, é outro fator importante que causa fadiga adicional, desidratação, facilita a ocorrência de estresse térmico e reduz

a produtividade do trabalhador florestal (Christie, 2006; Maeda *et al.*, 2006; Kjellstrom, 2009). Wasterlund *et al.* (2004) analisaram as respostas comportamentais dos trabalhadores em uma condição com pouca água para reidratação. Os autores concluíram que houve variação na resposta dos trabalhadores a esta adversidade, enfatizando a necessidade de hidratação periódica durante a jornada de trabalho. Bates *et al.* (2001) analisaram o estado de hidratação e os tipos de bebidas consumidos pelos trabalhadores em campo. Concluiu-se que a água perdida pelo suor não era repostada suficientemente e muitos estavam desidratados, além disso, enfatizaram que bebidas cafeinadas como café e chá deveriam ser evitadas durante a jornada de trabalho, pois são diuréticas e facilitam a desidratação (Bates *et al.*, 2001). Kjellstrom e Crowe (2011) citam que a desidratação crônica é o fator causal de doenças nos rins em grupos de trabalhadores na América Central, com alta taxa de diagnósticos. Os autores enfatizam que as causas são desconhecidas, porém, são provavelmente relacionadas ao trabalho pesado sob alta temperatura e a não reposição da água perdida pelo suor.

Estudos realizados por Kjellstrom *et al.* (2009b) citam que métodos eficientes e culturalmente aceitos como a “siesta”, oriunda dos povos latinos, e o trabalho noturno são eficientes para redução de impactos do estresse térmico à saúde e produtividade dos trabalhadores. Em um estudo realizado pela Organização Internacional do Trabalho (ILO, 1996), esta enfatiza que trabalhadores florestais são essencialmente motivados por salário e qualidade de vida no trabalho, o que reforça a importância do conforto térmico para a melhor produtividade e qualidade na execução das atividades laborais.

Em pesquisas na América Central, Kjellstrom e Crowe (2011) observaram que as medidas de prevenção do estresse térmico vão além do permitido no controle de turno nas empresas, ao ponto que, paradas para descanso são vistas como inaceitáveis por temor da perda em produtividade. Além do mais, mesmo que os trabalhadores possuam permissão para descansar livremente, os sistemas de remuneração são geralmente desenhados para premiar a produtividade excedente, portanto, o aumento no número de paradas acarretaria em salário reduzido (Kjellstrom e Crowe, 2011). Dessa forma, sem programas efetivos de mitigação, o controle de riscos é seriamente prejudicado. Deve-se levar em conta também, que muitos

trabalhadores rurais possuem uma jornada de trabalho mais longa do que a considerada nas normas para o risco de estresse térmico (08 horas), nesse caso, os limites de exposição deveriam levar em conta o tempo adicional (Kjellstrom e Crowe, 2011).

2.6 OS EFEITOS DE FENÔMENOS EXTREMOS E DA MUDANÇA CLIMÁTICA NO TRABALHO

A temperatura média global tem aumentado e é estimado entre 1.8 e 4°C até o ano de 2100 (IPCC, 2007). Estas previsões dependem das ações de mitigação na emissão de gases de efeito estufa. A extensão de mudança climática a nível local irá variar em decorrência de condições geográficas e meteorológicas (Kjellstrom *et al.*, 2009b). Até meados dos anos 2000, as pesquisas sobre mudança climática eram focadas em impactos ambientais e ecossistêmicos (Kjellstrom, 2009). O trabalho de McMichael *et al.* (1996) para a WHO (Organização Mundial da Saúde) foi pioneiro no estudo dos efeitos da mudança climática na saúde humana, após isso, o próprio IPCC (Painel Intergovernamental de Mudança Climática), referência mundial nos estudos de mudança climática, passou a incorporar o tema em seus relatórios (Kjellstrom, 2009).

Eventos climáticos (ondas de calor e secas extremas) como o *El Niño* são responsáveis por diversas mortes e doenças devido ao excesso de calor (Hubler *et al.*, 2008; Kjellstrom e Crowe, 2011). Eventos climáticos de seca extrema como o *El Niño Modoki* de 2010, causaram um aumento de temperatura da superfície terrestre na Amazônia por um período prolongado (Jiménez-Muñoz *et al.*, 2013). *El Niño* conceitua-se como o aquecimento atípico da superfície do Oceano Pacífico ao longo das baixas latitudes, este fenômeno gera o aumento da evaporação da superfície do Oceano Pacífico e com isso a pressão atmosférica aumenta, gerando o componente atmosférico conhecido por Oscilação Sul, por essa razão, o fenômeno é conhecido por ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) (Trenberth, 1997).

O *El Niño* gera uma queda da precipitação na Amazônia durante a estação chuvosa (Jiménez-Muñoz *et al.*, 2013). Entretanto, ultimamente estes fenômenos têm se tornado mais frequentes, agressivos e duradouros, com destaque para as secas de 2005 e 2010 na região amazônica (Jiménez-Muñoz *et al.*, 2013). Marengo *et al.* (2011) afirma que o evento climático que ocorreu em 2010 foi devido ao efeito combinado de dois fenômenos independentes que aconteceram simultaneamente, o *El Niño* e o aquecimento do Oceano Atlântico Norte Tropical, em que a ocorrência simultânea acarretou em uma forte seca durante um longo período de tempo, com o pico de *El Niño* durante a estação chuvosa e o aquecimento do Atlântico durante a estação seca amazônica (Marengo *et al.*, 2011).

Existem algumas variáveis meteorológicas que podem afetar a saúde humana, estas são: temperatura e umidade do ar, precipitação, velocidade e direção do vento, intensidade de radiação solar e pressão atmosférica (Kjellstrom, 2009). Dentre os possíveis riscos à saúde causados pela interação destas variáveis, o estresse térmico tem posição de destaque (Kjellstrom *et al.*, 2009a). Com o decorrer dos anos, a mudança climática tende a gerar maior exposição ao calor para bilhões de pessoas em países tropicais e muito provavelmente irá afetar as pessoas mais pobres que trabalham em atividades expostas a estas condições, como agricultura, floresta e construção civil, causando a degeneração da saúde destes trabalhadores (Kjellstrom, 2009). Dessa forma, medidas para prevenir o estresse térmico e compensar a queda de produtividade são necessárias (Kjellstrom, 2009). A avaliação do potencial dos impactos da mudança climática na capacidade laboral e os custos econômicos associados a isso, têm sido pouco considerados nos estudos (Kjellstrom *et al.*, 2009a).

Kjellstrom *et al.* (2009b) afirmam que isso é reflexo de certo descaso de países desenvolvidos, que não possuem tantos problemas com o aumento de temperatura como os países tropicais em desenvolvimento. As medidas de adaptação do trabalho à mudança climática variam de acordo com a economia, no qual países desenvolvidos detém maior tecnologia e utilizam métodos mais caros para adequação à nova situação climática (Kjellstrom, 2009). Não obstante, há uma clara limitação de ações possíveis ao trabalho em áreas abertas, sendo a adequação de turnos de trabalho, uma delas (Kjellstrom *et al.*, 2009a).

Até o fim do século XXI, Hubler *et al.* (2008) estimam que a saúde e produtividade da população serão fortemente afetadas pelo aumento da carga de calor devido à mudança climática, ademais, os custos da hospitalização de pessoas, tratamento de doenças e perdas monetárias pela queda de desempenho dos trabalhadores serão significativos. Os autores estimam que esta perda econômica pode representar até 0.5% do Produto Interno Bruto (PIB), na Alemanha. Kjellstrom *et al.* (2009a) analisaram os efeitos da mudança climática na produtividade de trabalhadores em todo o mundo, para dois cenários principais: aplicação de medidas de controle de emissões de gases de efeito estufa e a não tomada de providências.

Para o Brasil, os autores verificaram que para os dois cenários futuros haverá perdas, porém serão menores no cenário em que há esforço na redução de emissões. Estima-se cerca de 4% de dias perdidos de trabalho no Brasil em 2050, em comparação aos dias atuais (Kjellstrom *et al.*, 2009a). Entretanto, deve-se levar em conta que a adaptação fisiológica à mudança de clima não foi considerada na análise (Hubler *et al.*, 2008; Kjellstrom *et al.*, 2009a; Kjellstrom e Crowe, 2011). Quando as novas condições térmicas ambientais dificultam a execução das tarefas diárias, este é um sinal de má adaptação àquela nova situação, dessa forma deve haver mitigação imediata da exposição ao calor. Entretanto, alguns autores enfatizam que o estímulo fisiológico à aclimatação e a adaptação afetam diretamente a tolerância do indivíduo ao calor (Lucas *et al.*, 2014).

Lucas *et al.* (2014) com uso de dados de uma série histórica, verificaram o risco de estresse térmico no trabalho a partir da temperatura do mês mais quente, estes autores concluíram que para a Amazônia brasileira o risco é moderado, alcançando o limiar para a categoria de alto risco. Independentemente da boa vontade que empresários e governos tenham para adaptar-se às novas condições de trabalho, há um grande incentivo para isso. Em média, a elasticidade da perda de produtividade é de 0.75, o que significa que a cada 1% perdido em capacidade de trabalho, a receita do trabalho cairá 0.75%. Em alguns casos, como na América Central, as perdas em receita poderão chegar a 20% até meados de 2080 (Kjellstrom *et al.*, 2009a). Os autores constatam que mais horas de trabalho ou mais trabalhadores serão necessários para compensar as perdas econômicas das doenças ocupacionais, ações de prevenção e queda de desempenho dos trabalhadores (Kjellstrom *et al.*, 2009a).

Além disso, um possível aumento entre 03 e 05°C nas temperaturas médias em países tropicais trará alterações na organização das atividades laborais, como agricultura e construção civil ao se tornarem um trabalho pesado, acarretando em implicações legais perante as normas de saúde e segurança do trabalho (Kjellstrom *et al.*, 2009b).

A análise dos limites de exposição ao calor, baseada em uma série histórica de estações meteorológicas na América Central (1980 a 2010), indica que os trabalhadores em áreas abertas já estão expostos a novas condições de calor ambiente e estimam que o aumento gradual irá acarretar em perdas substanciais futuras na produtividade do trabalho (Kjellstrom e Crowe, 2011). Lucas *et al.* (2014) concluíram que países em desenvolvimento, tropicais, populosos e com grande quantidade de empregos informais, serão os mais afetados pelo aumento de temperatura devido à mudança climática. Nestes requisitos citados enquadram-se países como o Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido na empresa Precious Woods Amazon (PWA), uma empresa do grupo PW (Precious Woods) atuante no Brasil, contemplando a Mil Madeiras Preciosas Ltda (PWA, 2015). A empresa se localiza no estado do Amazonas, com sede no município de Itacoatiara, cerca de 230 km a leste da capital do estado Manaus e próxima às margens do Rio Amazonas (Figura 01). A companhia trabalha no comércio de madeiras tropicais por meio de manejo florestal, em áreas particulares e concessões que totalizam 506637 hectares (PWA, 2015; 2016). As áreas manejadas encontram-se espalhadas nos municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, totalizando 202104,76 hectares certificados pelo FSC (*Forest Stewardship Council*) para manejo florestal (PWA, 2015).

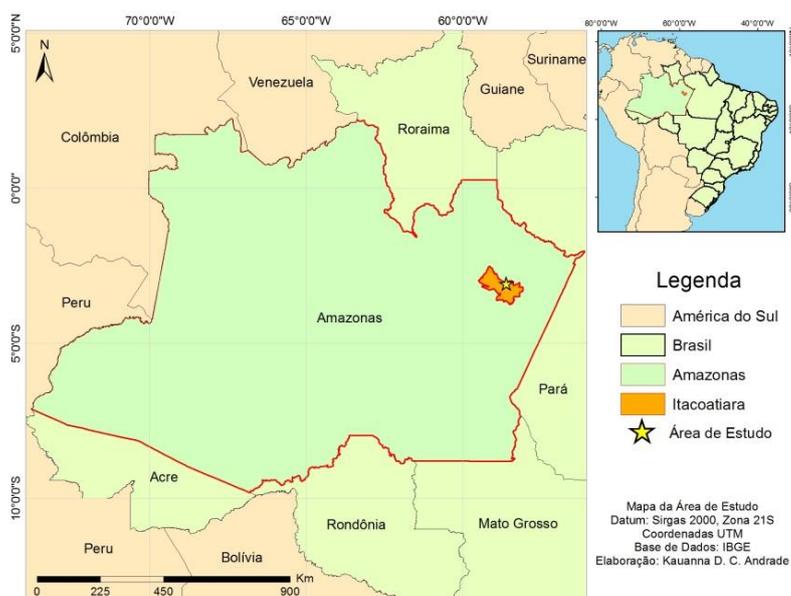


Figura 01. Localização da sede da empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda. Fonte: Kauanna Cabral, 2015.

O estudo foi conduzido na unidade de produção anual (UPA) da safra de 2015, contemplando as operações florestais de corte, pré-arraste, arraste e de pátios (intermediário e principal). A UPA localizou-se no município de Itapiranga, nas coordenadas latitude 02° 75' S e longitude 58° 47' W, ilustrada na Figura 02.



Figura 02. Localização das UPAs exploradas recentemente, com destaque à área de estudo (UPA-2015) e pátio principal + alojamento (círculo). Fonte: Resumo Público, Mil Madeiras Preciosas Ltda. (2016).

O volume de madeira explorado por espécie varia em função da demanda do mercado externo (Comunicação pessoal, PWA, 2015). A madeira explorada é manufaturada em instalações próprias e transformada em produtos acabados e semiacabados, dos quais cerca de 90% são exportados principalmente para Europa, Estados Unidos da América e Ásia (PWA, 2015).

3.1.1 Clima e Vegetação

O clima na área de estudo é classificado como tropical úmido (Af), com precipitação média anual de 2200 mm e sem estação seca definida de acordo com a classificação de Koppen-Geiger (Alvares *et al.*, 2013). A temperatura média é de 28°C e umidade relativa do ar de 80% (INMET, 2016). Com base em dados de uma série histórica (1980-2010) para a região, os meses de Agosto e Setembro são os de menor precipitação, enquanto Outubro é o mês mais quente (INPE, 2016; INMET, 2016). Segundo RADAMBRASIL (1978), a floresta da região é Floresta Tropical Fechada de Terras Baixas, ou seja, um tipo de Floresta de Terra Firme, fitofisionomia dominante nas florestas da Amazônia (Leitão Filho, 1987).

3.2 AMOSTRAGEM

Os dados foram coletados entre os dias 04/11/2015 e 02/12/2015, com algumas intermitências devido às folgas na escala de trabalho. A maioria das variáveis foram coletadas simultaneamente durante a jornada de trabalho, classificadas pela hora ao longo do turno de trabalho. Dessa forma, a hora foi considerada como a amostra individual. A Tabela 03 apresenta a intensidade amostral.

Tabela 03. Número de amostras coletadas por equipe em cada operação.

Etapa do manejo florestal	Número de equipes analisadas	Jornadas de trabalho analisadas	Tempo de coleta em horas
Corte	05	05	45
Pré-arraste	05	06	60
Arraste	01	05	60
Pátio	02	05	59
	TOTAL	21 jornadas	224 horas

3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados neste estudo, foi embasada no trabalhador da ocupação mais desgastante dentro de cada equipe e operação analisada ou naquela considerada mais relevante para a dinâmica do trabalho.

Na etapa de corte, foi analisada a ocupação motosserrista, considerada a mais desgastante do corte florestal (Hagen *et al.*, 1993; Sant’Anna e Malinovski, 1999; Çalikan e Çalar, 2010; Canzian *et al.*, 2013). A etapa de pré-arraste possui diversas ocupações com alta carga física de trabalho, dentre as quais, a ocupação puxador de cabo (cabeiro) foi escolhida para análise. Esta ocupação foi considerada a mais desgastante e ergonomicamente prejudicial à saúde, segundo Emmert (2014), na mesma área. Na etapa de arraste, o operador de *Skidder* foi analisado por ser a ocupação mais relevante para o andamento das operações. Como havia 03 operadores, para evitar tendências na análise, a cada dia foi analisado o trabalho de um deles. Como foram analisados 05 dias de trabalho, para os 02 dias restantes os operadores foram escolhidos aleatoriamente.

Na etapa de carregamento, no pátio intermediário, coletou-se somente uma jornada de trabalho, dessa forma esta etapa só foi considerada em análises que utilizaram estatística descritiva. Nesta etapa a ocupação analisada foi operador de carregadeira, por ser a operação que melhor representa a operação. Na etapa de pátio principal, foi analisada a ocupação de operador de carregadeira, pois é a que impõe maior carga física ao trabalhador, além da relevância desta ocupação na operação.

A Tabela 04 apresenta as variáveis coletadas nas ocupações selecionadas e também outras variáveis gerais, ou seja, que abrangeram todos os trabalhadores da equipe.

Tabela 04. Variáveis e informações coletadas para cada objetivo específico definido para este estudo, discriminadas por operação.

Objetivo específico	Variável	Etapas				
		Corte	Pré-arraste	Arraste	Pátio principal	Pátio intermediário
01	IBUTG	X	X	X	X	X
02	Pausas observadas	X	X	X	X	X
03	Pausas – NR15	X	X	X	X	X

04	Frequência cardíaca	--	X	X	X	--
04	Peso, idade e altura	--	X	X	X	--
05	Hora	X	X	X	X	X
05	Questionários – percepção do calor	X*	X*	X*	X*	--
05	Efeitos psicofisiológicos	X	X	X	X	X
05	Ciclo operacional	X	X	X	X	X
05	Produtividade	X	X	X	X	X
05	Interrupção mecânica	X	X	X	X	X
05	Fatores organizacionais	X*	X*	X*	X*	X*
06	Variáveis ambientais	X	X	X	X	X

*Variáveis que consideraram dados de todos os trabalhadores da operação estudada.

Para melhor compreensão das finalidades das variáveis coletadas neste trabalho, a Tabela 05 traz uma breve descrição.

Tabela 05. Descrição da função das variáveis para as finalidades deste estudo.

Objetivo específico	Variável	Descrição
01	IBUTG	Temperaturas para análise das condições térmicas perante as normas.
02	Pausas observadas	Pausas observadas por hora de trabalho, em que o trabalhador descansa, reidrata ou alimenta-se.
03	Pausas – NR15	Pausas determinadas por hora de trabalho, constantes no anexo 03 da norma brasileira NR-15.
04	Frequência cardíaca	Estimativas da carga física de trabalho por meio da ISO 8996 e com uso do método descrito em Apud (1989).
04	Peso, idade e altura	Possibilitam as estimativas de carga física de trabalho pela ISO 8996.
05	Hora	Momento durante o trabalho, representa a fadiga acumulada ao longo da jornada de trabalho.
05	Questionários – percepção de calor	Percepção e hábitos dos trabalhadores relacionados ao calor, que auxilia a interpretação dos resultados.
05	Efeitos psicofisiológicos	Analisa se o calor afeta na segurança do trabalho, por meio da observação de desvios de comportamento e ação.
05	Ciclo operacional	Tempo que o trabalhador leva para realizar uma tarefa individual pré-estabelecida.
05	Produtividade	Quantidade produzida de certa unidade produtiva por hora de trabalho.
05	Interrupção mecânica	Verificar o tempo de parada do maquinário para manutenção preventiva/corretiva por hora de trabalho.
05	Fatores organizacionais	Fatores da rotina dos trabalhadores (tempo de transporte e repouso, alimentação, estrutura do alojamento, qualidade de vida no trabalho) que possam afetar o desempenho do trabalho.
06	Variáveis ambientais	Visa a verificação das condições ambientais de trabalho durante o <i>El Niño</i> em comparação a outros períodos.

3.3.1 Índice IBUTG (Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo)

A fórmula do índice IBUTG constitui-se de três leituras básicas para ambiente externo e com carga solar.

Ambiente externo com carga solar: (3.1)

$$\text{IBUTG} = 0.7 T_{bu} + 0.2 T_g + 0.1 T_{bs}$$

T_{bu}: Temperatura de bulbo úmido (°C)

T_g: Temperatura de globo (°C)

T_{bs}: Temperatura de bulbo seco (°C)

Neste estudo, foi utilizado um equipamento de mensuração digital modelo HT30 portátil, da fabricante *Extech Instruments*.



Figura 03. Equipamento portátil para medição de índice IBUTG modelo HT30 Extech, durante coleta de dados.

O equipamento digital considera o efeito da temperatura, umidade e luz do sol direta. A função Out exibe o valor de IBUTG com exposição direta ao sol, com escala de 0 a 50°C (precisão de ± 1°C), umidade relativa do ar de 0 a 100% (precisão de ± 1%UR) (Extech Instruments, 2015). Seguindo os procedimentos de coleta para trabalho contínuos e ao ar livre, as medidas do índice foram tomadas a cada hora.

Em campo, o equipamento foi colocado em posição vertical, na altura média da cabeça de um trabalhador florestal (cerca de 1,70 m). A cabeça é a parte do corpo humano em que ocorre maior dissipação de calor corporal (30%) e sensação térmica (Abeysekera e Shahnava, 1990). O equipamento foi posicionado o mais próximo possível do trabalhador sob avaliação, levando em conta a segurança no trabalho e evitando interferências nas operações. Após o tempo de estabilização, foi coletado o índice IBUTG conforme o procedimento a seguir:

1. O IBUTG foi coletado no começo de cada hora de trabalho, junto a outras variáveis ambientais mensuradas pelo instrumento: umidade relativa do ar (%), temperatura do ar (°C) e temperatura de globo (°C);
2. Adicionalmente foram coletadas temperaturas em IBUTG ao final de cada ciclo operacional do movimento parcial analisado.

3.3.2 Pausas para Descanso

Para se conhecer os possíveis efeitos do excesso de calor na eficiência dos trabalhadores, foi mensurada a porcentagem de pausas para descanso, reidratação ou alimentação, pois esta é uma variável fortemente relacionada a carga física e estresse térmico no trabalho florestal (Axelson, 1974; Bates *et al.*, 2001; Sant'Anna e Malinovski; Lilley *et al.*, 2002; Christie, 2006). Deve-se enfatizar que a empresa não estipula paradas para descanso durante a jornada de trabalho, decisão esta que ocorre voluntariamente pelos trabalhadores. A análise foi feita por meio da soma dos tempos (segundos) de todas as pausas para descanso, alimentação ou reidratação por hora de trabalho, para a ocupação escolhida. Com isso, foi calculada a porcentagem de tempo de pausas por hora de trabalho. A fórmula 3.2 foi adaptada de Lopes (2007).

(3.2)

$$Pd = \frac{\sum Ind}{Ht} * 100$$

Pd: pausas de descanso (%/h)
 Ind: interrupção para descanso (segundos)
 Ht: 01 hora (em segundos)

Esta variável foi mensurada com uso de um cronômetro digital da marca Instrutemp modelo ITCD-4000.

3.3.3 Análise Comparativa do Regime de Pausas da NR-15 *versus* Pausas Observadas

Os dados de IBUTG coletados foram analisados de acordo com a norma vigente no Brasil NR-15, com consulta à NHO 06 e NIOSH (2016). A classificação dos limites de tolerância ao calor é feita pela concatenação do índice IBUTG com a carga física de trabalho de cada ocupação durante a atividade, carga essa retirada de tabelas descritivas onde constam estimativas de gasto energético das principais atividades laborais, presentes na norma auxiliar NHO-06 (Fundacentro, 2002) e na NIOSH (2016).

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Figura 04. NR 15 anexo 03, que determina a relação de carga física de trabalho, IBUTG e o regime trabalho/descanso estipulado.
 Fonte: (BRASIL, 1978).

A carga física de trabalho das ocupações foi estimada a partir das tabelas da NHO 06 (Fundacentro, 2002) e NIOSH (2016), conforme as ocupações da tabela 06.

Tabela 06. Ocupações envolvidas nas estimativas de carga física de trabalho das operações de manejo florestal.

Operação	Ocupação avaliada	Carga física de trabalho (kcal/h)	Classificação
Corte florestal	Motosserrista	438	Muito pesado
Pré-arraste	Puxador de cabo	350	Pesado
Arraste	Operador de <i>skidder</i>	215	Moderado
Pátio – movimentação de toras	Operador de carregadeira	215	Moderado

Fonte: Valores e classificação retiradas de Fundacentro (2002) e consultadas em NIOSH (2016).

A classificação exposta pelas normas já pressupõe condições básicas de reidratação, aclimatação do trabalhador e vestimentas adequadas (Fundacentro, 2002).

Os valores determinados pela norma, foram comparados com os valores observados em campo, para cada etapa e ocupação analisada. Estes regimes de pausas foram comparados com o objetivo de verificar se a organização horária das pausas e sua duração, condizem estatisticamente com a dinâmica natural das pausas no trabalho florestal. Além disso, buscou-se estabelecer um regime de pausas que fosse condizente com a organização real do trabalho e que não trouxesse danos à saúde, ao desempenho e ao ritmo de trabalho.

3.3.4 Análise de Frequência Cardíaca

A norma ISO 8996 (Ergonomia térmica do ambiente – Determinação da taxa de calor metabólico), trata da classificação de taxa metabólica por meio de variáveis pessoais e é muito utilizada em avaliações ocupacionais. O anexo C da norma expressa por meio de fórmulas, as relações entre a taxa metabólica, frequência cardíaca (em batidas por minuto: bpm) e aspectos pessoais dos trabalhadores. A conversão leva em conta informações como peso, idade e gênero do trabalhador (ISO, 2004).

Para análise da frequência cardíaca durante este trabalho, foram escolhidas as ocupações com maior carga física de trabalho. A frequência cardíaca dos trabalhadores foi coletada a cada 25 segundos, durante toda a jornada, inclusa as paradas para descanso e almoço.

Para a análise, foi utilizado o valor médio de frequência cardíaca (bpm) em cada jornada, além da coleta das variáveis pessoais de cada trabalhador. A partir disso, foi possível a estimativa da carga física de trabalho em W/m², pela aplicação da fórmula presente na Figura 05.

Age (years)	Weight (kg)				
	50 kg	60 kg	70 kg	80 kg	90 kg
Women					
20	2,9 × HR - 150	3,4 × HR - 181	3,8 × HR - 210	4,2 × HR - 237	4,5 × HR - 263
30	2,8 × HR - 143	3,3 × HR - 173	3,7 × HR - 201	4,0 × HR - 228	4,4 × HR - 254
40	2,7 × HR - 136	3,1 × HR - 165	3,5 × HR - 192	3,9 × HR - 218	4,3 × HR - 244
50	2,6 × HR - 127	3,0 × HR - 155	3,4 × HR - 182	3,7 × HR - 207	4,1 × HR - 232
60	2,5 × HR - 117	2,9 × HR - 145	3,2 × HR - 170	3,6 × HR - 195	3,9 × HR - 219
Men					
20	3,7 × HR - 201	4,2 × HR - 238	4,7 × HR - 273	5,2 × HR - 307	5,6 × HR - 339
30	3,6 × HR - 197	4,1 × HR - 233	4,6 × HR - 268	5,1 × HR - 301	5,5 × HR - 333
40	3,5 × HR - 192	4,0 × HR - 228	4,5 × HR - 262	5,0 × HR - 295	5,4 × HR - 326
50	3,4 × HR - 186	4,0 × HR - 222	4,4 × HR - 256	4,9 × HR - 288	5,3 × HR - 319
60	3,4 × HR - 180	3,9 × HR - 215	4,5 × HR - 249	4,8 × HR - 280	5,2 × HR - 311

Figura 05. Conversão de dados de frequência cardíaca (HR) em taxa metabólica (W/m²) por meio de fórmulas atreladas às variáveis pessoais do trabalhador.

Fonte: ISO (2004).

Por exemplo, para um trabalhador do sexo masculino, de 30 anos e 60 kg de peso, a fórmula resultante é 4.1 * HR – 233, onde se aplica a frequência cardíaca média (HR). Os valores encontrados em W/m² foram convertidos para kcal/h, conforme a fórmula.

(3.3)

$$kcal/h = W/m^2 * 1.54$$

Kcal/h: carga de trabalho em kilocalorias/hora.

W/m²: carga de trabalho em Watts/m² (considerando 1.8m² de área corporal).

Com isso, foi possível encontrar a carga física dos trabalhadores analisados, dentro de cada operação. Todos os trabalhadores foram escolhidos aleatoriamente e o esforço amostral está na Tabela 07.

Tabela 07. Ocupações avaliadas e número de turnos de trabalho para avaliação da frequência cardíaca.

Etapa analisada	Ocupação avaliada	Nº de turnos avaliados
Pré-arraste	Puxador de cabo	04
Arraste	Líder de equipe	01
Pátio principal	Operador de carregadeira	01

Foi utilizado um medidor de frequência cardíaca da fabricante Garmin modelo FR70 com monitor cardíaco de pulso e cinta para acoplar ao peito, com opções para adição de informações pessoais: peso, idade, gênero e preparo físico. O limite de erro nas estimativas do equipamento é de 10% (Garmin, 2015). Entretanto, este aparelho foi desenvolvido para esportistas (corrida), continha limitações técnicas e falta de robustez para uma avaliação ocupacional de longo período e intensidade, como é o trabalho florestal. A Figura 06 ilustra a aplicação do equipamento durante a coleta de dados.



Garmin Forerunner 70
Software: 2.10.0.0

Figura 06. Auxiliar de pré-arraste (puxador de cabo) com cinta acoplada ao peito e detalhes do monitor cardíaco de pulso.

Fonte: Autor e Garmin connect (2015).

Além das estimativas de carga física, foi realizada a análise da carga cardiovascular de trabalho, um método proposto por Apud (1989) para o trabalho florestal e utilizado por diversos autores (Çalıkan e Çalar, 2010; Canzian *et al.*, 2013; Minette *et al.*, 2015). O método consiste basicamente na estimativa do limite de carga cardiovascular de um trabalhador para uma atividade laboral contínua, a partir da coleta de frequência cardíaca em diversas situações. Caso este limite seja ultrapassado (40%), são calculadas pausas para descanso em minutos/hora de trabalho, com base nessa variável.

Dessa forma, este regime de pausas proposto pelo método de Apud (1989) foi confrontado com o regime de pausas aplicado pela NR-15. Como os dois métodos estipulam o regime por hora de trabalho, podem ser facilmente comparados. A carga cardiovascular no trabalho corresponde à percentagem da frequência cardíaca durante o trabalho em relação à frequência cardíaca máxima suportada pelo trabalhador. Esta carga é calculada conforme a fórmula abaixo.

(3.4)

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} * 100$$

CCV: carga cardiovascular (%)

FCT: frequência cardíaca de trabalho (bpm)

FCM: frequência cardíaca máxima (220 - idade)

FCR: frequência cardíaca em repouso (bpm)

A frequência cardíaca limite (FCL) em bpm (batidas por minuto) corresponde a 40% da carga cardiovascular máxima. A fórmula 3.6 abaixo para cálculo de FCL.

(3.5)

$$FCL = 0.40 * (FCM - FCR) + FCR$$

FCL: frequência cardíaca limite (bpm)

FCM: frequência cardíaca máxima (220 - idade)

FCR: frequência cardíaca de repouso (bpm).

Quando a carga cardiovascular ultrapassa o valor de 40% determinado por Apud (1989), necessário reorganizar o regime trabalho/descanso, ou seja, estipular pausas para descanso conforme a fórmula 3.7 abaixo.

(3.6)

$$Tr = \frac{Ht(FCT - FCL)}{FCT - FCR}$$

Tr: pausa para descanso (minutos)

Ht: tempo de trabalho avaliado (60 minutos)

FCT: frequência cardíaca de trabalho (bpm)

FCR: frequência cardíaca em repouso (bpm)

FCL: frequência cardíaca limite (bpm)

A partir da carga cardiovascular média de trabalho, Apud (1989) determinou a classificação qualitativa da carga física de trabalho, apresentada na tabela 08.

Tabela 08. Classificação da carga física de trabalho por meio de avaliação frequência cardíaca para o método de Apud (1989).

Frequência cardíaca média (bpm)	Classificação da carga de trabalho
< 75	Muito leve
75.1 - 100	Leve
100.1 - 125	Moderadamente pesada
125.1 - 150	Pesada
>150	Muito pesada

Por fim, A classificação sugerida por esse método foi comparada com a determinada pela norma brasileira NR-15.

3.3.5 Relações das Condições Térmicas Ambientais com Variáveis de Desempenho e com a Segurança do Trabalho

Foram analisadas as relações entre a temperatura (IBUTG) e as variáveis de desempenho e segurança no trabalho florestal. Para as variáveis de desempenho, cada ocupação foi dividida em movimentos parciais, segundo o método descrito por Barnes (1980). Mensurou-se o movimento parcial mais relevante para a ocupação analisada. A mensuração dos tempos (segundos) foi realizada com uso de um cronômetro digital da marca Instrutemp modelo ITCD-4000.

A segurança do trabalho florestal, relacionada ao risco da exposição ao calor, consistiu da coleta da percepção pessoal dos trabalhadores e de uma lista de checagem de efeitos psicofisiológicos observados, baseada em bibliografia especializada, quanto ao excesso de calor ambiente de trabalho.

3.3.5.1 Ciclo operacional

Foram avaliados todos os ciclos operacionais de um movimento parcial específico durante toda a jornada de trabalho. O movimento parcial para cada operação está descrito na tabela 09.

Tabela 09. Descrição do ciclo operacional para cada etapa analisada neste trabalho.

Etapa analisada	Descrição do movimento parcial
Corte	Inicia-se com o motosserrista ligando a motosserra para efetuar o corte e encerra logo após a derrubada da árvore.
Pré-arraste	É iniciado com a soltura do cabo de aço do guincho, para amarrar a tora, e se encerra com a soltura do cabo da tora, após arraste.
Arraste	É iniciado com a saída da máquina <i>Skidder</i> do pátio intermediário, é encerrado com a soltura das toras no pátio, após arraste.
Pátio intermediário – carregamento/descarregamento	É iniciado com o deslocamento da máquina carregadeira para apanhar/descarregar a primeira tora, é encerrado com o término do carregamento/descarregamento da carreta.
Pátio principal – movimentação de toras	É iniciado com o deslocamento da carregadeira para apanhar a(s) tora(s) a serem empilhadas, encerra-se com o retorno da máquina após o empilhamento da(s) tora(s).

Dessa forma, foram coletados os tempos dos ciclo operacionais individuais, discriminados por hora de trabalho. Foi coletada também a temperatura em IBUTG ao final de cada ciclo mensurado.

Esta é uma variável de apoio, uma vez que, em operações com muitas interrupções operacionais e mecânicas, estas condições influenciam a produtividade e a porcentagem de pausas para descanso, muitas vezes provocadas por circunstâncias técnicas e operacionais.

3.3.5.2 Produtividade

A produtividade no trabalho é a variável que melhor indica os rendimentos e a viabilidade de uma operação. Geralmente está atrelada aos custos e viabilidade econômica (Machado, 2014). A produtividade consiste no valor total produzido de algum fator de produção por hora de trabalho. Neste estudo, como as análises são horárias, somou-se os valores do fator de produção para obtenção da produtividade real, neste caso o volume de madeira em m³ (corte florestal) e o número de toras (para as outras operações). A produtividade real para o corte florestal foi expressa conforme a fórmula abaixo, adaptada de Lopes (2007).

(3.7)

$$Pr = \frac{\sum vi}{Ht}$$

Pr: produtividade real (m³/h)
vi: volume individual da árvore derrubada (m³)
Ht: 01 hora

Para as outras operações a fórmula segue a mesma lógica, porém em outra unidade de medida, expressa pela quantidade de toras pré-arrastadas, arrastadas ou movimentadas no pátio, conforme abaixo.

(3.8)

$$Pr = \frac{\sum Toras}{Ht}$$

Pr: produtividade real (toras/h)
Toras: quantidade de toras
Ht: 01 hora

3.3.5.3 Interrupção mecânica

Emmert (2014) analisou a eficiência operacional e mecânica das operações de exploração na empresa estudada. O autor verificou que as interrupções para manutenção das máquinas foram frequentes e afetaram o desempenho do trabalho.

Em razão disso presume-se que esta variável possa ter certa influência na produtividade e nas pausas não voluntárias, em razão da quebra de maquinário. Portanto, foram cronometrados os tempos de interrupção das operações para manutenção preventiva ou corretiva de máquinas e equipamentos, para cada hora de trabalho. A fórmula para cálculo de interrupção mecânica foi adaptada de Lopes (2007), conforme a seguir.

(3.9)

$$IM = \frac{\sum Im}{Ht} * 100$$

IM: Interrupção mecânica (%/h)

Im: interrupção mecânica (segundos)

Ht: 01 hora (em segundos)

3.3.5.4 Fatores adicionais

Fatores organizacionais da empresa interferem diretamente nas operações e no desempenho dos trabalhadores. Portanto, foram considerados diversos aspectos organizacionais nos resultados, a saber: horas de repouso no alojamento, duração total do trabalho (transporte + jornada), número de refeições por dia e existência/ausência de pagamento adicional por produção.

3.3.5.5 Percepção dos trabalhadores quanto às condições térmicas ambientais

Para auxiliar na interpretação dos resultados, principalmente aqueles referentes à fisiologia dos trabalhadores, é de suma importância a coleta da opinião pessoal dos trabalhadores, quanto à percepção das condições térmicas no ambiente de trabalho. Os dados foram coletados por meio da aplicação de questionários estruturados. Foram aplicados questionários em todos os trabalhadores que compõem as equipes analisadas neste estudo.

3.3.5.6 Aspectos da segurança do trabalho

Uma das formas mais simples de detectar sinais de desconforto e fadiga no trabalhador, é por meio da observação de ações e comportamento durante a atividade. O desconforto e o estresse causado pelo calor provocam diversos efeitos psicofisiológicos característicos, negativos ao trabalho e às relações entre os trabalhadores (Axelson, 1974; Ramsey *et al.*, 1983; Slappendel *et al.*, 1993; Wasterlund, 1998; Kjellstrom e Crowe, 2011).

Dessa forma, foi elaborada uma lista de checagem de ações inseguras e alterações de comportamento possivelmente provocados pelo calor, com base em referências. O objetivo dessa análise foi de verificar se nos horários mais quentes do dia para a área de estudo, houve alterações de ação/comportamento, listadas na bibliografia, quais as mais frequentes e em quais operações a quantidade foi maior. Com isso, foi possível verificar os riscos à segurança do trabalho e em quais operações a aplicação de medidas é necessária.

3.3.6 Comparação de Variáveis Ambientais Durante o *El Niño Godzilla* (2015-2016) com Períodos Sem Fenômenos

Foram coletadas as temperaturas em índice IBUTG e algumas variáveis ambientais também fornecidas pelo equipamento digital *Extech*, estas foram: temperatura do ar (°C), temperatura de globo (°C) e umidade relativa do ar (%). Os dados coletados foram comparados com valores médios de uma série histórica de 30 anos, entre 1985-2014 para o mês de Novembro, de forma a verificar os efeitos ambientais do fenômeno *El Niño Godzilla* (2015-2016), presente durante a coleta de dados. O banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foi consultado e utilizado neste estudo, tendo como referência a estação meteorológica do município de Itacoatiara, a mais próxima da área de estudo.

Foram comparadas as variáveis ambientais coletadas em 2010 por Emmert (2014), com as coletadas no presente estudo (2015). Estes dados foram coletados no

mesmo mês (Novembro), com equipamento idêntico, em uma área próxima e pertencente à mesma empresa analisada. Sabe-se que, ao final do ano de 2010, os eventos climáticos que estavam ocorrendo já haviam dissipado e o clima na região havia normalizado (Marengo *et al.*, 2011). Dessa forma, as análises feitas por Emmert (2014) ocorreram em condição típica de tempo.

Por fim, foram estimados os efeitos do fenômeno *El Niño Godzilla* no regime de pausas estipulado pela norma e conseqüentemente, no desempenho do trabalho. Esta última análise foi feita a exemplo do trabalho realizado por Kjellstrom *et al.* (2009a), onde foram contabilizadas as pausas para descanso exigidas para cada cenário e avaliadas as diferenças de produtividade, em função do regime de pausas, exigido pela normativa vigente.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

As análises estatísticas realizadas neste trabalho, foram discriminadas por operação, em razão das diferenças operacionais e particularidades da interação entre as variáveis, para cada etapa estudada. A tabela 10 traz as análises estatísticas realizadas, para responder a cada objetivo específico proposto neste trabalho.

Tabela 10. Análises estatísticas e softwares utilizados para cada objetivo específico proposto neste trabalho.

Objetivo específico	Métodos de análise	Software utilizado
01 e 02	Regressão não-linear	Past.exe
01 e 02	Estatística descritiva	Past.exe
03	Teste Chi-Quadrado	Past.exe
04	Cálculos aritméticos	Past.exe
05	Regressão linear	Past.exe
05	PCA	Past.exe
05	MANOVA	Past.exe
05	Estatística descritiva	R Studio 3.3.1
06	Testes t de Student	Past.exe

A interpretação dos valores de probabilidade foi baseada na tabela desenvolvida pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, IPCC (2010), descrita na tabela 11.

Tabela 11. Escalas de probabilidade (p) para as diferenças estatísticas significativas deste estudo.

Escalas de Probabilidade – Diferença significativa	
Intervalos de p	Interpretação
0.01 - 0.000	Praticamente certa
0.1 - 0.000	Muito provável
0.34 - 0.000	Provável
0.66 - 0.34	Tão Provável quanto improvável
1 - 0.67	Improvável
1 - 0.9	Muito improvável
1 - 0.99	Excepcionalmente improvável

Fonte: Adaptado de IPCC (2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TEMPERATURAS EM IBUTG NA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL

Para o dimensionamento do regime de pausas, a NR-15 baseia-se principalmente nos valores em IBUTG, portanto, a dinâmica de pausas durante a jornada de trabalho segue o comportamento desta variável. Abaixo, estão todas as temperaturas IBUTG coletadas na área de estudo, ajustadas para o polinômio de segundo grau.

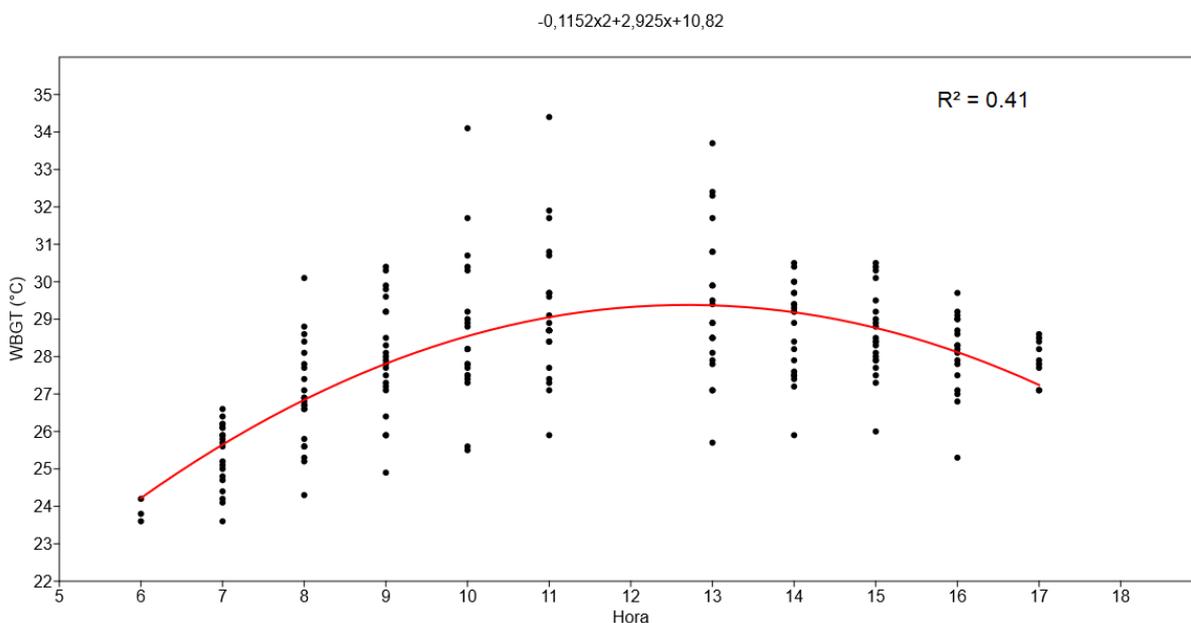


Figura 07. Variação das temperaturas em IBUTG ao longo do turno de trabalho para todas as operações analisadas, ajustadas para polinômio de segundo grau.

Para todos os dados, a equação de segundo grau (parte de cima na figura) foi considerada praticamente certa no ajuste da relação entre as variáveis (p-valor: 0.0000). O coeficiente de determinação (R^2) foi razoável, ou seja, a equação ajustada explica parcialmente o comportamento dos dados. Dentro de cada hora de trabalho, foi visualizado uma grande amplitude de temperaturas, que possivelmente ocorreu devido às diversas condições ambientais encontradas em campo, provocadas

principalmente pela radiação solar direta, fator que influencia diretamente nas estimativas de IBUTG. Portanto, nas etapas de arraste e nas operações de pátio, provavelmente foram registradas as maiores temperaturas na área de manejo florestal, o que acarretou na grande amplitude dos dados e menor valor de R^2 . Por fim, a curva de IBUTG pode servir como uma referência para a determinação de pausas no decorrer da jornada de trabalho, em condições insalubres de trabalho pela exposição ao calor ambiente.

4.2 PAUSAS OBSERVADAS NAS OPERAÇÕES FLORESTAIS

Foram ajustadas equações que melhor representassem o comportamento das pausas naturais ao longo das jornadas de trabalho, para cada operação analisada. As figuras 08 a 11, ilustram a porcentagem de tempo em pausas, por hora de trabalho.

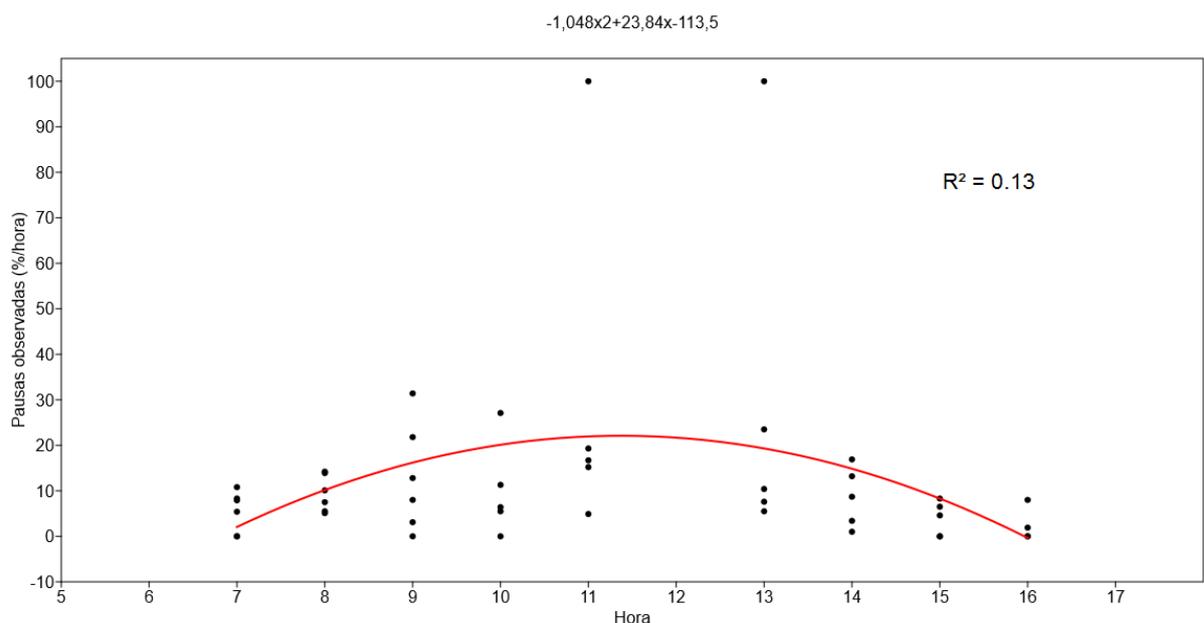


Figura 08. Ajustes de equação das pausas observadas ao longo da jornada de trabalho, para a etapa de corte florestal.

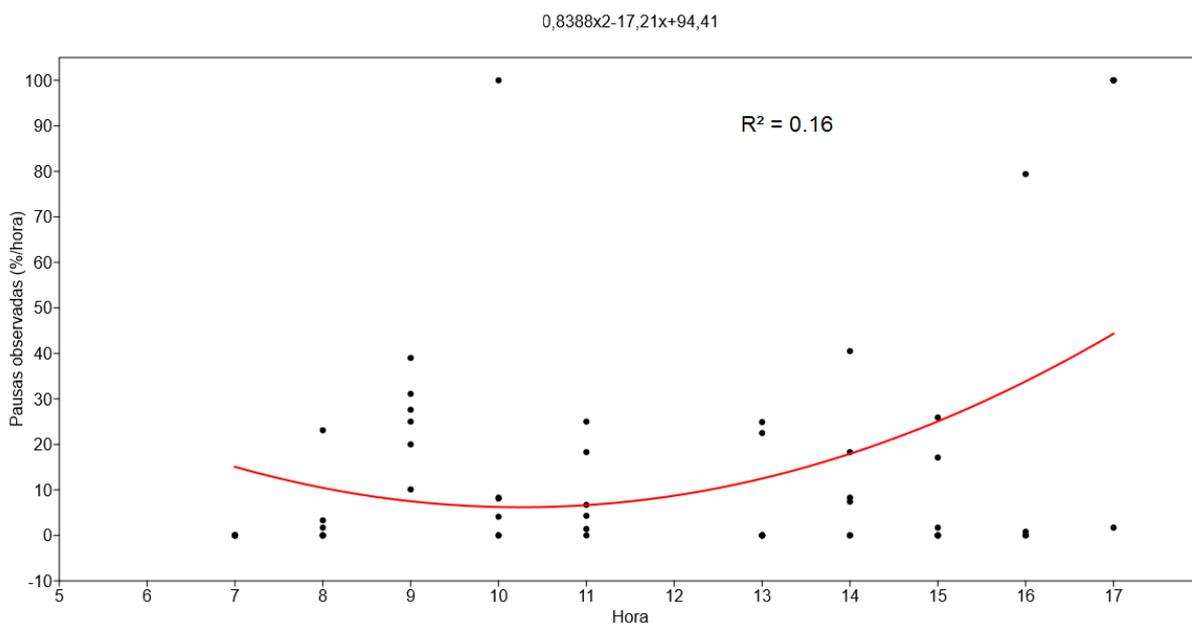


Figura 09. Ajustes de equação das pausas observadas ao longo da jornada de trabalho, para o pré-arraste.

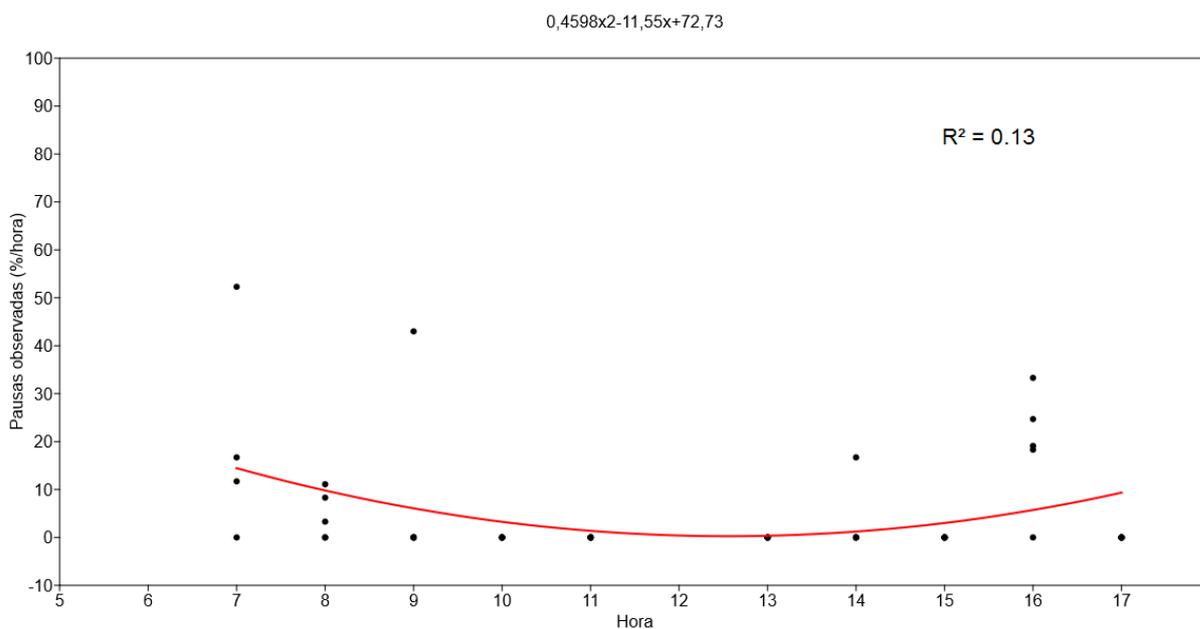


Figura 10. Ajustes de equação das pausas observadas ao longo da jornada de trabalho, para o arraste.

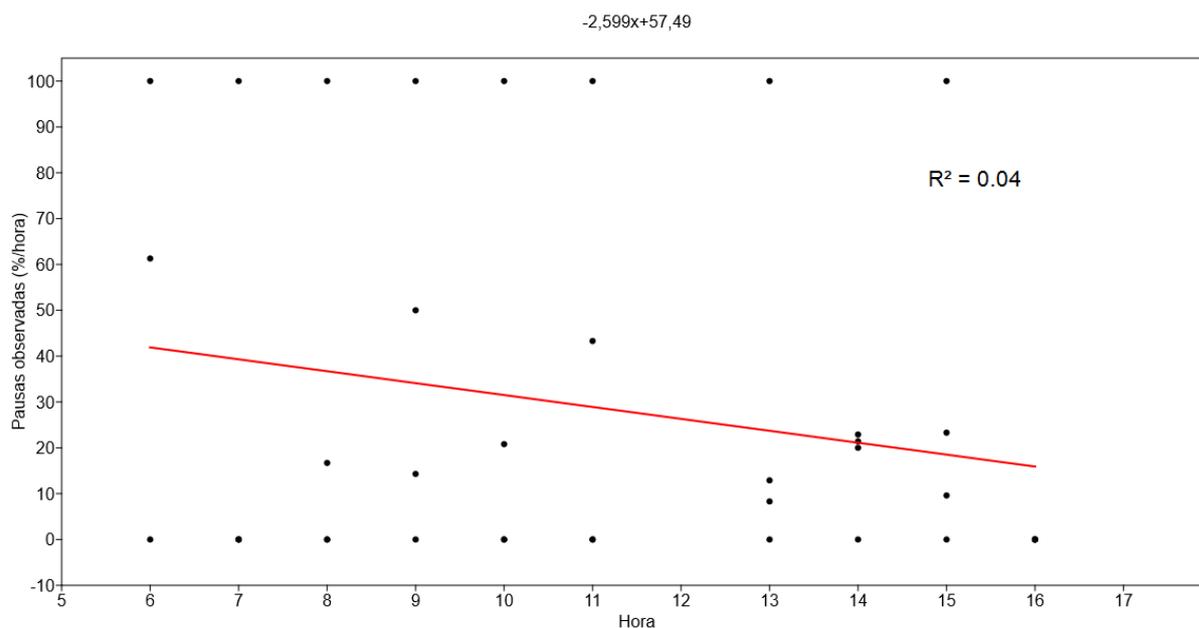


Figura 11. Ajustes de equação das pausas observadas ao longo da jornada de trabalho, para o pátio principal.

Os valores de probabilidade das pausas para as etapas de corte (p-valor: 0.04), pré-arraste (p-valor: 0.009) e arraste (p-valor: 0.04) foram enquadrados como praticamente certos ou muito prováveis no ajuste para equação de segundo grau. As pausas da operação de pátio apresentaram um ajuste melhor à equação linear, com uma probabilidade considerada provável (p-valor: 0.1842), que apresentou uma leve tendência de queda na porcentagem de pausas no decorrer da jornada. Foi possível verificar que as interrupções mecânicas influenciaram no ajuste das equações (principalmente, pausas de 100%), o que pode ter determinado os baixos valores de coeficiente de determinação (R^2).

Os resultados gráficos demonstraram que, somente na operação de corte as pausas observadas possuíam curva de comportamento similar à curva ajustada para IBUTG. Na etapa de corte, foi observado um ritmo de trabalho constante durante toda a jornada, dessa forma, com o aumento de temperatura, naturalmente foram realizadas mais pausas. Outro fator determinante pode ter sido a carga física de trabalho, considerada pesada para esta ocupação (Harstela, 1990; Çalikán e Çalar, 2010; Canzian *et al.*, 2013). Machado (2014) enfatiza que a alta carga física aliada ao excesso de calor no ambiente gera sinais nítidos de sobrecarga nos trabalhadores.

Dessa forma, estes fatores podem ter determinado o regime de pausas voluntárias dos trabalhadores nesta operação.

Nas etapas de pré-arraste e arraste, o ajuste foi binomial porém, de sentido contrário à da curva de IBUTG. Estes resultados nas etapas de pré-arraste e arraste, provavelmente foram relacionados à organização do trabalho florestal, que exerce forte efeito na dinâmica do trabalho, corroborado por Lilley *et al.* (2002). O horário de parada para almoço (12-13 horas), o pagamento de bônus de produção e outros fatores organizacionais provavelmente influenciaram a baixa proporção de pausas nos horários mais quentes do dia, resultados corroborados por Smith *et al.* (1985) e Silva (2007). As pausas programadas de longa duração, presentes nestas duas etapas (pré-arraste às 09h e arraste às 16h), também influenciaram a dinâmica de pausas ao longo do turno de trabalho.

Nas etapas em que o ajuste da curva foi significativo, foram indicados os moldes nos quais deveriam ser dimensionadas as pausas para descanso. Nas atividades de pátio, em que o ajuste obteve ajuste linear pouco significativo, sugere-se a utilização da curva de variação de IBUTG, para adequação do regime de pausas, de acordo com o modelo apresentado na Figura 15. Um dos motivos para isso, é que nessa etapa foram encontradas as maiores temperaturas, dessa forma, os trabalhadores estão mais sujeitos a condição insalubre de trabalho provocada pela exposição ao calor.

4.3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS E DO REGIME DE PAUSAS DO ANEXO 03 DA NR-15 COMPARADOS AO DADOS OBSERVADOS EM CAMPO

A classificação da norma brasileira considera a temperatura em IBUTG e a carga física de trabalho, na determinação do regime trabalho/descanso. Porém, para a análise foi adicionada a variável hora ao longo do turno de trabalho. Os resultados constam na Tabela 12.

Tabela 12. Variáveis determinantes para dimensionamento do regime de pausas da NR-15 anexo 03.

Pausas determinadas pela norma - todas as ocupações envolvidas						
	Regressão Linear - Variáveis (p-valor)			ANOVA		N
	Hora	IBUTG	Carga de Trabalho	p-valor	R ² ajust.	
TOTAL	0.3551	0.0000	0.0000	0.0000	0.8581	199

A temperatura em IBUTG e a carga de trabalho demonstraram significância praticamente certa para determinação do regime de pausas tabelado na norma, corroborado por Parsons (1995). Entretanto, os resultados encontrados demonstraram que a variável hora é relacionada à dinâmica natural do trabalho, apesar de não ser considerada no dimensionamento das pausas pela NR-15.

Para verificação, a variável hora foi considerada na análise das pausas observadas neste estudo, discriminadas por operação, segundo demonstra a Tabela 13.

Tabela 13. Variáveis relacionadas às pausas observadas durante o trabalho florestal.

Pausas observadas - regime proposto de trabalho						
Etapa	Regressão Linear - Variáveis (p-valor)			ANOVA		N
	Hora	IBUTG	Carga física (ISO)	p-valor	R ² ajust.	
Corte	0.3781	0.1436	---	0.3384	0.00	47
Pré-arraste	0.0206	0.2072	0.5653	0.1335	0.08	35
Arraste	0.8528	0.0753	---	0.1393	0.04	49
Pátio principal	0.1511	0.5402	---	0.3466	0.00	39
Pátio intermediário	0.1594	0.3098	---	0.3119	0.09	9

A partir dos resultados encontrados na Tabela 13, pode-se afirmar que o momento durante a jornada de trabalho (hora) e IBUTG, de forma geral apresentam influência de provável a muito provável nas pausas realizadas pelos trabalhadores. Entretanto, os coeficientes de determinação (R²) foram baixos, o que indica que, outros fatores não analisados foram mais relevantes para a variação dos dados. Para Lilley *et al.* (2002), as pausas voluntárias ocorrem geralmente devido a cansaço físico, mental e reidratação. Em condições experimentais, Vogt *et al.* (1983) analisaram as diferenças de tempo de trabalho entre as pausas voluntárias e verificou que havia uma queda gradual de tempo de trabalho entre cada pausa, no qual o último período de trabalho contínuo foi 50% menor que o primeiro.

Smith *et al.* (1985) concluíram que houve efeitos do calor nas pausas durante o trabalho e que a alta temperatura acelera o processo de fadiga e desidratação, levando ao maior número de paradas (Lilley *et al.*, 2002). Emmert (2014) em estudo na mesma área, constatou desconforto dos trabalhadores com o calor durante quase toda a jornada de trabalho. Além disso, a ingestão de bebidas cafeinadas (café e chá), prática constante dos trabalhadores, segundo Bates *et al.* (2001) acelera o processo de desidratação e pode ter influenciado nos resultados.

Os fatores organizacionais também podem ter influenciado as pausas para descanso. Estes fatores estão atrelados ao pagamento de adicional por produção e duração da jornada total de trabalho. Diversos autores, como Smith *et al.* (1985), Silva (2007) e Kjellstrom e Crowe (2011), afirmam que o pagamento de adicional por produção motiva a diminuição na frequência das pausas. Kjellstrom e Crowe (2011) ainda afirmam que mesmo com descanso voluntário, esta prática é evitada em razão deste adicional. As longas jornadas de trabalho das operações podem explicar a alta probabilidade da variável hora nas pausas observadas. Os limites de tolerância estipulados pelas normas, consideram jornada de trabalho de 08 horas, ignorando o tempo adicional de fadiga em jornadas maiores (Kjellstrom e Crowe, 2011), o que requer portanto, adequação que considere esta condição.

Especificamente, no corte florestal, a variável IBUTG foi a mais relevante durante a jornada de trabalho, provavelmente relacionada à alta carga física de trabalho da ocupação motosserrista, o que pode ter acarretado em maior produção de calor corporal e conseqüentemente maior sensibilidade ao aumento de temperatura. Batista (2008) ao analisar o corte florestal na mesma área, verificou tendência de queda no rendimento com o aumento de temperatura, que pode estar atrelado aos diversos riscos presentes da atividade e à carga física de trabalho. Smith *et al.* (1985) e Gandaseca *et al.* (1997) verificaram que o excesso de calor nesta operação foi relevante para a fadiga e desidratação, o que leva a mais paradas para descanso. Quanto à carga física de trabalho, como não foi possível a coleta fisiológica desta variável na etapa de corte, não se sabe os efeitos reais nas pausas durante o trabalho. Entretanto, Harstela (1990), Çalikan e Çalar (2010) e Canzian *et al.* (2013) afirmam que a ocupação motosserrista é a mais desgastante da atividade florestal e a carga física é significativa para a dinâmica do trabalho.

A variável hora demonstrou influência muito provável na etapa de pré-arraste. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de esta etapa ser a única em que os trabalhadores estipulam pausas programadas, o que demonstra a adequação voluntária de algumas equipes visando o aumento do bem estar durante o trabalho. De acordo com Emmert (2014), nesta etapa estão os maiores riscos de lesões posturais dentre todas as ocupações avaliadas. O autor ainda conclui que devido ao calor as pausas devem ser programadas a partir das 09 horas da manhã. Estas observações coincidem o horário em que ocorria a primeira parada programada pelos trabalhadores. Nesta etapa, a interrupção mecânica influenciou diretamente nas pausas para descanso, em razão do maquinário ter sido essencial para continuidade desta operação, obrigando os trabalhadores a descansar. A variável IBUTG também apresentou efeito nas pausas durante o trabalho, porém relativamente menor, o que pode ser explicado de certa forma, pela capacidade dos trabalhadores locais, de suportar o calor ambiente.

Na etapa de arraste, a variável IBUTG apresentou os resultados mais expressivos, em que demonstrou ser muito provável que a temperatura tenha afetado as pausas durante o trabalho, que foram poucas devido à natureza do trabalho muscular estático em operação de *Skidder*. Em atividades estáticas vários riscos ergonômicos são citados por diversos autores (Hansson, 1990; Attebrant *et al.*; Kirk *et al.*, 1997; Axelsson; Hagen *et al.*, 1998), porém nenhum cita riscos relacionados ao excesso de calor. Silva (2007) cita os riscos ambientais que máquinas abertas podem trazer aos operadores florestais no Brasil, englobando o calor como um dos possíveis fatores.

Para as etapas de pátio, o fator hora demonstrou que é provável a interferência desta variável nas pausas durante o trabalho. Este é um resultado interessante, já que as maiores temperaturas foram encontradas nesta etapa e a variável IBUTG não demonstrou forte relação com as paradas, o que indica que outros fatores como pausas programadas em certos horários, podem ter afetado a significância da variável hora. Harstela (1990) e Hansson (1990) citam a necessidade de pausas programadas durante o trabalho para alívio das tensões musculoesqueléticas e estresse mental de operadores de máquinas. Devido a fatores mecânicos na etapa de pátio principal, houve rodízio de operação das máquinas, em que havia 03 operadores para 02

tratores. Esta condição certamente afetou a dinâmica do trabalho, indicada como ideal por Attebrant *et al.* (1997) e Hagen *et al.* (1998), na qual estes sugeriram estas práticas para alívio do estresse mental e tensão muscular da atividade.

4.3.1 Comparação do Regime de Pausas da Norma vs Pausas Observadas na Exploração Florestal

Foram verificadas também as pausas observadas (em %), durante as etapas de exploração florestal para cada hora de trabalho. Estes valores foram confrontados com as pausas estipuladas pelo anexo 03 da NR-15, com base nas temperaturas em IBUTG coletadas em campo e na carga física de trabalho determinadas para cada ocupação. A análise foi feita por meio de teste de Chi-Quadrado (χ^2) e os resultados foram apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Comparação entre as pausas observadas e as determinadas pelo anexo 03 da NR-15.

Etapa	Média (%)		Análise		
	Pausas - campo	Pausas - norma	Chi-Quadrado	N	Pausas observadas em relação à norma (%)
Corte	12.58	40.42	703.02	47	31%
Pré-arraste	16.47	60.91	1393.2	55	27%
Arraste	5.28	44.39	901.47	49	12%
Pátio principal	28.84	58.97	2778	39	49%
Pátio intermediário	27.36	41.66	226.97	9	66%

$P(\chi^2 \leq x; 0.005)$

Os resultados demonstraram que para todas as etapas analisadas, a probabilidade das pausas serem estatisticamente similares é de menos de 0.5%. Estes resultados indicaram que os regimes de pausas impostos pela NR-15, não condizem com as pausas naturais dos trabalhadores, sugerindo assim, adequação diferenciada perante as peculiaridades desta atividade. Em média, as pausas observadas por hora de trabalho, resultaram em menos de 50% do tempo das pausas determinadas pela norma, com exceção no pátio intermediário (70%). Em seu trabalho Minette (1996) frisa que as pausas devem ser curtas e frequentes para recuperação do trabalhador e evitar queda no ritmo de trabalho. Diversos autores enfatizam que

fatores como altas metas de produção e pagamento de adicional por produção motivam os trabalhadores a reduzir a frequência e duração de pausas durante o trabalho (Smith *et al.*, 1985; Silva, 2007), prática adotada pela empresa estudada e que possivelmente afetou os resultados.

As pausas observadas resultaram em valores significativamente menores, o que pode ser um indício do pagamento por adicional de produção, levando os trabalhadores a reduzirem a frequência e duração das pausas. Outra possível explicação, é que o método utilizado e a classificação foram desenvolvidas em um país de clima temperado (Estados Unidos da América) e utilizadas pelo anexo 03 da NR-15, sem adequação ao clima do Brasil. Além disso, as normativas desconsideram a natureza das atividades, o que demonstra possíveis erros nos cálculos dos limites e regimes de descanso estipulados.

As diferenças ponto a ponto entre o regime de pausas observadas e o regime esperado (norma) para todas as operações envolvidas, foram ilustradas nas figuras 12 a 15.

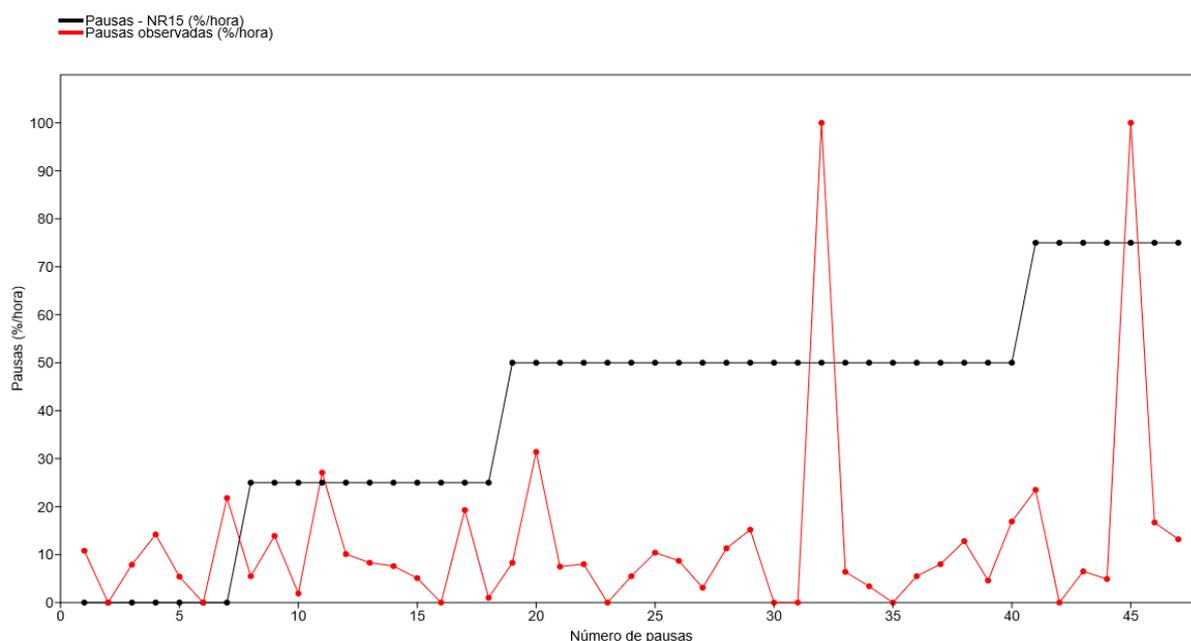


Figura 12. Comparação ponto a ponto das pausas observadas com as pausas determinadas pela norma, para o corte florestal.

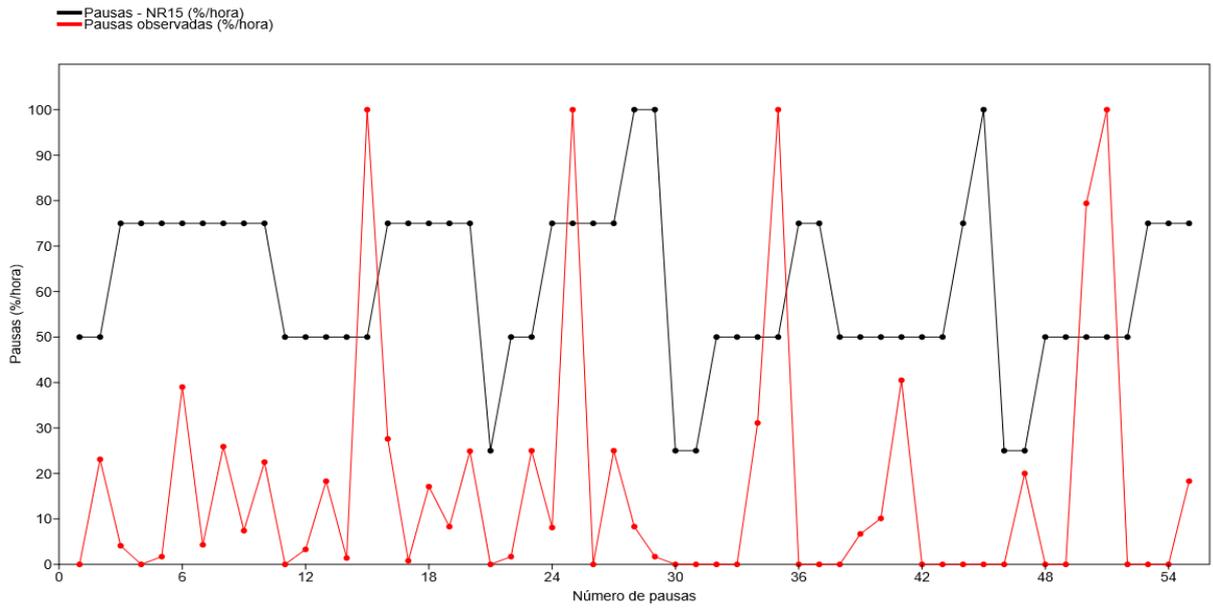


Figura 13. Comparação ponto a ponto das pausas observadas com as pausas determinadas pela norma, para a etapa de pré-arraste.

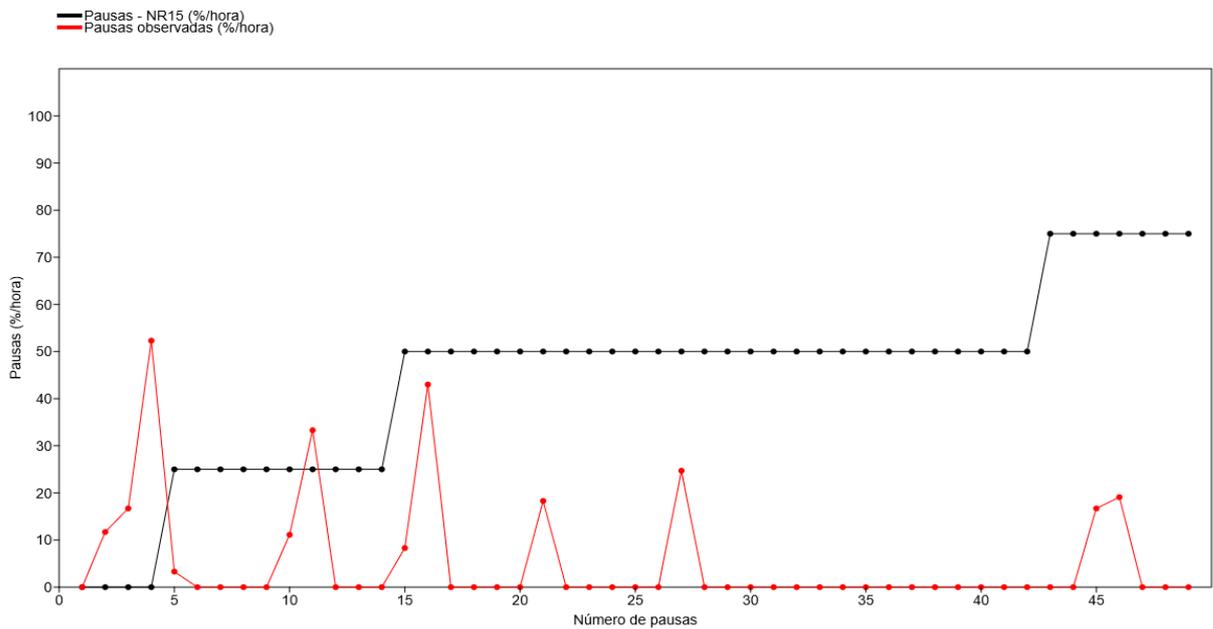


Figura 14. Comparação ponto a ponto das pausas observadas com as pausas determinadas pela norma, para a etapa de arraste.

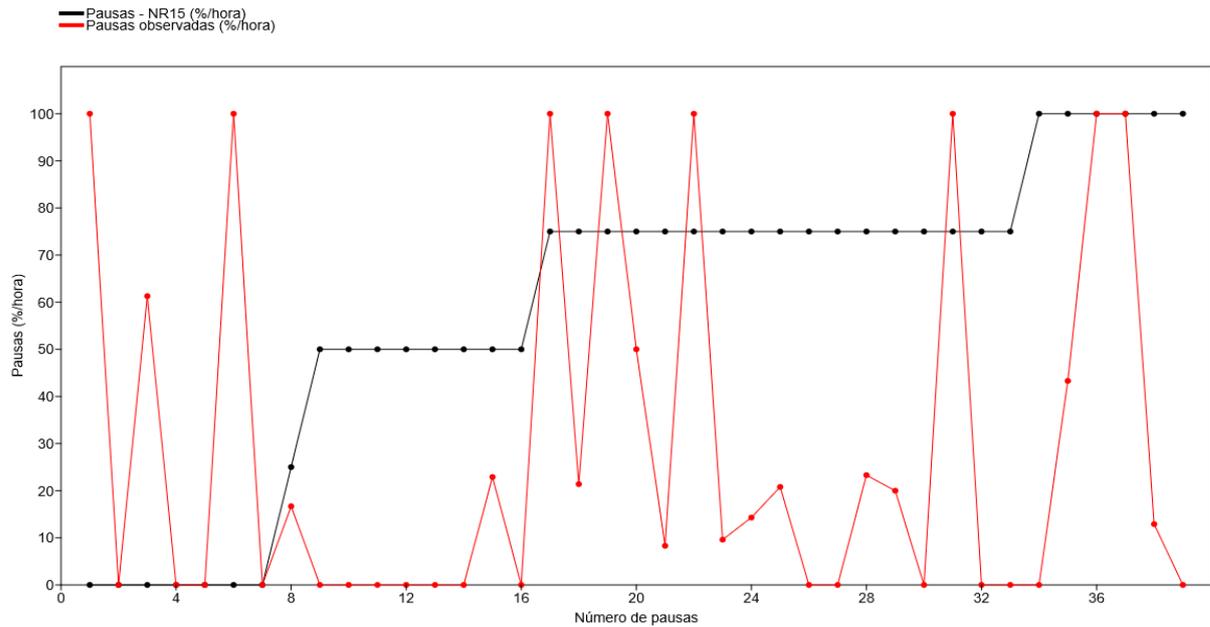


Figura 15. Comparação ponto a ponto das pausas observadas com as pausas determinadas pela norma, para a etapa de pátio principal.

Foi possível visualizar com os resultados, que mesmo com o aumento do regime de pausas imposto, devido ao aumento dos valores IBUTG, o comportamento e a porcentagem das pausas não mudou. Este é um indício de que IBUTG não foi o fator mais determinante para a dinâmica do trabalho na exploração de madeira. O fator interrupção mecânica, aparentemente foi o fator mais influente na dinâmica do trabalho.

Percebeu-se também, que as pausas apresentaram comportamento intermitente em todas as operações envolvidas, com pausas mais longas a cada 02 horas de trabalho para as etapas de maior carga física de trabalho (corte e pré-arraste), não por hora de trabalho, como define a norma NR-15. Para as etapas em que foram analisados os operadores (arraste e pátio), atividades com menor desgaste físico, a dinâmica do trabalho foi diferente, com intervalos maiores entre as pausas. Isto demonstrou as peculiaridades na organização do trabalho florestal em relação a outras atividades econômicas, mais contempladas na norma brasileira (NR-15), como a siderurgia (BRASIL, 1978).

Estes resultados reforçaram a necessidade de criação de regimes de trabalho particulares para cada grupo de atividade econômica, presentes na classificação

nacional de atividades econômicas (CNAE). Para a proposição de um regime trabalho/descanso adequado, foram desconsideradas as pausas de 100% do tempo da hora de trabalho, pois estes valores se referiram a problemas mecânicos ou fatores operacionais do trabalho. Interrupções dessa natureza ocorreram em todas as etapas analisadas.

Para a etapa de corte florestal, as pausas demonstraram intermitência em sua duração nas horas de trabalho. Houve horas com menor porcentagem de tempo em pausas seguidas de picos de pausas significativamente maiores. Este comportamento padrão ocorreu na maioria das pausas observadas para esta etapa. O regime de pausas do corte florestal demonstra ser intermitente, com pausas mais longas a cada 02 horas de trabalho.

Na etapa de pré-arraste, os resultados foram similares aos encontrados no corte florestal, sendo que nesta etapa houve maior frequência de interrupções mecânicas, com picos de 100% de pausas/hora. Além do mais, foi possível perceber a intermitência das pausas de uma hora para outra, porém com diferenças maiores na porcentagem de pausas entre uma hora e outra, em comparação ao corte florestal. Nesta etapa o dimensionamento do regime de pausas demonstrou intermitência a cada 02 horas, porém com maior tempo de repouso, em relação à etapa de corte.

Para a etapa de arraste, houve longos períodos sem pausas para descanso, com picos de pausas em horários estratégicos durante a jornada. Nesta etapa, ocorreram interrupções mecânicas de gravidade baixa, o que evitou a parada 100% da máquina durante uma hora de trabalho. Este longo período de trabalho entre as pausas podem ser justificados pela natureza estática do trabalho desempenhado, de baixa carga física, o que possibilita maior tempo de trabalho sem necessidade de descanso. Além do mais, os operadores tinham a possibilidade de reidratação e alimentação, sem necessariamente interromper o trabalho ou sair da máquina. Apesar da atividade ser menos desgastante, estes trabalhadores sofrem com grande tensão cognitiva e muscular estática, o que demanda paradas para descanso físico e mental no mínimo a cada 02 horas de trabalho, porém com um tempo reduzido de pausas em relação às outras etapas.

Na etapa de pátio principal, houve diversas ocorrências graves de interrupção mecânica durante a coleta de dados, com 100% de parada das máquinas em vários momentos. Portanto, esta variável influenciou significativamente a análise do regime de pausas adequado para esta etapa, pois durante as paradas das máquinas os trabalhadores descansavam livremente, o que certamente influenciou seu desempenho durante as horas em que as máquinas estavam funcionando. Mesmo assim, nesta etapa foi possível perceber a intermitência de várias horas na operação até as paradas para descanso. Esta etapa foi a mais afetada pelo calor radiante, um fator que traz aumento do risco de estresse térmico e outros riscos da exposição direta à radiação solar. Este fator demonstrou nos resultados não influir na porcentagem de pausas, mas foi visivelmente influente na frequência de paradas dos operadores de carregadeira. Portanto, sugerem-se pausas planejadas a cada 02 horas de trabalho, porém com maior frequência e porcentagem de tempo nos horários mais quentes do dia (10-15 horas).

4.4 ANÁLISES DE FREQUÊNCIA CARDÍACA E DE OUTRAS VARIÁVEIS PESSOAIS

Para a verificação dos efeitos de aspectos pessoais no trabalho florestal, foram verificadas quais as variáveis pessoais mais significativas para estimativas de carga física de trabalho. Estas estimativas foram realizadas com auxílio do anexo C da norma ISO 8996. Os resultados foram apresentados na Tabela 15 por meio de uma regressão linear.

Tabela 15. Variáveis pessoais para estimativas de carga física de trabalho.

Carga de trabalho real - Variáveis pessoais					
	Regressão Linear - Variáveis (p-valor)			ANOVA	
	Peso	Idade	Frequência cardíaca (ISO)	p-valor	R ² ajust.
TOTAL	0.0023	0.0373	0.0004	0.0007	0.99

Os resultados mostraram que a aplicação das variáveis peso, idade e frequência cardíaca média, resultaram em probabilidade praticamente certa e

coeficiente de determinação ($R^2=0.99$), ou seja, estas variáveis explicam satisfatoriamente a variação da taxa metabólica, podendo também ter sido parcialmente explicada pela multicolinearidade existente entre as variáveis independentes. Como a carga física real do trabalho, foi determinada principalmente a partir da variável frequência cardíaca média, é natural que esta variável direta tenha sido mais significativa para as estimativas. Esta variável representou a condição física e aeróbica do trabalhador analisado, o que demonstra a importância da seleção de trabalhadores bem condicionados para a atividade florestal, corroborado por Smith *et al.* (1985). Harstela (1990), Hagen *et al.* (1993) e Çalican e Çalar (2010) destacam que o parâmetro frequência cardíaca é um dos mais eficazes para determinação da carga física e fadiga durante o trabalho florestal. Dentre os 04 trabalhadores analisados para a mesma ocupação (puxador de cabo), houve amplitude de até 167 kcal/h entre o trabalhador com maior e menor gasto metabólico médio, fator que afetou o desempenho, processo de fadiga e desidratação dos trabalhadores analisados, explicitado na Tabela 16.

Tabela 16. Estimativas da carga física real de trabalho das ocupações analisadas, com uso do anexo C da norma ISO 8996.

Carga física de trabalho - ISO 8996 anexo C						
Ocupação	Etapa	Altura	Peso	Idade	HR média (bpm)	Carga de trabalho (kcal/h)
Cabeiro	Pré-arraste	1.63	52	23	95	231.8
Cabeiro	Pré-arraste	1.86	90	23	102	357.6
Cabeiro	Pré-arraste	1.68	76	33	110	366.5
Cabeiro	Pré-arraste	1.75	63	28	120	398.9
Líder	Arraste	1.68	60	36	84	171.6
Operador	Pátio	1.80	75	38	104	317.2

Estes resultados apontaram a importância da consideração de variáveis pessoais e antropométricas na seleção de trabalhadores florestais. Essa constatação corrobora com Sant'Anna e Malinovski (2002a), que definiram o perfil físico ideal para motosserristas em locais de relevo declivoso, com base na produtividade dos trabalhadores.

Outro método para estimativas de carga física de trabalho, desenvolvido para o trabalho florestal e que utiliza a variável frequência cardíaca, foi descrito por Apud (1989) e aplicado neste estudo. Foram estimadas as cargas cardiovasculares do

trabalho (CCV%), que segundo o método, ao ultrapassar 40% da carga máxima, exige aplicação de pausas para descanso. A tabela 17 abaixo apresenta os resultados encontrados para as ocupações analisadas.

Tabela 17. Variáveis pessoais dos trabalhadores avaliados e cálculos para mensuração do regime trabalho/descanso pelo método de Apud (1989).

Ocupação	Etapa	Altura (m)	Peso (kg)	Idade (anos)	FCT	FCM	FCR	CCV	FCL	Tr (min.)	Classe
Cabeiro	Pré-arraste	1.63	52	23	114	197	72	33.6	122	0	Moderado
Cabeiro	Pré-arraste	1.86	90	23	127	197	78	41.17	125.6	1.71	Pesado
Cabeiro	Pré-arraste	1.68	76	33	136	187	79	52.77	122.2	14.5	Pesado
Cabeiro	Pré-arraste	1.75	63	28	132	192	77	47.82	123	9.81	Pesado
Líder	Arraste	1.68	60	36	94	184	71	20.35	116.2	0	Leve
Operador	Pátio	1.80	75	38	115	182	74	37.96	117.2	0	Moderado

Os resultados demonstraram que em três jornadas, todas referentes ao puxador de cabo, da etapa de pré-arraste, os trabalhadores ultrapassaram o limite de 40% da carga cardiovascular, o que exige tempo de repouso por hora de trabalho (Tr), em minutos. O maior valor de tempo de repouso, foi encontrado no 3º trabalhador avaliado, com tempo total de 14.52 minutos/hora de trabalho. Houve grande variação na carga cardiovascular para a mesma ocupação, na etapa de pré-arraste, indo de 33.6% a 52.77%, o que determinou uma carga física pesada para um trabalhador menos condicionado e carga moderada para outro melhor adaptado às condições de trabalho.

Estes resultados reforçaram importância do condicionamento físico, citados também por Smith *et al.* (1985) e Hagen *et al.* (1993) e a consideração de características antropométricas na seleção de trabalhadores florestais, corroborando com Sant'Anna e Malinovski (2002a).

4.5 RELAÇÃO DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS AMBIENTAIS COM VARIÁVEIS DE DESEMPENHO E COM A SEGURANÇA DO TRABALHO

A Análise de Componentes Principais (PCA) baseada em correlação, capturou mais de 60% da variação dos dados nos 02 primeiros eixos, sendo portanto suficientes para esta análise exploratória (Tabela 18).

Tabela 18. Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) para todas as operações.

Análise de Componentes Principais (PCA) - Correlação			
Etapa	Eixo	Autovalor	% Variância
Corte	1	1.80281	36.05
	2	1.25811	25.16
Pré-arraste	1	2.04645	40.92
	2	1.48455	29.69
Arraste	1	2.10149	42.03
	2	1.17963	23.59
Pátio principal	1	2.65972	44.32
	2	1.73461	28.91
Pátio intermediário	1	1.71547	42.88
	2	1.49663	37.41

Os resultados demonstraram que o eixo 01 possui significância similar entre as operações, explicando cerca de 40% da interação entre os dados. O eixo 02 demonstrou relevância bastante variada de 23 a 37% entre as operações analisadas. Com base no eixo que capturou o maior padrão dos dados, as operações de pré-arraste, arraste e pátio principal obtiveram resultados semelhantes, onde as variáveis interrupção mecânica e pausas para descanso foram as mais correlacionadas com o eixo principal. A Tabela 19 indica a influência de cada variável na variação dos dados em cada eixo.

Tabela 19. Relação das variáveis com cada eixo da PCA nas operações analisadas.

Análise de Componentes Principais (PCA) - Significância das variáveis							
Etapa	Eixo	Variáveis envolvidas					
		Hora	IBUTG	IM	Prod.	Descanso	Carretas
Corte	1	0.5904	0.4670	-0.3801	0.5208	-0.1321	---
	2	0.3372	0.5510	0.6500	-0.4000	0.0077	---
Pré-arraste	1	0.3683	0.1591	0.6377	-0.2006	0.6261	---
	2	0.5759	0.6022	-0.1210	0.4971	-0.2092	---
Arraste	1	-0.4137	-0.5121	0.5431	0.1244	0.5059	---
	2	0.5432	-0.0568	0.1651	-0.7239	0.3875	---
Pátio principal	1	-0.2986	-0.1568	0.5788	-0.3051	0.5793	-0.3497
	2	0.4683	0.5454	0.1707	-0.5340	0.1644	0.3764
Pátio intermediário	1	0.0191	0.3482	---	0.6693	-0.6559	---
	2	0.7686	0.5097	---	0.0827	0.3775	---

Os resultados expostos na tabela 19, demonstraram os efeitos das variáveis nas interações, em que a interrupção mecânica e as pausas para descanso foram as mais correlacionadas com o eixo principal (PC1), com exceção na etapa de corte. Na atividade de corte florestal, a produtividade foi a variável mais relacionada ao eixo da hora (PC1), apresentando uma correlação positiva de cerca de 50%, ou seja, com o acúmulo das horas durante a jornada de trabalho, a produtividade tendeu a aumentar. No eixo de interrupção mecânica (eixo 02), a variável mais correlacionada foi IBUTG com 55%. Dessa forma, o aumento da interrupção mecânica do maquinário coincidiu com os horários mais quentes durante o turno de trabalho, o que pode ter dado uma falsa impressão de aumento das pausas para descanso devido ao calor, o que na verdade é motivado pelas interrupções mecânicas ocorridas casualmente nesses horários.

Na etapa de pré-arraste as variáveis que melhor mantiveram correlação com o eixo 01 foram a interrupção mecânica e as pausas para descanso, demonstrando forte correlação entre elas, em igual proporção (cerca de 62%). A similaridade entre os efeitos destas variáveis na PCA, se deve ao fato que nesta etapa, as interrupções mecânicas levaram os trabalhadores a realizar pausas para descanso, mesmo que contra a vontade, devido à essencialidade do maquinário para continuidade do trabalho. No eixo 02, as variáveis hora e IBUTG foram as principais, ambas com 60% de correlação com o eixo.

Na etapa de arraste, o eixo 01 foi correlacionado em proporção similar, com as variáveis IBUTG, interrupção mecânica e pausas para descanso, todas com cerca de 50% de relação. Houve correlação negativa com a temperatura. Por outro lado, a interrupção mecânica e as pausas para descanso obtiveram variação positiva de mesma proporção, pois nesta operação, também houve dependência do funcionamento pleno das máquinas para o andamento das atividades, forçando assim o descanso de operadores das máquinas em manutenção. No eixo de produtividade (eixo 02), a variável IBUTG mostrou correlação inversamente proporcional. Esta variável apresentou cerca de 50% de correlação com a produtividade. Portanto, com o aumento da temperatura, a produtividade desta operação caiu. Esta operação foi a que ocorreu menor porcentagem de pausas e com grande intermitência entre elas.

O pátio principal apresentou correlação de interrupção mecânica e pausas para descanso, ambas com 57%, em relação ao eixo 01. No eixo 02, as variáveis IBUTG e produtividade foram as mais correlacionadas, ambas com cerca de 53%, só que inversamente proporcionais, positiva para IBUTG e negativa para produtividade. Isto provavelmente ocorreu devido ao fato desta operação ter-se observado os maiores valores em IBUTG, por ser uma área totalmente aberta com forte radiação solar.

Para o pátio intermediário, o eixo 01 apresentou correlação com produtividade e pausas para descanso, ambas em proporção parecida (66%), só que inversamente proporcionais. Os valores de produtividade aumentaram enquanto houve queda nas pausas para descanso. Este resultado faz sentido, desde que nesta etapa a produtividade foi dada pelo número de carretas carregadas de madeira, ou seja, nos momentos em que não houve carretas a carregar, os trabalhadores estavam em repouso. Para o eixo da hora (eixo 02) a variável IBUTG foi a mais correlacionada, com 50%.

Foi verificada a interação e influência entre as variáveis por meio da Análise de Variância Multivariada (MANOVA). A significância destas relações foi expressa por meio de valores de probabilidade (p), conforme tabela 20.

Tabela 20. Análise das interações entre as variáveis e seus efeitos em produtividade e pausas para descanso com uso de MANOVA.

Análise de Variância Multivariada (MANOVA)					
		Variáveis Independentes (p-valor)			
Etapa	Var. dependentes	IBUTG	Hora	Interrup. Mecânica	Carretas
Corte	Produtividade	0.7192	0.1752	0.0038	---
	Pausas - descanso	0.5330	0.2467	0.4908	---
Pré-arraste	Produtividade	0.7008	0.0586	0.0545	---
	Pausas - descanso	0.8355	0.5819	0.0000	---
Arraste	Produtividade	0.1001	0.0299	0.5153	---
	Pausas - descanso	0.0394	0.1360	0.0001	---
Pátio principal	Produtividade	0.1699	0.7893	0.0000	0.0015
	Pausas - descanso	0.6718	0.9238	0.0000	0.3535
Pátio Intermediário	Produtividade	0.7968	0.6772	---	---
	Pausas - descanso	0.3091	0.1596	---	---

Na etapa de corte florestal, a variável produtividade demonstrou ser altamente influenciada pela interrupção mecânica, em que foi praticamente certo este efeito. Apesar dessa operação não exigir parada total da atividade para manutenção da motosserra, as paradas para afiação, troca de peças e adição de combustível demonstraram ser significantes. A hora resultou em uma variável que provavelmente influenciou, porém em menor magnitude. A hora demonstrou provável influência nas pausas para descanso.

Na etapa de pré-arraste, a variável produtividade foi fortemente influenciada pela hora e pela interrupção mecânica, resultando em um efeito muito provável. Em seu estudo na mesma área, Emmert (2014) também observou uma alta frequência de interrupções mecânicas. As pausas para descanso foram fortemente afetadas pela interrupção mecânica, demonstrando relação praticamente certa. Isto ocorreu devido à natureza da atividade, visto que com a interrupção mecânica toda a operação foi interrompida.

Na operação de arraste, a produtividade foi principalmente afetada pela hora, que representa a dinâmica do trabalho ao longo da jornada, em uma relação muito provável. A variável IBUTG demonstrou relação de provável a muito provável, com a produtividade. Portanto, o aumento de temperatura influenciou ou coincidiu com a queda na produtividade do trabalho no arraste, já apontado pela análise PCA. As pausas para descanso demonstraram ser muito afetadas por IBUTG e pela

interrupção mecânica, sendo praticamente certas estas relações. A variável hora demonstrou influência provável a muito provável nas pausas para descanso. Esta relação das variáveis com a hora, provavelmente ocorreram devido a pausas programadas às 16 horas para atenuação da fadiga e para alimentação, pois esta operação possuía as jornadas de trabalho mais longas. O efeito de IBUTG nas variáveis respostas, pode estar relacionado à conclusão de Silva (2007), que constatou que no Brasil ainda são utilizadas máquinas de cabine aberta, o que traz diversos riscos da exposição a fatores ambientais.

Nas atividades de pátio principal, a produtividade foi fortemente afetada pela interrupção mecânica e pelo carregamento de carretas durante o trabalho, com probabilidade praticamente certa dos efeitos destas variáveis. Nesta etapa também, com a parada do maquinário para manutenção, o operador era levado a descansar até que o conserto fosse finalizado. O carregamento de carretas foi uma variável significativa, pois a produtividade foi quantificada pelo número de toras organizadas no pátio. Portanto, nos momentos em que houve a necessidade de carregar ou descarregar carretas no pátio, o tempo despendido nesta operação prejudicou o desempenho das outras atividades. A variável IBUTG também influenciou esta variável, com resultado provável a muito provável que a temperatura afetou as atividades de pátio principal. Estes resultados devem-se, provavelmente ao fato de nesta operação terem sido registradas as maiores temperaturas, pois tratava-se de uma área totalmente aberta, sujeita a radiação solar direta. Axelson (1974) e Wasterlund (1998) citam que a exposição ao calor, provoca queda na capacidade laboral e danos à saúde dos trabalhadores, enfatizando os riscos da radiação solar (Kjellstrom e Crowe, 2011). Este fator é peculiar à atividade de pátio, visto que as outras operações são realizadas na floresta, onde este risco é minimizado. Adicionalmente, as máquinas continham cabines não climatizadas, o que potencializava os riscos ambientais, corroborado por Silva (2007). As pausas para descanso, foram influenciadas predominantemente pela interrupção mecânica, de forma que esta relação é praticamente certa.

Na etapa de pátio intermediário não houve influência significativa de nenhuma variável na produtividade. As pausas para descanso provavelmente foram influenciadas pela hora durante a jornada de trabalho, pois esta operação foi

diretamente dependente da presença de carretas no pátio para carregamento. As carretas foram mais frequentes na parte da manhã, o que afetou diretamente o tempo ocioso dos trabalhadores à tarde. Deve-se frisar que a coleta de dados dessa operação envolveu somente 01 jornada de trabalho.

4.5.1 Produtividade

A análise geral para todas as operações, apontou que é praticamente certo o efeito das pausas para descanso na produtividade da hora posterior, na jornada de trabalho. Estes resultados demonstram que, em geral, as pausas para descanso acarretaram em aumento significativo da produtividade na hora seguinte, o que pode ter sido explicado pelo aumento na eficiência operacional, pela simples diminuição do tempo em pausas ou pelo aumento do ritmo de trabalho após pausas mais longas. O mais provável é que ocorreu efeito combinado de ambos fatores (Tabela 21). Diversos autores, a saber Hansson (1990), Lilley *et al.* (2002) e Canzian *et al.* (2013) citam a necessidade de pausas programadas e melhorias na organização do trabalho florestal (Harstela, 1990; Axelsson, 1998). Além disso, autores citam a necessidade de mudanças nos modelos de pagamento por produção, para garantir a manutenção das pausas programadas, concomitantemente à produtividade (Axelsson, 1998; Lilley *et al.*, 2002), o que não ocorre nos modelos atuais (Kjellstrom e Crowe, 2011).

Tabela 21. Análise dos efeitos das pausas para descanso na produtividade da hora seguinte, com uso de regressão linear simples.

Regressão Linear Simples - Produtividade			
	Variável (p-valor)		
Etapa	Pausas - hora anterior	R² ajust.	N
Corte	0.3540	0.00	41
Pré-arraste	0.0173	0.09	50
Arraste	0.0014	0.19	43
Pátio principal	0.1845	0.02	29
TOTAL	0.0007	0.06	166

Foram realizadas também, análises individuais por operação, de forma a verificar em quais operações a produtividade foi mais afetada pelas pausas para

descanso. Os resultados demonstraram que nas etapas de pré-arraste e arraste os efeitos foram altamente significativos, sendo praticamente certa a influência das pausas na produtividade da hora seguinte. A operação de pátio principal apontou um provável efeito das pausas para descanso na produtividade, porém em menor magnitude.

Por outro lado, a etapa de corte florestal não apresentou efeitos significativos das pausas para descanso na produtividade. Provavelmente, outras variáveis foram influentes na produtividade, além do fato que os trabalhadores realizaram pausas praticamente em todas as horas de trabalho, devido à alta carga física exigida do motosserrista. Harstela (1990) e Çalikan e Çalar (2010) enfatizam que a ocupação motosserrista constitui um trabalho pesado. Sanches (2012) destaca que esta ocupação requer pausas programadas e ginástica laboral, devido à alta carga física e riscos ergonômicos relacionados à postura. Esta etapa foi a única que apresentou rodízio de funções em algumas equipes, em função da carga física da atividade e da necessidade de manutenção do alto desempenho, visando o pagamento de adicional por produção, recebido por toda a equipe.

Para verificar quais variáveis influenciaram na produtividade, visando otimização na organização do trabalho florestal, foi realizada a análise de correlação de Pearson, conforme a Tabela 22.

Tabela 22. Análise de correlação entre variáveis de desempenho do trabalho e produtividade.

Análise de Correlação de Pearson (r) - Produtividade						
Etapa	Análise	Variáveis				
		IBUTG	Hora	IM	Descanso	Carretas
Corte	p-valor	0.3138	0.0462	0.0024	0.5689	---
	r	0.1592	0.3092	-0.4553	0.0904	---
Pré-arraste	p-valor	0.5886	0.1681	0.1919	0.0456	---
	r	0.0775	0.1959	-0.1900	-0.2800	---
Arraste	p-valor	0.6151	0.0766	0.4958	0.9335	---
	r	0.0788	-0.2729	0.1067	0.0130	---
Pátio principal	p-valor	0.1938	0.7963	0.0003	0.0006	0.2344
	r	-0.2154	-0.0432	-0.5454	-0.5292	-0.1975
Pátio Intermediário	p-valor	0.6248	0.5455	1	0.0733	---
	r	0.1897	0.2334	0	-0.6225	---

Os resultados apontaram que, para o corte florestal, as variáveis hora e interrupção mecânica influenciaram a produtividade, apresentando correlação positiva com hora e correlação negativa com interrupção mecânica, ou seja, a interrupção mecânica causou diminuição da produtividade do trabalho, enquanto que com o passar das horas a produtividade aumentou. O efeito da hora na produtividade, pode ser explicado pela metas de produção e pelo pagamento de adicional por produção, prática aplicada principalmente nesta etapa. Conforme citam Smith *et al.* (1985) e Silva (2007), este bônus motiva a diminuição de pausas e aumento do ritmo de trabalho. Isto fica ainda mais evidente nas horas próximas ao fim da jornada de trabalho.

Na etapa de pré-arraste, as variáveis mais correlacionadas com a produtividade foram as pausas para descanso, em uma correlação negativa muito provável; a variável hora apresentou efeito provável. Nesse caso, com o passar das horas na jornada de trabalho, a produtividade aumentou. Este aumento de produtividade com o passar das horas, pode estar relacionado à motivação pela proximidade do fim do turno de trabalho. Por outro lado, a variável pausas para descanso prejudicou a produtividade, causando sua diminuição.

Na operação de araste, a variável mais correlacionada com a produtividade foi a hora. Dessa forma, com o passar das horas de trabalho houve queda de produtividade. Vale lembrar que as análises de correlação não levam em consideração a interação entre as variáveis, o que justifica a ausência de alta correlação da produtividade com IBUTG nesta análise, diferentemente das anteriores. Este resultado é previsível, pois a queda de produtividade no período da tarde, já enfatizada em outras análises, desta vez foi representada pelo passar das horas da jornada de trabalho.

Para a etapa de pátio principal, as variáveis mais significativas foram interrupção mecânica e pausas para descanso, sendo praticamente certo o efeito negativo na produtividade do trabalho. Estas variáveis demonstraram efeito negativo similar sobre a produtividade, pois eram estreitamente relacionadas entre si, desde que, nesta etapa, a interrupção mecânica levou a pausas para descanso dos operadores das máquinas avaliadas.

A etapa de pátio intermediário apresentou efeito somente da variável pausa para descanso, em que é muito provável esta correlação com a produtividade, pelo fato que as pausas para descanso ocorreram nos momentos em que não havia carretas para carregamento no pátio intermediário, o que coincidiu com menor produtividade devido ao tempo ocioso da operação. É necessário o ajuste da movimentação de carretas para a homogeneizar o andamento da operação de carregamento durante todo o turno de trabalho, de forma a não gerar tempo ocioso das atividades, corroborado por Machado (2014). Foi observado que durante a parte da tarde, o carregamento das carretas foi mais frequente. O planejamento prévio do transporte de madeira e o uso de rádios de comunicação, entre os líderes dos pátios e os motoristas de carretas resolveriam este problema logístico.

Foram analisadas por meio de estatística descritiva, as produtividades médias para cada hora de trabalho, com o objetivo de identificar as horas mais produtivas em toda a cadeia de operações do manejo florestal na empresa. Esta análise adicional foi importante para investigação dos motivos que determinaram a maior produtividade nestes horários, e dessa forma, buscar maneiras de incrementá-la ao longo da jornada de trabalho. A tabela 23 apresenta os valores médios de produtividade por hora de trabalho dentre as operações analisadas.

Tabela 23. Dados médios de produtividade real para todas as etapas do manejo florestal, divididos por hora de trabalho.

Produtividade Média							ÍNDICE TOTAL
Hora do dia	Corte (m³)	Pré-arraste (toras)	Arraste (toras)	Pátio Principal (toras e carretas)		Pátio Intermediário (carretas)	
06	---	---	---	5.50	0.00	---	6
07	6.18	3.25	11.00	15.50	0.00	1	37
08	13.09	6.17	11.40	10.75	1.25	1	44
09	8.16	6.17	12.00	14.75	0.00	3	44
10	10.29	6.00	10.80	5.25	1.75	3	37
11	11.69	9.17	12.40	2.50	1.00	1	38
13	11.62	7.83	10.00	7.50	1.00	3	41
14	12.56	8.00	7.80	16.25	1.25	3	49
15	9.13	6.33	9.60	6.00	1.75	2	35
16	14.95	6.75	9.40	11.50	2.25	2	47
17	---	6.00	---	---	---	---	6

Os resultados apontaram que, as horas mais produtivas nas operações de manejo florestal na área estudada foram entre 14 e 15 horas, 16 e 17 horas e de 08 a 10 horas, respectivamente. Estes resultados refletiram efeitos positivos do conforto térmico e o fato dos trabalhadores ainda estarem descansados entre 8 e 10 horas. Resultados similares foram encontrados por Gandaseca *et al.* (1997), Silva (2007) e Emmert (2014). A maior produtividade do sistema de manejo florestal ocorreu entre 14 e 15 horas e pode ser justificada pela parada para almoço e descanso (12 a 13 horas). Após essa parada, os trabalhadores ainda levaram um tempo para digestão do almoço e retorno ao ritmo natural de trabalho, atingindo seu pico entre 14 e 15 horas, o que condiz com estes resultados. A grande produtividade entre às 16 e 17 horas, mesmo em um horário de maior desgaste físico, pode ser explicada pelo fator motivação, em razão da proximidade do fim da jornada de trabalho somada à possibilidade de pagamento por excedente de produção, um estímulo financeiro oferecido pela empresa aos trabalhadores (Smith *et al.*, 1985; Lilley *et al.*, 2002).

Foi elaborado um gráfico geral, que representa o índice de produtividade para toda a jornada de trabalho na cadeia de operações de exploração florestal (Figura 16).

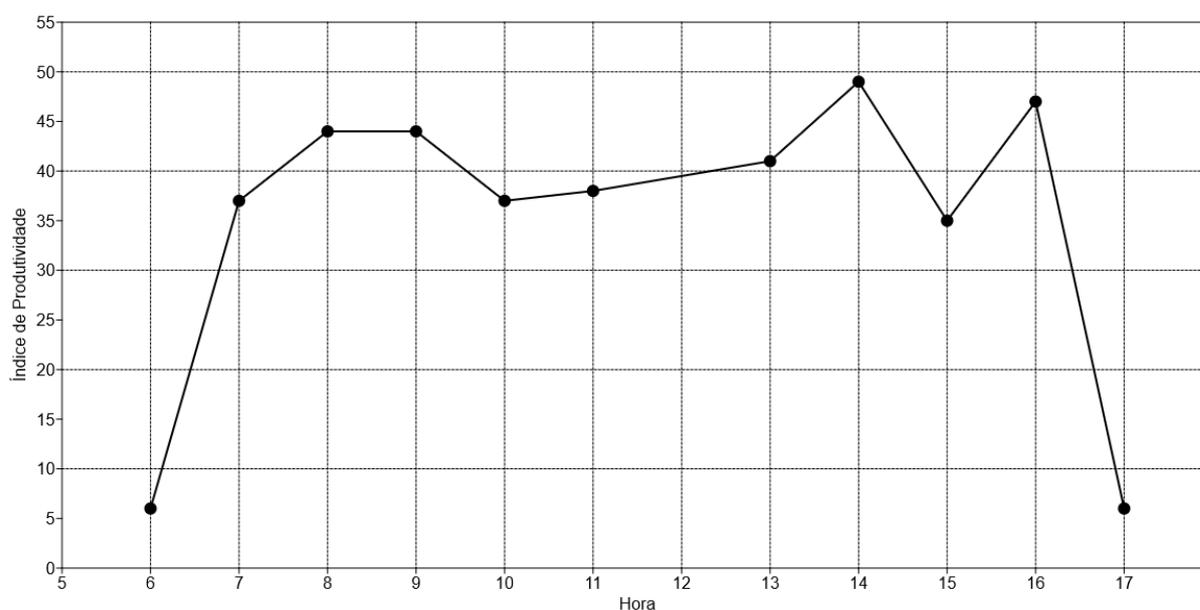


Figura 16. Índice de produtividade ao longo da jornada de trabalho, nas operações de exploração florestal.

Foram elaborados também gráficos ilustrativos para visualização da produtividade média ao longo do turno em cada operação. As Figuras 17 a 20 apresentam os resultados para todas as operações, exceto pátio intermediário.

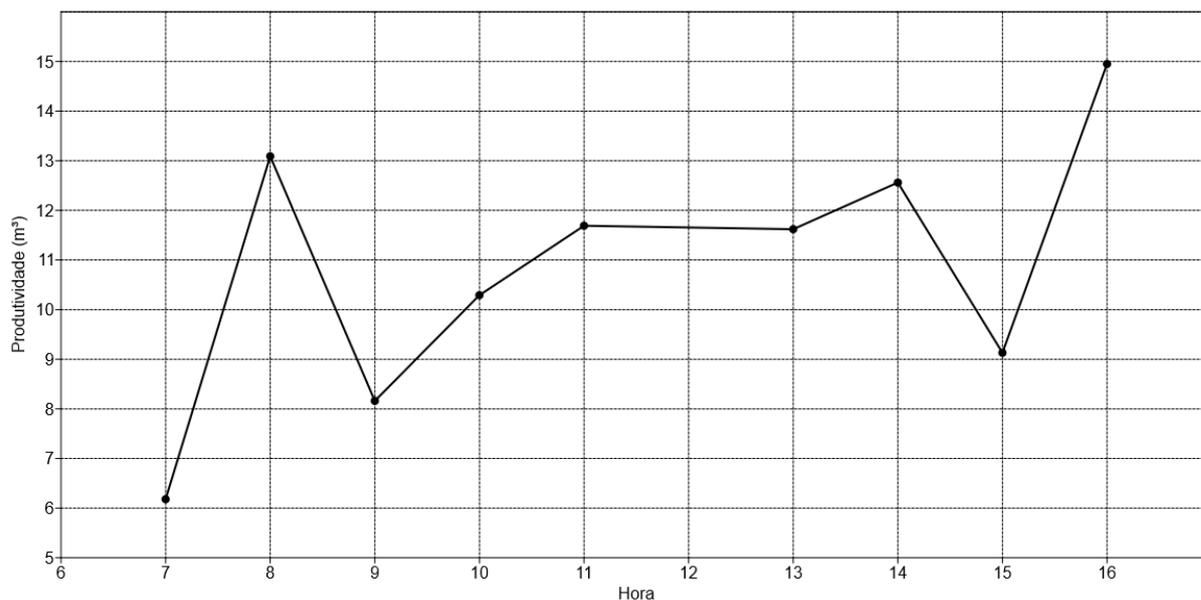


Figura 17. Produtividade média ao longo do turno de trabalho, para o corte florestal.

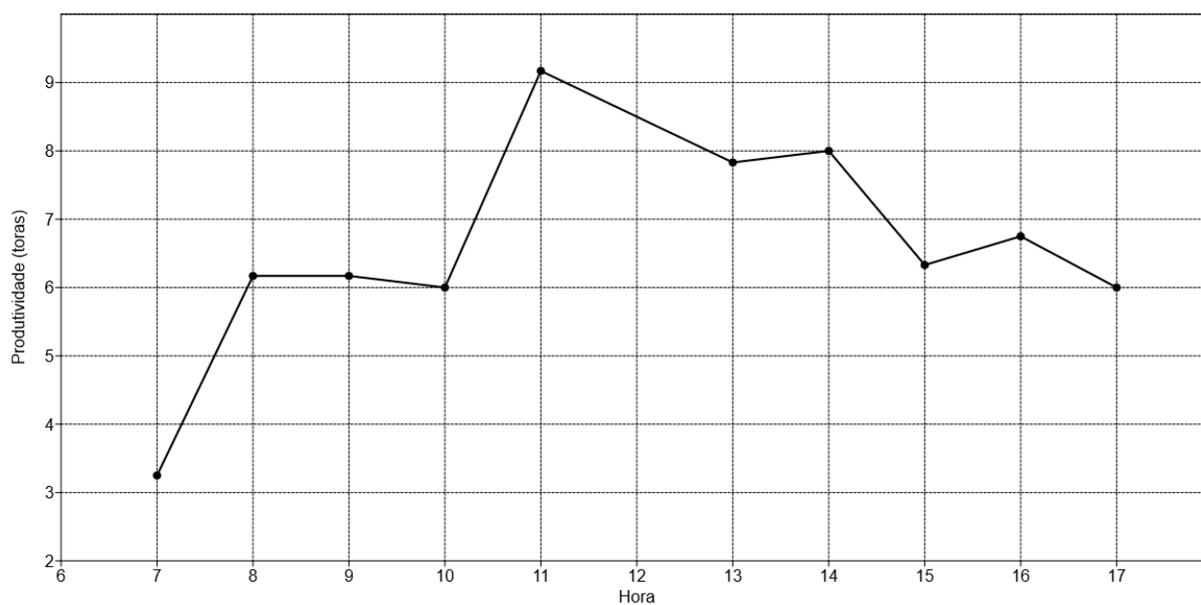


Figura 18. Produtividade média ao longo do turno de trabalho, para a etapa de pré-arraste.

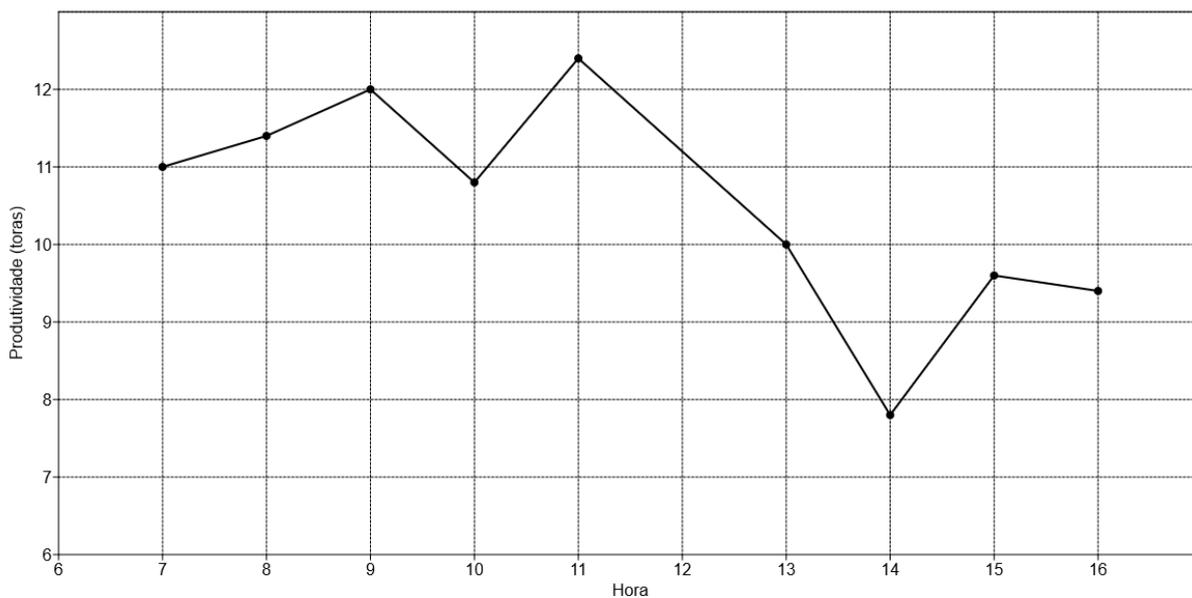


Figura 19. Produtividade média ao longo do turno de trabalho, para a etapa de arraste.

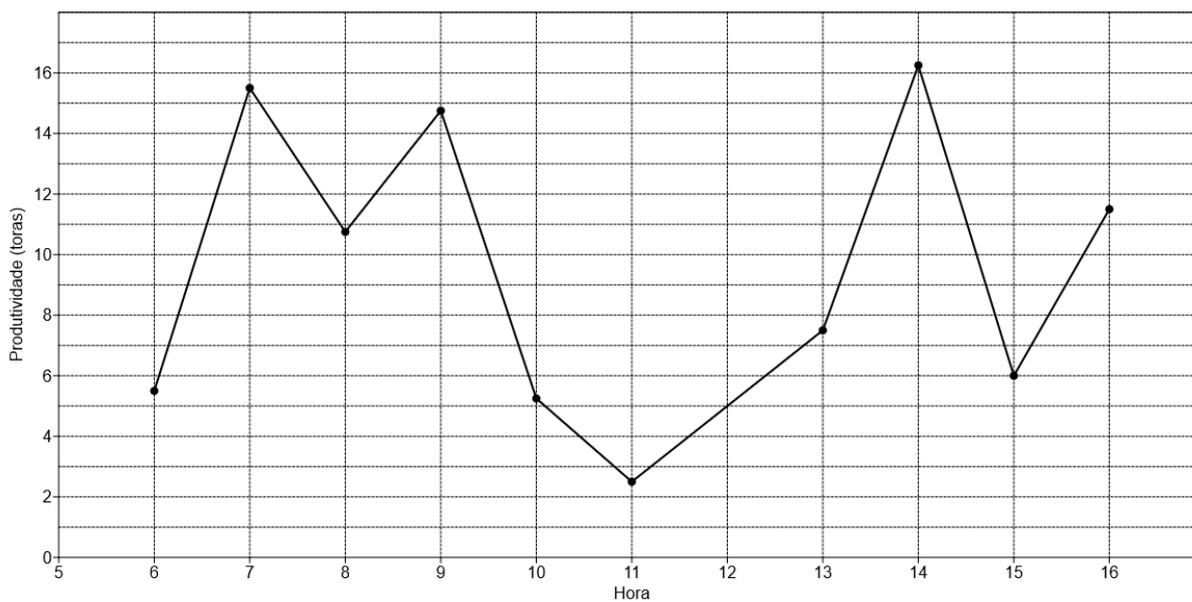


Figura 20. Produtividade média ao longo do turno de trabalho, para a etapa de pátio principal.

Individualmente nas operações, o corte florestal atingiu seu pico de produtividade entre 16 e 17 horas, o que foi explicado pelo estímulo financeiro por

adicional de produção. Esta é a etapa com maior premiação e quantidade de trabalhadores beneficiados pela bonificação em dinheiro.

Na etapa de pré-arraste, a hora mais produtiva ocorreu entre 11 e 12 horas, logo após a pausa programada de 15 minutos para alimentação (09 horas) e antes do horário de almoço, o que provavelmente foi um fator de motivação para o aumento de produtividade em relação às outras horas. Outro fator que pode ter interferido nestes resultados, é que durante a coleta de dados, coincidentemente não houve interrupção mecânica durante esse horário, variável esta que influenciou fortemente a produtividade desta operação.

Na etapa de arraste, a hora mais produtiva foi entre 11 e 12 horas, coincidindo com a etapa de pré-arraste. Provavelmente esse foi o horário mais produtivo nesta etapa pela mesma razão, a motivação pela proximidade do horário de almoço e descanso prolongado.

Na etapa de pátio principal, as horas do período matutino apresentaram em média maior produtividade que após o almoço, porém a hora mais produtiva das jornadas foi entre 14 e 15 horas. Estes resultados podem ser justificados pela observada queda na quantidade de carretas para carregamento e descarregamento, durante esse período da jornada, o que evitou a perda de tempo do operador com esta operação, podendo assim realizar a organização das toras. A produtividade entre 11 e 12 horas, a menor nesta etapa, coincidiu com a maior frequência de pausas para descanso, motivadas pelo excesso de calor radiante. Com isso, os trabalhadores aproveitaram estas pausas para antecipar o almoço e outras necessidades.

Na etapa de pátio intermediário, os períodos entre 09 e 11 horas e entre 13 e 15 horas foram os mais produtivos, porém esta variável não dependeu somente do desempenho do operador de carregamento analisado, mas também do ritmo e frequência de trabalho dos motoristas de carreta, que ao diminuírem seu ritmo, causaram diretamente o aumento de tempo ocioso do operador de carregadeira. Portanto, estes resultados foram relacionados aos horários em que os motoristas de carreta, apresentaram maior desempenho no transporte de madeira até o pátio principal.

4.5.2 Ciclo Operacional

Para verificar se houve efeitos da temperatura e outras variáveis na duração do ciclo operacional do movimento parcial escolhido, dentre as ocupações analisadas. Foi realizada regressão linear múltipla e Análise de Variância (ANOVA) para todas as etapas envolvidas (Tabela 24).

Tabela 24. Variáveis de influência na duração do ciclo operacional, por meio de regressão linear múltipla.

Regressão Linear Múltipla - Ciclo Operacional						
Etapa	Variáveis (p-valor)			ANOVA		N
	Hora	IBUTG	Volume	p	R ² ajust.	
Corte	0.0869	0.0675	0.0034	0.0064	0.06	136
Pré-arraste	0.5098	0.2207	---	0.2515	0.00	344
Arraste	0.0353	0.8557	---	0.1063	0.01	211
Pátio principal	0.0088	0.4216	---	0.0276	0.02	245
Pátio Intermediário	0.0267	0.9787	---	0.0679	0.19	19

Os resultados apontaram que para a regressão linear múltipla, com exceção do pré-arraste, todas as outras etapas demonstraram influência de muito provável a praticamente certa, das variáveis nos tempos de ciclo operacional. Para o pré-arraste, este efeito demonstrou ser apenas provável.

Na etapa de corte florestal, todas as variáveis envolvidas demonstraram alta probabilidade de influência na variável dependente, sendo praticamente certo o efeito do volume da árvore. Portanto, verificou-se influência da hora, IBUTG e do volume individual das árvores no tempo de ciclo de trabalho do motosserrista. Batista (2008) em seu trabalho na mesma área, constatou que o diâmetro das árvores influenciou diretamente na produtividade dos trabalhadores do corte florestal, variável altamente correlacionada com o volume. Quanto aos efeitos de IBUTG de hora, o aumento da temperatura e o passar das horas ao longo do turno, coincidiram com o aumento dos tempos do ciclo operacional analisado: derrubada. Axelson (1974) e Wasterlund (1998) corroboram, nos quais citam a perda de capacidade laboral em função do excesso de calor durante o trabalho. Batista (2008) corrobora ao afirmar que constatou tendência de queda de produtividade do corte florestal com o aumento de temperatura.

A etapa de pré-arraste não apresentou resultados significativos, em que é provável o efeito de IBUTG no tempo de ciclo operacional dos puxadores de cabo de aço. Na operação de arraste, a variável hora foi altamente significativa, sendo muito provável seu efeito no tempo do ciclo. Desse modo, com o passar das horas houve aumento do tempo de arraste das toras dispostas às margens das trilhas até o pátio intermediário, executado pelos operadores de *Skidder*. Alguns autores afirmam que o acúmulo de tensão muscular e estresse mental dos operadores de máquinas, geram problemas ergonômicos e fadiga significativa ao longo do turno, de acordo com (Attebrant *et al.*, 1997; Kirk *et al.*, 1997; Hagen *et al.*, 1998). Estes fatores provavelmente influenciaram a perda de desempenho ao longo do dia. Hagen *et al.* (1998) sugere rodízio de funções para alívio do estresse mental e dores musculoesqueléticas localizadas.

Na etapa de pátio principal, houve efeito significativo da hora no tempo de ciclo operacional, considerado praticamente certo. Isto significou que com o passar das horas de trabalho houve aumento no tempo de empilhamento e organização das toras no pátio principal, pelos operadores de pá-carregadeira. Apesar de a temperatura não ter sido influente nesta etapa, o fato de as cabines não serem climatizadas, trazem diversos riscos e podem ter acelerado processo de fadiga, segundo Silva (2007).

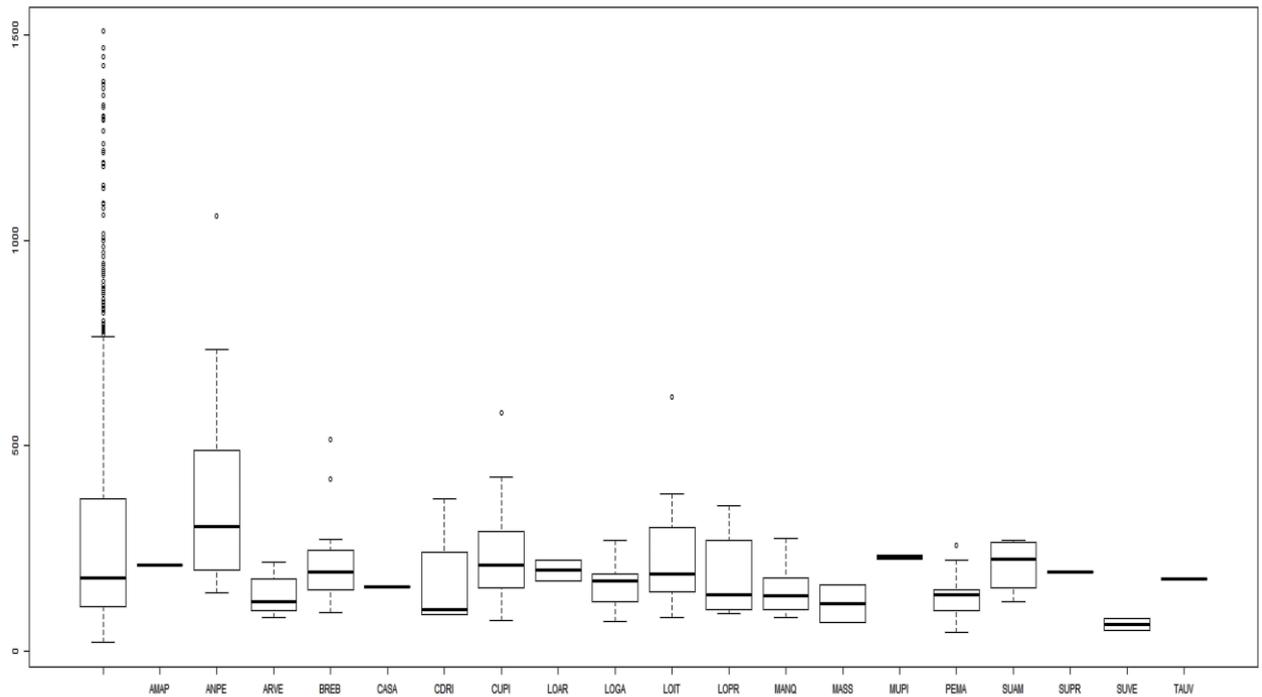
Na operação de pátio intermediário, houve um forte efeito da hora no tempo de carregamento de uma carreta e esta relação é muito provável. Portanto, com o passar do tempo na jornada de trabalho, o carregamento das carretas se tornou mais demorado.

Adicionalmente, para a etapa de corte florestal, além das variáveis quantitativas, foi verificado se houve influência do fator espécie no tempo de duração do ciclo operacional, podendo haver relações com características morfológicas como: densidade da madeira e presença de sapopemas. Estas variáveis podem exercer influência direta no andamento do trabalho e no tempo de corte das árvores. Para isso, foram analisados os tempos de ciclo individual em relação ao volume das árvores, todas categorizadas por espécie. As árvores exploradas durante a coleta de dados e seu volume médio individual são apresentados no Quadro 02.

Quadro 02. Espécies e volume médio das árvores exploradas durante a coleta de dados na etapa de corte florestal.

Código	Nome comum	Nome científico	Volume médio individual (m³)
AMAP	Amapá	<i>Brosimum parinarioides</i>	4.1270
ANPE	Angelim-pedra	<i>Hymenolobium modestum</i>	3.7861
ARVE	Arura-vermelho	<i>Iryanthera paraensis</i>	2.7264
BREB	Breu-branco	<i>Protium paniculatum</i>	3.7286
CASA	Castanha-sapucaia	<i>Lecythis zabucajo</i>	2.3250
CDRI	Cedrinho	<i>Scleronema micranthum</i>	3.4305
CUPI	Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	2.5091
LOAR	Louro-aritu	<i>Licaria aritu</i>	2.1970
LOGA	Louro-gamela	<i>Ocotea rubra</i>	4.4104
LOIT	Louro-itauba	<i>Mezilaurus itauba</i>	3.5621
LOPR	Louro-preto	<i>Ocotea neesiana</i>	2.9810
MANQ	Mandioqueira	<i>Qualea paraensis</i>	3.3953
MASS	Macaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	2.1770
MUPI	Muirapiranga	<i>Brosimum rubescens</i>	1.8150
PEMA	Pequiá-marfim	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	3.3273
SUAM	Sucupira-amarela	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	2.9943
SUPR	Sucupira-preta	<i>Diploptropis racemosa</i>	2.6210
SUVE	Sucupira-vermelha	<i>Andira parviflora</i>	2.6155
TAUV	Tauari-vermelho	<i>Cariniana micrantha</i>	3.4780

Para a maioria das espécies, foi verificada correlação positiva do volume individual com o tempo de ciclo operacional, ou seja, quanto maior o volume da árvore, maior o tempo de derrubada. Foram agrupadas as espécies em um gráfico de caixas (*boxplot*), para comparação entre os tempos de ciclo operacional, conforme apresenta a Figura 21.



Obs: A primeira caixa (esq. pra dir.) consiste em árvores sem identificação na base de dados fornecida.

Figura 21. Agrupamento dos tempos de ciclo individual (segundos) por espécie.

Percebeu-se com a visualização do gráfico, que a espécie *Hymenolobium modestum* Ducke (ANPE) conhecida como Angelim-do-Pará, foi visivelmente diferenciada em relação às outras espécies, apresentando tempos de ciclo superiores. Isto provavelmente foi relacionado à alta densidade de sua madeira e à presença de sapopemas (Ferreira *et al.*, 2004), o que dificultou o corte da árvore pelo motosserrista, aumentando o tempo de derrubada. Esta espécie possui uma madeira moderadamente pesada, com densidade aparente de cerca de 710 kg/m³ (IPT, 2016).

Dessa forma, as características morfológicas de diferentes espécies, influenciaram no tempo de ciclo operacional do corte florestal, constituindo um fator adicional de influência no desempenho da exploração de madeira.

4.5.3 Fatores Adicionais

Alguns fatores organizacionais do trabalho florestal podem ter influenciado a segurança, saúde e o desempenho dos trabalhadores. Estes aspectos não-operacionais foram analisados por Lilley *et al.* (2002), nos quais, os autores concluíram que o tempo de sono e o tempo total da jornada (transporte + trabalho), afetaram diretamente o desempenho e a segurança dos trabalhadores florestais.

Tabela 25. Fatores organizacionais do trabalho em exploração de madeira que afetam o desempenho e segurança do trabalho.

Fatores Adicionais	Etapa				
	Corte	Pré-arraste	Arraste	Pátio principal	Pátio Intermediário
Tempo de transporte	01:30:00	01:30:00	01:30:00	00:10:00	01:00:00
Tempo total de jornada	13:00:00	14:00:00	15:30:00	12:20:00	14:00:00
Repouso no alojamento	11:00:00	10:00:00	8:30:00	11:40:00	10:00:00
Duração média de sono	7:00:00	7:00:00	6:00:00	7:00:00	06:30:00
Nº de refeições/dia	3	4	3	4	3
Pagamento de adicional por produção	Sim	Não	Sim	Não	Não

As cargas horárias das jornadas de trabalho foram acima da permitida pela legislação trabalhista brasileira. O tempo de transporte até o local de trabalho, em geral foi elevado, o que foi agravado pelo uso de veículo inadequado para o transporte humano (pau-de-arara), ainda mais para longas distâncias. Nestas condições os riscos ergonômicos são altos, mesmo antes do trabalhador iniciar sua jornada, como citado por Emmert (2014) em um trabalho realizado no mesmo local. Os trabalhadores alegaram dores musculares e dores na coluna, mesmo antes do início das atividades, devido às condições de transporte.

Batista (2008) enfatizou em seu estudo, que nestes locais onde o alojamento é distante da área de trabalho, o transporte se torna relevante para o rendimento dos trabalhadores durante a jornada. Em função do alto tempo de jornada total, o período de repouso dos trabalhadores no alojamento foi reduzido, com exceção da etapa de pátio principal, ambiente de trabalho mais próximo do alojamento. O alojamento era confortável, possuía boa estrutura e disponibilizava atividades de lazer (jogos e televisão) para descanso mental durante o período de repouso. Além disso, a

alimentação foi considerada adequada e de boa qualidade, segundo Batista (2008), que avaliou a riqueza nutricional e energética da alimentação na área de estudo. O número de refeições foi considerado adequado e a empresa disponibilizou alimentos de rápido consumo no alojamento durante todo o tempo, com possibilidade do trabalhador levá-lo a campo, caso quisesse.

A maioria dos trabalhadores dormiram durante o mesmo período, mesmo que o trabalho envolvesse repouso de maior duração, como o caso do pátio principal. Isto deveu-se provavelmente à necessidade de interação durante o período de repouso, para o bem estar social e psíquico dos trabalhadores. Este fator foi enfatizado por Lilley *et al.* (2002), em que os autores concluíram que o período de descanso mental e sono reduzidos (menor que 07 horas) afetaram o desempenho, qualidade e a segurança durante o trabalho, em função da perda de concentração mental e disposição física. Dentre todas as etapas envolvidas, pode-se dizer que a operação de arraste, permaneceu em campo por um período excessivo, uma condição insalubre para os trabalhadores. Esta etapa demanda a aplicação de medidas urgentes de diminuição desse período de trabalho e mudanças na organização do trabalho, para mitigação da fadiga destes trabalhadores. Essa foi uma situação grave, ainda mais quando considerado o tempo de transporte ida/volta, o tempo reduzido para descanso mental e para período de sono, o que certamente prejudicou o bem estar físico e psíquico dos mesmos, corroborado por Lilley *et al.* (2002).

4.5.4 Percepção dos Trabalhadores Quanto às Condições Térmicas Ambientais

Para interpretar melhor os resultados encontrados neste estudo, foram aplicados questionários estruturados com perguntas relacionadas à percepção de calor dos trabalhadores e a fatores que interferem nessa interação, para todas as operações analisadas (Tabela 26).

Tabela 26. Informações pessoais dos trabalhadores, quanto à percepção do calor no ambiente de trabalho.

PERGUNTA	% de Trabalhadores - Resposta (SIM)			
	Corte	Pré-arraste	Arraste	Pátio
Você fuma?	5.6	25.7	16.7	0.0
Você pratica exercícios ou esportes?	72.2	77.1	33.3	62.5
Se sim, pratica regularmente?	0.0	0.0	16.7	0.0
Você tem algum problema de saúde?	8.3	2.9	16.7	0.0
Você ingere bebida alcoólica?	72.2	71.4	83.3	75.0
Você sente desconforto com o calor?	100.0	100.0	100.0	100.0
Você sente cansaço durante o dia?	100	100	16.7	100.0
O uniforme aumenta o desconforto com o calor?	66.7	71.4	16.7	37.5
Trabalhadores avaliados (%)	60	100	100	80
Número total de trabalhadores na operação	30	35	6	10

Os resultados encontrados, demonstraram que todos os trabalhadores avaliados nos questionários, ou seja, por volta de 85% da força de trabalho no manejo florestal, sentiu desconforto com o calor durante o trabalho. Estes números demonstraram, a importância de estudos das condições de trabalho para uma melhor qualidade da exploração de madeira. Quanto ao cansaço, a maioria dos trabalhadores afirmaram sentir fadiga durante o trabalho. A saber, todos os trabalhadores da etapa de corte, pré-arraste e pátio, com exceção dos trabalhadores do arraste, com alegação de apenas 01 trabalhador.

Dentre as variáveis que interferiram as interações com o calor, a ingestão de bebidas alcoólicas e a vestimenta foram citadas na bibliografia como facilitadoras da desidratação (Axelson, 1974; Parsons, 1995). Uma pequena parte dos trabalhadores confirmou a existência de problemas de saúde e consumo de cigarro. A maioria dos trabalhadores fumantes foram encontrados na etapa de pré-arraste (25%). A presença de problemas de saúde (principalmente cardíaco) e hábitos nocivos ao sistema cardiorrespiratório, como o consumo de cigarro, interferem na taxa metabólica dos trabalhadores. Estes indivíduos provavelmente gastam mais energia e produzem mais calor durante o trabalho (Axelson, 1974; NIOSH, 2016). Portanto, aspectos pessoais devem ser considerados em avaliações no trabalho florestal (Hagen *et al.*, 1993; Sant'Anna e Malinovski, 2002; Lilley *et al.*, 2002).

A maioria dos trabalhadores demonstrou desconforto com o uniforme cedido pela empresa, que apesar de ser leve e fino, é feito de um material que segundo eles,

não auxiliava para o conforto térmico. A maioria dos trabalhadores relatou a prática de esportes (futebol, predominantemente), exercida esporadicamente, durante as folgas. Dentro das áreas da empresa, não havia instalações para práticas de exercícios ou esportes, dessa forma estas atividades ficaram condicionadas às folgas.

Para determinação da percepção pessoal dos trabalhadores quanto aos aspectos relacionados ao calor, foram aplicados questionários. A Tabela 27 apontou os horários em que os trabalhadores sentiram mais calor.

Tabela 27. Horários mais quentes do dia, de acordo com a percepção dos trabalhadores de cada operação.

Hora	Percepção de calor - % de Trabalhadores			
	Corte	Pré-arraste	Arraste	Pátio
10-11h	33.3	40.0	16.7	-----
11-12h	83.3	60.0	16.7	100
12-13h*	66.7	60.0	100.0	100
13-14h	66.7	100.0	16.7	100
14-15h	50.0	80.0	16.7	100
15-16h	33.3	40.0	-----	100

*O horário 12-13h consiste em parada para almoço.

Os horários mais críticos de calor segundo a percepção dos trabalhadores, foram embasados principalmente nas etapas do corte e pré-arraste, pois mais de 80% da força de trabalho foi constituída destas duas operações. Dessa forma, os resultados apontaram que os horários entre 10 horas e 15 horas, foram os momentos mais incômodos para se trabalhar, com a presença de picos de desconforto térmico nos horários trabalhados entre 11-12 horas e 13-14 horas. Deve-se levar em consideração estas informações para a adequação do regime de pausas, de forma que nestes horários aumente-se a frequência de pausas e que o ritmo de trabalho seja menor em relação a outros horários, quando há menor desconforto térmico. Emmert (2014) constatou desconforto térmico dos trabalhadores na área de estudo. Gandaseca *et al.* (1997), Silva (2007) e Emmert (2014) detectaram a necessidade de pausas para descanso devido ao calor ainda no período de manhã, com início a partir de 09 horas. Foram verificados também os horários de maior cansaço dos trabalhadores durante a jornada de trabalho para cada etapa envolvida, conforme a Tabela 28.

Tabela 28. Horários de maior cansaço durante o dia, de acordo com a percepção dos trabalhadores.

Sensação de cansaço - % de Trabalhadores				
Hora	Corte	Pré-arraste	Arraste	Pátio
15-16h	50	80	---	100
16-17h	100	100	33.3	100
17-18h	---	100	33.3	---
18-19h	---	---	16.7	---

De acordo com os resultados, entre 15-18 horas o cansaço foi maior e isto pode acarretar em maiores riscos à segurança e saúde dos trabalhadores, o que exige aplicação de medidas de atenuação de fadiga durante estes horários. A aplicação de rodízio de funções nestes horários é uma boa opção para atenuação da fadiga e outros riscos devido ao cansaço (Axelsson, 1998; Lilley *et al.*, 2002; Canzian *et al.*, 2013). A determinação de pausas para descanso mais longas e alimentação podem auxiliar os trabalhadores a manter um ritmo de trabalho adequado nestes horários, sem prejuízo à saúde e segurança da atividade, medidas citadas também por Lilley *et al.* (2002) e Canzian *et al.* (2013). Diversos autores enfatizam a alta carga física do trabalho florestal e apontaram essa atividade como uma das mais extenuantes (Harstela, 1990; Hagen *et al.*, 1993; Lilley *et al.*, 2002). Portanto, pode-se dizer que um bom condicionamento físico e hábitos saudáveis são essenciais para a seleção de trabalhadores nesta atividade, observações feitas também por Harstela (1990), Hagen *et al.* (1993) e Sant'Anna e Malinovski (2002a).

4.5.5 Aspectos da Segurança do Trabalho

O desconforto térmico no ambiente de trabalho, acarretou em diversas alterações psicofisiológicas nos trabalhadores, o que causou aumento no riscos de acidentes e erros de perícia durante a execução das atividades, corroborando com Axelson (1974) e Ramsey (1995). Foram listadas na Tabela 29 a frequência de jornadas de trabalho em que foram observadas ações ou comportamento inseguro durante as horas mais quentes do dia (10-15 horas), discriminadas por operação.

Tabela 29. *Checklist* de efeitos psicofisiológicos observados, durante as horas mais quentes do dia (10 a 15 horas).

Ação/Comportamento Inseguro	Operações estudadas				Frequência
	Corte	Pré-arraste	Arraste	Pátio	
Agressividade	1	1	0	0	2
Histeria	0	0	0	0	0
Apatia	1	2	0	3	6
Mudanças no comportamento social	1	2	0	1	4
Diminuição de perícia em atividades motoras e simultâneas	3	3	2	1	9
Mudanças na forma de realização da tarefa	1	0	1	0	2
Déficit de atenção/concentração na execução do trabalho	4	3	1	0	8
Diminuição do tempo de reação a situações de risco	1	0	0	0	1
Déficit de compreensão comunicativa verbal	0	1	0	0	1
Perda de perícia em operação de máquinas/atividades motoras complexas	0	2	0	0	2
Retirada de EPIs para aliviar o desconforto térmico	3	1	0	0	4
TOTAL	15	15	4	5	39

Os resultados demonstraram que, as etapas de corte (15 observações) e pré-arraste (15 observações), foram as que apresentaram maior quantidade de efeitos psicofisiológicos relacionados ao desconforto térmico, totalizando 77% das observações em campo. Portanto, estas etapas do manejo florestal, requerem maior atenção e urgência na aplicação de medidas de controle e prevenção de acidentes. Foram verificados também, quais os efeitos psicofisiológicos mais comuns em campo. Os resultados apontaram que a diminuição de perícia em atividades motoras (9 observações), déficit de atenção/concentração (8) e apatia durante o trabalho (6) foram as mais frequentes, respondendo por quase 60% de todas as observações feitas em campo. As duas mais frequentes ações/comportamento encontradas, estão entre as mais citadas como causa de acidentes na atividade florestal, relacionadas a diversos fatores (Axelson, 1974; Slappendel *et al.*, 1993; Silva, 2007; Machado, 2014) Estas informações são importantes para a gestão de riscos de acidentes na empresa, por meio da aplicação de medidas eficazes de prevenção dos efeitos do excesso de calor na segurança do trabalho.

4.6 COMPARAÇÃO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS DURANTE O *EL NIÑO* GODZILLA (2015-2016) COM PERÍODOS SEM FENÔMENOS

4.6.1 Comparação com Variáveis Ambientais para uma Série Histórica (1985-2014) na Região

Foi consultado o banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e disponibilizados dados de variáveis meteorológicas da estação do município de Itacoatiara, Amazonas, para uma série histórica de 30 anos (1985-2014). Os dados utilizados, foram referentes aos mesmos dias do ano em que houve coleta de dados para a realização deste trabalho, totalizando 21 dias, distribuídos entre 04 de Novembro e 01 de Dezembro. Estes dados foram comparados com as variáveis coletadas em campo e aplicado Teste t para dados pareados, conforme a Tabela 30.

Tabela 30. Comparação entre variáveis meteorológicas de uma série histórica com as coletadas em campo.

Teste t para dados pareados				
Variáveis	Média	t	p-valor	IC (95%) (°C)
Temperatura do ar (°C) 30 anos	27.80	7.1608	0.0000	30.32 – 32.36
Temperatura do ar (°C) El Niño	31.29			33.76 – 35.80
Umidade relativa do ar (%) 30 anos	81.01	-4.9100	0.0001	88.65 – 99.94
Umidade relativa do ar (%) El Niño	67.72			75.36 – 86.65
Temperatura máxima (°C) 30 anos	33.27	1.7545	0.0940	33.03 – 36.13
Temperatura máxima (°C) El Niño	34.58			34.34 – 37.44
Temperatura mínima (°C) 30 anos	23.87	5.6447	0.0000	25.26 – 26.89
Temperatura mínima (°C) El Niño	26.08			27.47 – 29.10

Com base nos resultados, pode-se afirmar que houve diferenças altamente significativas entre as médias das variáveis da série histórica com as coletadas em campo, sendo praticamente certas as diferenças em temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura mínima. Para a variável temperatura máxima, os resultados demonstraram que a diferença é muito provável. As temperaturas médias durante o fenômeno foram maiores que as médias históricas, enquanto que a umidade relativa do ar resultou em valores menores que as médias históricas. Isto demonstrou os efeitos ambientais drásticos causados pelo fenômeno *El Niño Godzilla* na

Amazônia, de mesma natureza e que produziu efeitos similares ao *El Niño Modoki* no ano de 2010, com base nos resultados de Jiménez-Muñoz *et al.* (2013).

4.6.2 Comparação com Variáveis Ambientais em Período sem Fenômenos na Área de Estudo (Novembro de 2010)

Foi realizada uma análise preliminar, entre os dados históricos para a região com os dados coletados por Emmert (2014), para verificar a tipicidade das condições ambientais em Novembro de 2010. Foram avaliadas as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar, pois, foram as únicas variáveis coincidentes entre o banco de dados do INMET e os dados de Emmert (2014). Foi realizado Teste t para dados pareados, pois os dados referiram-se aos mesmos dias do ano (Tabela 31).

Tabela 31. Comparação entre variáveis ambientais de uma série histórica (1985-2014) com os dados coletados por Emmert (2014), em 2010.

Teste t para dados pareados				
Variáveis	Média	t	p-valor	IC (95%) (°C)
Temperatura do ar (°C) 30 anos	27.81	0.6014	0.5468	27.07 – 29.02
Temperatura do ar (°C) 2010	28.05			27.31 – 29.26
Umidade relativa do ar (%) 30 anos	81.12	2.4623	0.0781	81.15 – 93.33
Umidade relativa do ar (%) 2010	87.24			87.27 – 99.45

Os dados de temperatura do ar coletados em 2010, apresentaram médias muito similares, com uma probabilidade pouco provável de diferenças estatísticas entre os dados (p-valor: 0.5468). Os dados de umidade relativa do ar, resultou em diferença muito provável (p-valor: 0.0781). A UR (%) no ano de 2010, foi em média 6% superior à média histórica. Com isso, pode-se supor que muito provavelmente, Novembro de 2010 foi um período mais chuvoso que o usual, para este mês. Apesar da temperatura ter resultado em valores menores que em 2015, a maior frequência de chuvas e o consequente aumento de umidade do ar, provavelmente afetaram o andamento das operações e o desempenho dos trabalhadores florestais.

Em 2010, também foram coletados por Emmert (2014), dados em IBUTG e de outras variáveis ambientais. Dessa forma, foi possível verificar as diferenças das variáveis ambientais durante o *El Niño Godzilla*, com Novembro de 2010, período sem ocorrência fenômenos extremos. Foi aplicado Teste t para dados não-pareados e os resultados apresentados na Tabela 32.

Tabela 32. Comparação entre as variáveis ambientais do ano de 2010 com as coletadas durante o *El Niño Godzilla*, na área de estudo.

Teste t para dados não pareados				
Variáveis	Média	t	p-valor	IC (95%) (°C)
IBUTG (°C) 2010	26.87	6.3367	0.0000	26.64 – 27.09
IBUTG (°C) El Niño	28.05			27.78 – 28.32
Temperatura do ar (°C) 2010	28.38	8.6000	0.0000	28.03 – 28.73
Temperatura do ar (°C) El Niño	31.27			30.77 – 31.77
Temperatura de globo (°C) 2010	29.76	7.1574	0.0000	29.22 – 30.31
Temperatura de globo (°C) El Niño	34.29			33.31 – 35.27
Umidade relativa do ar (%) 2010	81.09	-7.6577	0.0000	79.07 – 83.10
Umidade relativa do ar (%) El Niño	67.82			65.31 – 70.33

Os resultados apontaram que houve diferenças significativas entre os dados de Emmert (2014) com os do presente estudo, com destaque para a diferença média de mais de 1°C em IBUTG. Estes resultados demonstraram que as diferenças entre as médias para todas as variáveis foram praticamente certas, sendo que as variáveis temperatura do ar e temperatura de globo apresentaram médias acima dos valores presentes em Novembro de 2010, enquanto que a umidade relativa do ar foi significativamente menor que em 2010. As implicações possíveis destes resultados são diversas, uma vez que estas condições ambientais atípicas afetam o desempenho e a saúde de trabalhadores que realizaram árduas atividades ao ar livre, além da falta de adaptação fisiológica a condições extremas, citados por Kjellstrom *et al.* (2009a) e Kjellstrom e Crowe (2011).

Para visualização das diferenças entre as temperaturas em Novembro de 2010 com Novembro de 2015, foram representadas duas imagens de anomalias de calor com base na média histórica para todo o país (Figura 22).

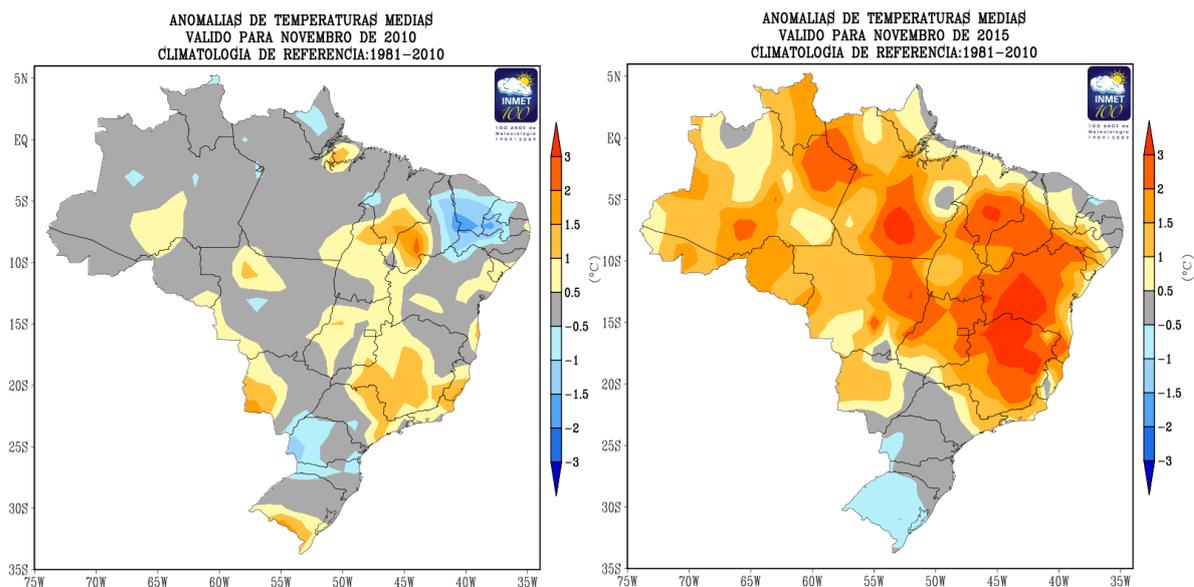


Figura 22. Diferenças entre as anomalias de temperatura para o mês de Novembro, nos anos de 2010 e 2015 (esquerda para direita). Fonte: INMET (2016).

A partir da Figura 22, percebeu-se que as anomalias de temperatura foram superiores em Novembro de 2015 em relação a 2010, apresentando entre 2 e 3°C de anomalia positiva na região da área estudada e em diversos locais, abrangendo praticamente toda a porção tropical do Brasil. É notável que em 2010 as anomalias positivas apresentaram distribuição e intensidade reduzidas, resultando em ausência de anomalias de temperatura na área de estudo. Em Novembro de 2010, o *El Niño modoki* que findou naquele ano, já havia se dissipado (Marengo *et al.*, 2011), enquanto que em 2015, o *El Niño Godzilla* esteve plenamente ativo durante a coleta de dados. Desse modo, estes resultados demonstraram os efeitos ambientais significativos destes fenômenos extremos na Amazônia, citados por Marengo *et al.* (2011) e Jiménez-Muñoz (2013). A Figura 23 ilustrou o comportamento das temperaturas ao longo das horas na jornada de trabalho, na área de manejo florestal, para os dois períodos.

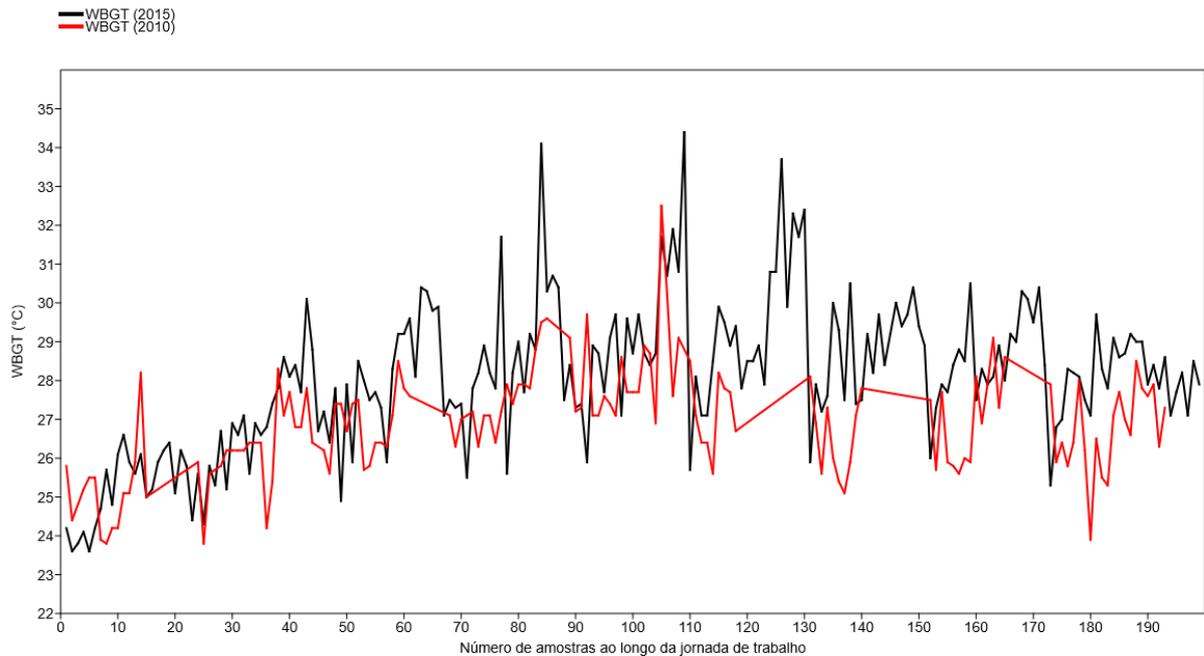


Figura 23. Temperaturas em IBUTG coletadas no ano de 2010 (vermelha) e durante o *El Niño* Godzilla em 2015 (preta), na área de manejo florestal.

Pode-se afirmar que o comportamento das temperaturas em IBUTG, ao longo das horas na jornada de trabalho, foi parcialmente similar para os 02 períodos. Entretanto, os valores de temperatura foram visivelmente diferentes, além de ter apresentado grandes picos de temperatura durante o *El Niño*, nos horários mais quentes (10-15h). A diferença média entre os valores em IBUTG para os dois períodos foi de 1.18°C, o que já foi um indício de possíveis diferenças na classificação do regime de pausas nas áreas de manejo florestal, se consideradas as mesmas ocupações e cargas físicas de trabalho (Tabela 33).

Tabela 33. Diferenças médias nos regimes de pausas entre os dois períodos (2015 e 2010), somente em função das diferenças em IBUTG.

Pausas segundo a NR-15 (em minutos)					
Etapa	Ano		Diferenças nas pausas (minutos)	Produtividade média (m³/h e toras/h)	Perdas produtivas (m³ e toras)
	2015	2010			
Corte	228	180	+48.0	10.81	-8.64
Pré-arraste	335	307.5	+27.5	6.74	-3.09
Arraste	261	177	+84.0	10.46	-14.65

Os resultados apresentados, apontaram que houve diferenças nos dimensionamentos dos regimes de pausas. Com base na hipotética aplicação destes

regimes, estimou-se os efeitos na produtividade e capacidade de trabalho das ocupações envolvidas na análise. No corte florestal, o regime de pausas estipulado pela NR-15, acarretou em perdas de 8.64 m³/jornada de produtividade, durante o *El Niño Godzilla*. Na atividade de pré-arraste, as perdas foram de 03 toras/jornada de trabalho. A operação de arraste, apresentou queda de 14.65 toras/jornada na produtividade. Esta análise foi feita aos moldes da realizada por Kjellstrom *et al.* (2009a), que estimaram as perdas de produtividade dos trabalhadores, em diversos cenários de simulação para mudança climática, por meio de temperaturas em IBUTG e regime de pausas estipulado pela norma da NIOSH. De forma geral, estes resultados demonstraram as diferenças dos regimes de pausas, caso a norma NR-15 fosse aplicada na prática.

Por fim, os efeitos negativos do aumento em IBUTG, devido ao fenômeno extremo *El Niño Godzilla* na produtividade dos trabalhadores em campo, foi estimado. Os resultados apontados buscam demonstrar indícios de alterações do desempenho dos trabalhadores florestais na Amazônia, em decorrência de fenômenos naturais extremos, possivelmente ligados à mudança climática.

5. CONCLUSÃO

As adequações normativas e as adequações práticas das condições de trabalho na exposição ao calor, acarretariam no aumento de bem estar dos trabalhadores, com consequentes melhorias na saúde, na segurança, na qualidade e no desempenho das operações de exploração de madeira. Estes são requisitos essenciais para alcançar a sustentabilidade do manejo florestal na Amazônia, sob o cenário atual e futuro da mudança climática.

5.1 RECOMENDAÇÕES

Em relação à avaliação do anexo 03 da norma NR-15, sugerimos que a classificação leve em consideração o clima e o tipo de atividade realizada a céu aberto, por meio da aplicação de fatores de correção nas tabelas existentes ou elaboração de tabelas específicas por atividade econômica/ocupação, para as principais condições de clima no país.

Sugere-se a aplicação de pausas programadas em horários estratégicos ao longo da jornada de trabalho, principalmente nos horários com maior alegação de desconforto térmico e cansaço dos trabalhadores.

A respeito da produtividade, são necessários treinamentos periódicos dos trabalhadores e rodízio de funções para as ocupações mais desgastantes, principalmente nas operações de corte e pré-arraste. Sugere-se a estipulação de um limite diário no pagamento por bônus de produção, que seja interessante para a empresa e não ponha em risco a saúde e a qualidade do trabalho, principalmente nas etapas de corte e pré-arraste. Quanto à produtividade nas operações de arraste e pátio principal, sugerimos a aquisição de máquinas novas/bom estado, de cabine fechada com condicionadores de ar.

Sugere-se a aquisição de veículos de transporte ergonomicamente adequados, devido à longa distância até o local de trabalho. É necessária adequação urgente da jornada de trabalho na operação de arraste, limitando-se ao período diurno (07-18h), devido a fatores: ergonômico (iluminação), saúde ocupacional (física e mental) e risco de acidentes (trabalho noturno). As operações de corte e pré-arraste, demandam medidas de prevenção de acidentes por meio de palestras de conscientização, diálogo diário de segurança e elaboração de mapa de riscos das operações, responsabilidade legal do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), da empresa estudada.

5.2 PRODUTO

Com base nos resultados encontrados, foram elaborados regimes de pausas para cada operação analisada. Critérios para elaboração do regime de pausas:

1. Percepção dos trabalhadores, quanto ao calor e à fadiga.
2. Temperaturas em IBUTG observadas.
3. As pausas observadas e a dinâmica de pausas durante a jornada.
4. Produtividade média.

Estes modelos foram confeccionados para as condições mais extremas de temperatura na região (*El Niño*), portanto, os tempos de pausas podem ser adaptados para períodos sem condições extremas de calor.

REGIMES DE PAUSAS SUGERIDOS PARA A EXPLORAÇÃO FLORESTAL DA EMPRESA MIL MADEIRAS PRECIOSAS S/A

Corte florestal

	Hora durante o turno de trabalho										
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Pausa (minutos)	05	---	10	05	---	almoço	10	05	10	---	

Pré-arraste

	Hora durante o turno de trabalho											
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Pausa (minutos)	---	10	---	10	---	almoço	10	---	10	10	---	

Arraste

	Hora durante o turno de trabalho											
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Pausa (minutos)	---	05	---	10	---	almoço	---	05	---	10	---	

Pátio principal

	Hora durante o turno de trabalho											
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Pausa (minutos)	---	---	10	---	10	---	almoço	15	---	15	10	---

Observações:

- As pausas foram estipuladas para o final de cada horário. Exemplo: os 10 minutos de pausa para descanso estipulados para às 09 horas, devem ser aplicados entre 09:50 e 10:00 horas da manhã.
- A etapa de pátio principal é uma exceção, pois o andamento desta operação depende diretamente da chegada e saída das carretas, dessa forma, nesta operação o momento de efetuar a pausa dentro da hora fica a livre arbítrio do operador.
- As pausas recomendadas servem para reidratação, alimentação e descanso dos trabalhadores.
- Os trabalhadores devem tomar chá e café moderadamente, pois são bebidas diuréticas que facilitam a desidratação.

REFERÊNCIAS

- Abeysekera, J. D. A.; Shahnava, H. 1990. Adaptation to discomfort in personal protective devices: an example with safety helmets. *Ergonomics* 33(2), 137-145.
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. De M.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, V.22, P.1-18.
- Amaral, P.; Veríssimo, A.; Barreto, P.; Vidal, E. 1998. *Floresta para sempre: Um manual para a produção de madeira na Amazônia*. Belém, Imazon, 130p.
- Apud, E. 1989. Human biological methods for ergonomics research in forestry. In Apud, E.; Bostrand, L.; Mobbs, I.D.; Strehlke, B. *Guide-Lines on Ergonomic Study in Forestry*. International Labour Organisation. Geneva, Pp 1-109.
- Attebrant, M.; Winkel, J.; Mathiassen, S. E.; Kjellberg, A. 1997. Shoulder-arm muscle load and performance during control operation in forestry machines: effects of changing to a new arm rest, lever and boom control system. *Applied Ergonomics* Vol. 28, No. 2, Pp 85-97.
- Axelsson, O. 1974. *Heat Stress in Forest Work*. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome.
- Axelsson, S. A. 1998. The mechanization of logging operations in Sweden and its effect on occupational safety and health. *International Journal of Forest Engineering*, Vol. 9, Pp. 25-31.
- Barnes, R. M. 1980. *Motion and time study, design and measurement of work* (7th Ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Barreira, D. D.; Nakamura, A. P. 2006. Resiliência e a auto-eficácia percebida: articulação entre conceitos. *Aletheia*, Nº 23, P. 75-80. Jan/Jun.
- Bates, G.; Parker, R.; Ashby, L.; Bentley, T. 2001. Fluid intake and hydration status of forest workers - A preliminary investigation. *International Journal of Forest Engineering*, 12(2):27-32.
- Batista, H. L. D. P. 2008. *Estudo de tempo e rendimento da motosserra considerando fatores ergonômicos numa exploração florestal na Amazônia Central*. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Inpa/Ufam. Manaus, Amazonas. 105p.
- Belding, H. S.; Hatch, T. F. 1955. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strains. *Heat./Pip./Air Cond.*, 27: 129-136.
- Beshir, M. Y.; Ramsey, J. D. 1988. Heat stress indices: A review paper. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 3, 89-102.
- BIONTE, 1997. *Relatório final do projeto BIONTE (Biomassa e nutrientes na floresta tropical)*. INPA/DFID, Manaus, 345p.

Botsford, J. H. 1971. A wet globe thermometer for environmental heat measurement. *American Industrial Hygienists Association Journal*, 32: 1-10.

Brasil. 1978. *Norma Regulamentadora Nº 15: Atividades e operações Insalubres*. Ministério do Trabalho e Emprego.

Brasil, 1990. *Norma Regulamentadora Nº 17: Ergonomia*. Ministério do Trabalho e Emprego.

Brasil. 2002. *Classificação Brasileira de Ocupações*. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília. Disponível em: <http://www.mteco.gov.br/cbosite/pages/home.jsf> .

Brasil, 2005. *Norma Regulamentadora nº 31: Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura*. Ministério do Trabalho e Emprego.

Brode, P.; Blazejczyk, K.; Fiala, D.; Havenith, G.; Holmér, I.; Jendritzky, G.; Kurlane, K.; Kampmann, B. 2013. The universal thermal climate index UTCI compared to ergonomics standards for assessing the thermal environment. *Industrial Health*. 51, 16–24.

Brode P.; Fiala D.; Blazejczyk K.; Holmér I.; Jendritzky G.; Kampmann B.; Tinz B.; Havenith G. 2012. Deriving the operational procedure for the universal thermal climate index UTCI. *International Journal of Biometeorology*. 56:481–494.

Canzian, W. P.; Juvanhol, R. S.; Fiedler, N. C.; Junior, J. K.; Barbosa, R. P.; Carmo, F. C. A. 2013. Análise da carga física de trabalho em operações de colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas. *Revista Científica Eletrônica De Engenharia Florestal*. Ano Xi - Volume 22, Número 1. Garça, Sp.

Christie C. J. 2006. *A field investigation of physical workloads imposed on harvesters in South African forestry*. Dissertation. Rhodes University.

Clement, C.; Higuchi, N. 2006. *A Floresta Amazônica e o futuro do Brasil*. *Amazônia/Artigos*.

Couto, H. A. 2002. *Como implantar ergonomia na empresa: a prática dos comitês de ergonomia*. Belo Horizonte. Ergo Editora, 336p.

Çaliskan, E., Çaglar, S. 2010. An assessment of physiological workload of forest workers in felling operations. *African Journal Of Biotechnology* Vol. 9(35), Pp. 5651-5658.

Emmert, F. 2014. *Combinação de dados de campo e métodos computacionais para o planejamento da exploração florestal na Amazônia*. Tese De Doutorado. Universidade De Brasília. Ppge-FI.Td-041.

Epstein, Y.; Moran, D. S. 2006. Thermal confort and the heat stress indices. *Industrial Health*, 44, 388-398.

Extech Instruments. 2015. Heat stress WBGT meter ht-30. Product datasheet. Web: <Http://Www.Extech.Com/Ht30/> Acessado em: 01/11/2015.

Fernandes M; Morata T.C. 2002. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 68:705-13.

Ferreira, G.C.; Gomes, J.I.; Hopkins, M.J.G. 2004. Estudo anatômico das espécies de Leguminosae comercializadas no estado do Pará como “angelim”. *Acta Amazonica*, Vol. 34(3) 387-398.

Fundacentro. 2002. *Norma De Higiene Ocupacional 06: Avaliação da Exposição Ocupacional Ao Calor*. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. Ministério do Trabalho e Emprego.

Gagge, A.P.; Stolwijk, J. A. J.; Nishi, Y. 1971. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. *ASHRAE Trans.*, 77: 247-262.

Gandaseca, S.; Yoshimura, T.; Yamamoto, T.; Kanzaki, K. 1997. Working time design for industrial forest plantations in East Kalimantan. *Journal of Forest Research*, 2(1):21-24.

Garmin Ltd. 2015. Garmin Connect. Web: <https://connect.garmin.com/pt-br/> Acessado Em: 30/12/2015.

Hagen, K. B.; Magnus, P.; Vetlesen, K. 1998. Neck/shoulder and low-back disorders in the forestry industry: relationship to work tasks and perceived psychosocial job stress. *Ergonomics*, Vol. 41, No. 10, 1510 -1518.

Hagen, K.B.; Vik, T.; Myhr, N. E.; Opsahl, P. A.; Harms-Ringdahl, K. 1993. Physical workload, perceived exertion and output of cut wood as related to age in motor-manual cutting. *Ergonomics*, 36, 479 -488.

Hancock, P. A.; Vasmatazidis, I. 2003. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *International Journal Hyperthermia*. Vol. 19, No. 3, Pp. 355–372.

Hancock, P. A.; Warm, J. S. 1989. A dynamic model of stress and sustained attention. *Human Factors*, 31(5) 519-537.

Hansson, J. E. 1990. Ergonomic design of large forestry machines. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 5, 255-266.

Harstela, P. 1990. Work postures and strain of workers in Nordic forest work: a selective review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 5, 219-226.

Henderson, J. 1989. *Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname*. Dissertation. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

Higuchi, N.; Santos, J.; Lima, A. J. N.; Higuchi, F. G.; Silva, R. P; Souza, C. A. S.; Pinto, F. R. 2010. Perspectivas do manejo florestal sustentável para a Amazônia brasileira. *Hiléia - Revista do Direito Ambiental da Amazônia*. Nº 8.

Hübler, M.; Klepper, G.; Peterson, S. 2008. Costs of climate change: the effects of rising temperatures on health and productivity in Germany. *Ecological Economics*, 68, 381-393.

IBGE. 2012. *Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos*. 2a Ed. IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio De Janeiro, 275p.

lida, I. 1990. *Ergonomia: Projeto e Produção*. 1ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher. 614p.

ILO. 1996. *Improving working conditions and increasing profits in forestry*. International Labour Office ISBN 92-2-109757-9. Geneva.

INMET. 2016. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Instituto Nacional de Meteorologia. Web: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acessado Em 10/08/2016.

INPE. 2016. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Web: <Http://Clima1.Cptec.Inpe.Br/Estacaochuvosa/Pt>. Acessado em 31/05/2016.

IPCC. 2007. *Fourth assessment report: Adaptation and vulnerability*. Inter-Governmental Panel on Climate Change. Geneva. Cambridge University Press.

IPCC. 2010. Guidance note for lead authors of the IPCC fifth assessment report on consistent treatment of uncertainties. In: *IPCC cross-working group meeting on consistent treatment of uncertainties*. Inter-Governmental Panel on Climate Change Jasper Ridge, CA, USA.

IPT, 2016. Instituto De Pesquisas Tecnológicas. Web: Http://Www.Ipt.Br/Informacoes_Madeiras/8.Htm Acessado Em 20/10/2016.

ISO 8996. *Ergonomics of thermal environment - Determination of metabolic heat production*. International Organization for Standardization, Geneva. 2004.

Jiménez-Muñoz, J. C.; Sobrino, J. A.; Mattar, C.; Malhi, Y. 2013. Spatial and temporal patterns of the recent warming of the Amazon Forest. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 118, 5204–5215.

Kampmann, B.; Brode, P.; Fiala, D. 2012. Physiological responses to temperature and humidity compared to the assessment by UTCI, WBGT and PHS. *International Journal of Biometeorology*, 56:505–513.

Kirk, P. M.; Byers, J. S.; Parker, R. J.; Sullman, M. J. M. 1997. Mechanisation developments within the New Zealand forest industry: The human factors. *Journal Forest Engineering*, Vol 8, Pp. 75-80.

Kjellstrom, T. 2009. Climate change, direct heat exposure, health and well-being in low and middle-income countries. *Global Health Action*. Guest Editorial.

Kjellstrom, T.; Crowe, J. 2011. Climate change, workplace heat exposure, and occupational health and productivity in Central America. *Climate International Journal of Occupational & Environmental Health*. Vol. 17/No 3.

Kjellstrom, T.; Holmer, I.; Lemke, B. 2009b. Workplace heat stress, health and productivity - an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global Health Action*.

- Kjellstrom, T.; Kovats, R. S.; Lloyd, S. J.; Holt, T.; Tol, R. S. J. 2009a. The direct impact of climate change on regional labor productivity. *Archives of Environmental & Occupational Health*, Vol. 64, No. 4.
- Leitão Filho, H. F. 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. *IPEF*, N.35, P.41-46, Abril.
- Lemke, B.; Kjellstrom, T. 2012. Calculating workplace WBGT from meteorological data: A tool for climate change assessment. *Industrial Health*, 50, 267-278.
- Lentini, M.; Pereira, D.; Celentano, D.; Pereira, R. 2005. *Fatos florestais da Amazônia: 2005*. Belém, instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, Imazon.
- Lilley, R.; Feyer, A. M.; Kirk, P.; Gander, P. A. 2002. Survey of forest workers in New Zealand - Do hours of work, rest, and recovery play a role in accidents and injury? *Journal of Safety Research*. Vol. 33, Pp. 53-71.
- Lopes, S. E. 2007. *Análise técnica e econômica de um sistema de colheita florestal*. Tese de doutorado. Universidade Federal De Viçosa, UFV. 124p.
- Lucas, R. A. I.; Epstein, Y.; Kjellstrom, T. 2014. Excessive occupational heat exposure: A significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers. *Extreme Physiology & Medicine*, 3:14.
- Maeda, T.; Kaneko, S.; Ohta, M.; Tanaka, K.; Sasaki, A.; Fukushima, T. 2006. Risk factors for heat stroke among Japanese forestry workers. *Journal of Occupational Health*, 48, 223:229.
- Machado, C.C. *Colheita Florestal*. 3ª Ed. Editora Viçosa, 2014. 543p.
- Marengo, J. A.; Tomasella, J.; Alves, L. M.; Soares, W. R.; Rodriguez, D. A. 2011. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon Region. *Geophysical Research Letters*, Vol. 38, L12703.
- Mcmichael A. J.; Haines A.; Sloof R.; Kovats S. 1996. *Climate change and human health*. Geneva: World Health Organization – WHO.
- Minette, L. J. 1996. *Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra*. Tese de doutorado. Universidade Federal De Viçosa, 211p. Viçosa, Minas Gerais.
- Minette, L. J.; Schettino, S.; Souza, V. G. L.; Duarte, C. L.; Souza, A. P. 2015. Avaliação biomecânica e da carga física de trabalho dos trabalhadores florestais em regiões montanhosas. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, V. 43, N. 107, P. 541-550.
- NIOSH. 2016. *Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to heat and hot environments. Revised criteria*. By: Jacklitsch, B.; Williams, W. J.; Musolin, K.; Coca, A.; Kim, J. H.; Turner, N. Department Of Health And Human Services, Centers For Disease Control And Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health.
- Olgay, V. 1973. *Design with climate – A bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press. Princeton. 190p.

- Parsons, K. C. 1995. International heat stress standards: A review. *Ergonomics* 38(1), 6—22.
- Parsons, K. C. 2001. *The estimation of metabolic heat for use in the assessment of thermal comfort*. Loughborough University, UK.
- Peters, H. 1991. Evaluating the heat stress indices recommended by ISO. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 7, 1-9.
- PWA. 2015. *Precious Woods Amazon. Public Overview: Sustainable Forest Management*. Itacoatiara, Brasil.
- PWA. 2016. *Precious Woods Amazon. Public Overview: Sustainable Forest Management*. Itacoatiara, Brasil.
- RADAMBRASIL. 1978. Projeto RADAMBRASIL. Levantamento dos recursos naturais, volume 18. Folha as. 20 *Manaus; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro. 628 p. Ministério das Minas e Energia.
- Ramsey, J.D. 1995. Task performance in heat: A review. *Ergonomics*, 38(1):154-165.
- Ramsey, J. D.; Burford, C. L.; Beshir, M. Y.; Jensen, R. C. 1983. Effects of workplace thermal conditions on safe work behavior. *Journal of Safety Research* 14, 105—114.
- Sabogal, C.; Lentini, M.; Pokorny, B.; Silva, J. N. M.; Zweede, J.; Veríssimo, A.; Boscolo, M. 2006. *Manejo florestal empresarial na Amazônia brasileira*. Belém: CIFOR.
- Saliba, T. M. 2014. *Manual prático de avaliação e controle de calor: PPRa*. São Paulo: Ltr Editora, 6ª Edição.
- Sanches, A. L. P. 2012. *Metas de produção em função da carga física do trabalho e repetitividade para operações de colheita florestal em terrenos montanhosos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal De Viçosa, UFV.
- Sant'anna, C. M.; Malinovski, J. R. 1999. Avaliação da segurança no trabalho de operadores de motosserra no corte de eucalipto em região montanhosa. *Ciência Florestal*, Santa Maria, V. 9, N. 2, P. 75-84.
- Sant'anna C. M.; Malinovski, J. R. 2002a. Uso da análise multivariada no estudo de fatores humanos em operadores de motosserra. *Cerne*, Vol. 8, Núm. 2, Pp. 98-104.
- Sant'anna, C. M.; Malinovski, J. R. 2002b. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de Minas Gerais. *Cerne*, Vol. 8, Núm. 1, Pp. 115-121.
- Sawka, M. N.; Latzka, W. A.; Montain S. J.; Cadarette, B. S.; Kolka M. A.; Kraning, K. K.; Gonzalez, R. R. 2001. Physiologic tolerance to uncompensable heat: Intermittent exercise, field vs laboratory. *Medicine & science in sports & exercise*. *American College of Sports Medicine*.
- Silva, E. P. 2007. *Avaliação dos fatores ergonômicos em operações de extração florestal em terrenos montanhosos na região de Guanhães, MG*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa, Minas Gerais.

- Slappendel, C.; Laird, I.; Kawachi, I.; Marshall, S.; Cryer, C. 1993. Factors affecting work-related injury among forestry workers: A review. *Journal of Safety Research*. Vol. 24, Pp. 19-35.
- Smith, L. A.; Wilson, G. D.; Sirois, D. L. 1985. Heart-rate response to forest harvesting work in the South-Eastern United States during summer. *Ergonomics* 28(4), 655-664.
- Smolander, J.; Ilmarinen, R. E.; Korhonen, O. 1991. An evaluation of heat stress indices (ISO 7243, ISO/DIS 7933) in the prediction of heat strain in unacclimated men. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 63:39-41.
- Teixeira Júnior, A. S. 1981. Leis Da Termodinâmica. *Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura*. IBECC, São Paulo.
- Trenberth, K. E. 1997. The definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*. Vol. 78, No. 12.
- Tsioras, P. A. 2012. Promotion of Safety in Forest Operations. In: *Advanced Research in Scientific Areas*.
- Vogt, J.J.; Libert, J.P.; Candas, V.; Daull, F.; Mairiaux, Ph. 1983. Heart rate and spontaneous work-rest cycles during exposure to heat. *Ergonomics*, 26(2):1173-1185.
- Walk F. 2012 *Segurança em operações com motosserra*. Monografia de especialização em engenharia de segurança do trabalho, Universidade Estadual De Ponta Grossa, UEPG. Ponta Grossa. 60p.
- Wasterlund D. S. 1998. A review of heat stress research with application to forestry. *Applied Ergonomics* Vol. 29, No. 3, Pp. 179—183.
- Wasterlund D. S. 2001. *Heat stress in forestry work*. Doctor's Dissertation. University of Agricultural Sciences, Umea, Sweden. 22p.
- Wasterlund D. S.; Chaseling J.; Burström L. 2004. The effect of fluid consumption on the forest workers performance strategy. *Applied Ergonomics*, 35: 29-36.
- Wisner, A. 1987. *Por dentro do trabalho – Ergonomia: Métodos e técnica*. São Paulo. Editora Ftd/Oboré.
- Yaglou, C. P.; Minard, D. 1957. Control of heat stress casualties at military training centers. *Archives of Industrial Health*, 16: 302-316.