



Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto
Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde

Luís Ferreira Monteiro Neto

**Estresse Físico e Psicofisiológica na
Desossa em Frigoríficos Bovinos e a Macro
Pausa de Descanso Durante Atividade**

**São José do Rio Preto
2014**

Luís Ferreira Monteiro Neto

Estresse Físico e Psicofisiológica na Desossa
em Frigoríficos Bovinos e a Macro Pausa de
Descanso Durante Atividade

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina de São José do Rio Preto para
obtenção do Título de Doutor no Curso
de Pós-Graduação em Ciências da
Saúde, Eixo Temático: Medicina e
Ciência Correlatas.

Orientador: Prof. Dr. Airton Camacho Moscardini

Co-Orientador: José Maria Pereira de Godoy

São José do Rio Preto
2014

Monteiro Neto, Luís Ferreira

Estresse Físico e Psicofisiológica na Desossa em Frigoríficos Bovinos e a Macro Pausa de Descanso Durante Atividade / Luís Ferreira Monteiro Neto

São José do Rio Preto, 2014

70 p.;

Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto – FAMERP

Eixo Temático: Medicina e Ciências Correlatas

Orientador: Prof. Dr. Ailton Camacho Moscardini

Co-Orientador: José Maria Pereira de Godoy

1. Saúde do Trabalhador; 2. Ergonomia; 3. Fisioterapia do Trabalho; 4. Eletromiografia; 5. Fadiga Muscular.

Luís Ferreira Monteiro Neto

Estresse Físico e Psicofisiológica na Desossa
em Frigoríficos Bovinos e a Macro Pausa de
Descanso Durante Atividade

Banca Examinadora

Tese para Obtenção do Grau de Doutor

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Airton Camacho Moscardini

2º Examinador: Prof. Dr. Eduardo Ferro dos Santos

3º Examinador: Prof. Dr. Olavo Egídio Alioto

4º Examinador: Prof. Dr. Márcio Alves Marçal

5º Examinador: Profa. Dra. Aila Narene D. Criado Rocha

Suplentes: Prof. Dr. Paulo Rogério Corrêa

Prof. Dr. Sírio Hassem Sobrinho

São José do Rio Preto, 20/10/2014
SUMÁRIO

Dedicatória.....	i
Agradecimentos	ii
Epígrafe	iii
Lista de Figuras.....	iv
Lista de Tabelas.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
1. Introdução	1
1.1. Doenças Ocupacionais.....	3
1.1.1. Fatores Etiológicos e Sintomas	5
1.2. Eletromiografia	6
1.2.1. Aspectos Relacionados à Eletromiografia	6
1.3. Fadiga Muscular.....	8
1.4. Justificativa.....	11
1.5. Objetivo	12
2. Casuística e Método	13
2.1. Consideração Ética	14
2.2. Casuística e Local	14
2.3. Critério de Inclusão	14

2.4. Critério de Exclusão	14
2.5. Randomização dos Participantes	15
2.6. Condições Ergonomicas do Local de Estudo	15
2.7. Procedimentos para Coleta das Variáveis	16
2.8. Mecanismos de Avaliação.....	17
2.8.1. Eletromiografia	17
2.8.1.1. Software de Avaliação do Sinal EMG	20
2.8.2. Lactímetro.....	22
2.8.2.1. Coleta do Ácido Láctico	23
2.8.3. Questionário Bipolar de Fadiga	24
2.8.4. Análise Estatística	24
3. Resultados	26
3.1. Eletromiografia	27
3.2. Lactato Sanguineo	29
3.3. Questionário Bipolar de Fadiga.....	32
4. Discussão.....	35
5. Conclusões	43
6. Referências Bibliográficas.....	45
7. Apêndice	56
8. Anexos.....	58

- ✓ À **minha esposa** sem você eu não teria a força pra fazer nada.

- ✓ Aos **meus filhos** que apenas por existirem já me ajudam muito a ter força e coragem pra enfrentar os problemas.

Agradecimentos

- ✓ Primeiramente a **Deus** por me deixar trilhar este caminho, pois sem ele não seria possível.

- ✓ A todos os **amigos** e **parceiros** que estiveram junto comigo neste trabalho, pois sei que não foi fácil conseguir chegar ao final e sem vocês isso não teria acontecido.

- ✓ Ao meu orientador **Prof. Dr. Airton Camacho Moscardini**, sua paciência e acolhimento foram indispensáveis para terminar este percurso. Que Deus continue iluminando sua vida.

- ✓ Ao **Prof. Dr. José Maria Pereira de Godoy** pela sua co-orientação e zelo nesta etapa final sem o senhor acho que teria desistido, obrigado por me acolher e orientar.

- ✓ À **FAMERP**, por possibilitar a honra de cursar este programa de Doutorado.

- ✓ Aos colegas **Olavo**, **Allison** e **Fernando** pela participação efetiva na pesquisa realizada, muito obrigado por caminharem comigo.

A mente que se abre a uma nova
ideia jamais voltará ao seu tamanho original.

Albert Einstein

Lista de Figura

Figura 1.	Biomecânica da função de desossa, posturas adotadas durante o gesto laboral.....	15
Figura 2.	Gancho e faca utilizados na desossa.....	16
Figura 3.	Esquema da coleta do lactato sanguíneo e questionário bipolar durante a jornada de trabalho dos indivíduos.....	17
Figura 4.	Eletromiografo de superfície, modelo EMG 800c.....	18
Figura 5.	Localização dos eletrodos para coleta EMG com 2cm de espaço entre os eletrodos.....	19
Figura 6.	Software de coleta de dados.....	20
Figura 7.	Software de coleta de dados janela de amostragem da frequência mediana.....	21
Figura 8.	Frequência mediana mensurada pelo software.....	22
Figura 9.	Lactímetro.....	23
Figura 10.	Média da frequência mediana dos trabalhadores nos diferentes períodos de coleta.....	28
Figura 11.	Média do lactato sanguíneo (mM) dos voluntários nos diferentes períodos de coleta.....	31

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Comportamento da frequência mediana.....	27
Tabela 2.	Comparação entre os grupos analisados pela frequência mediana e sua relevância estatística.....	29
Tabela 3.	Comportamento do lactato sanguíneo.....	30
Tabela 4.	Comparação entre os grupos analisados pelo lactato coletado e sua relevância estatística.....	32
Tabela 5.	Comparativo do questionário bipolar entre os períodos da jornada de trabalho inicial (A1) e após 3 horas de trabalho (A2).	33
Tabela 6.	Comparativo do questionário bipolar entre os períodos da jornada de trabalho inicial (A1) e após a macro-pausa (A3).....	34

Introdução: A fadiga muscular é uma diminuição da capacidade funcional causada pelo aumento da intensidade do esforço para execução de uma tarefa, suas causas podem ser relacionadas a diversos mecanismos dentro de um ambiente laboral. Para melhor compreensão dos fatores que influenciam diretamente na saúde do colaborador no ambiente laboral, são utilizados métodos quantitativos de avaliação funcional. Dentro dos métodos utilizados, merece destaque o uso do eletromiógrafo (EMG) de superfície e o exame do nível de lactato sanguíneo, sendo métodos utilizados para a avaliação da fadiga muscular. Outra maneira de avaliar uma fadiga, é analisando suas características psicofisiológicas, podendo utilizar para isso questionários.

Objetivo: O objetivo deste estudo foi realizar análise do stress físico e psicofisiológico no setor de desossa em frigoríficos e identificar se a macro pausa é suficiente para recuperação do trabalhador.

Casuística e Métodos: Foram avaliados dezoito trabalhadores da desossa, voluntários, do sexo masculino, com idade entre 22 e 27 anos, com média de 24.4 ± 2.3 anos. O posto avaliado na pesquisa foi da desossa. O músculo escolhido para análise foi o extensor de punho no membro superior direito. Os dados da eletromiografia, as amostras do lactato sanguíneo e o questionário bipolar de fadiga foram coletados durante a rotina normal de trabalho de cada participante, no início da semana de trabalho, em uma segunda-feira. Os dados foram coletados em três diferentes pontos: a primeira coleta foi realizada no início da jornada de trabalho (A1), a segunda depois de três horas de trabalho

(A2) e a terceira foi realizada depois de 30 minutos após o macro pausa de 90 minutos para o almoço (A3). A interpretação do questionário foi baseada em um critério quantitativo, verificando a diferença do valor numérico entre o início, o meio e o final do dia de trabalho para cada item avaliado. Para o exame da eletromiografia foi analisado a frequência mediana e para o lactato os níveis de concentração entre os intervalos. **Resultados:** Todos os três testes demonstraram o aparecimento da fadiga laboral, a eletromiografia demonstrou um decréscimo da frequência mediana a partir da primeira coleta. Houve diferença significativa na frequência mediana da EMG entre cada intervalo de tempo, também foi encontrado um aumento progressivo nos níveis de lactato. Pode-se observar aumento significativo em praticamente todas as variáveis avaliadas pelo questionário entre os períodos de A1 e A2, apenas as variáveis nervosismo, dor nas coxas, dor nas pernas e dor nos pés não apresentaram diferenças significativas. As duas variáveis que apresentaram maior diferença foram cansaço (154,54%) e dor nos braços (178,57%). **Conclusões:** Trabalhadores da desossa de frigoríficos desenvolvem stress físico e psicológico durante as atividades. O intervalo da macro pausa de descanso não foi suficiente para recuperação física e psicológica durante as atividades. Essas atividades podem levar a doenças ocupacionais, pois é sabido que os princípios etiológicos destas, a fadiga atua como marcador inicial.

Palavras-Chave: 1. Intervalo de Trabalho; 2. Exaustão; 3. Lactato; 4. Fadiga; 5. Eletromiografia.

Introduction: Muscle fatigue is a functional impairment caused by increased intensity of effort to perform a task, its causes may be related to different mechanisms within a work environment. To better understand the factors that directly influence the health of employees in the work environment, quantitative functional evaluation methods were used. Among the used methods, deserves spotlight the use of electromyography (EMG) surface and the examination of blood lactate level for the assessment of muscle fatigue. Another way to evaluate a fatigue was the analysis of workers psychophysiological characteristics, utilizing a questionnaire. **Objective:** The objective of this study was to analyze the physical and psychological stress on workers of deboning sector and observe whether the pause macro is sufficient to recover the worker. **Material and Methods:** Were evaluated eighteen male volunteers, aged 22 to 27 years, mean 24.4 ± 2.3 years, of the boning sector. The chosen muscle, for the analysis, was the extender cuff on the right upper limb. Data from electromyography, samples of blood lactate and bipolar fatigue questionnaire were collected during the normal routine of work of each participant at the beginning of the work week, on a Monday. Data were collected at three different points: the first collection was made at the beginning of the workday (A1), the second after three hours of work (A2) and the third was performed after 30 minutes of macro break of 90 minutes for lunch (A3). The interpretation of the questionnaire was based on a quantitative criterion, checking the numerical value of the difference between the beginning, middle and end of the working day for each item evaluated. For the examination of

electromyography was analyzed the median frequency and for the lactate was analyzed the concentration levels between intervals. **Results:** All three tests showed the onset of labor fatigue. The electromyography showed a decrease in the median frequency from the first sample. There was a significant difference in the median frequency of EMG between each time interval, was also found a progressive increase in lactate levels. It was observed a significant increase in practically all variables in the questionnaire between periods of A1 and A2. Only the variables: nervousness, pain in thighs, leg pain and foot pain were not significantly different. The two variables that showed greater differences were fatigue (154.54%) and arm pain (178,57%). **Conclusions:** Meatpacking workers develop physical and psychological stress during activities. The macro break interval for rest was not enough for physical and psychological recovery during activities. These activities can lead to occupational diseases, since it is known that their etiological principles, the fatigue, acts as initial marker.

Key-words: 1. Job Interval; 2. Exhaustion; 3. Lactate; 4. Fatigue;
5. Electromiography.

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Dentre os vários seguimentos no setor agroindustrial, damos destaque ao de carnes no Brasil, indústria esta, que nos trouxe aumento e agilidade em sua produção, exigindo uma demanda física muito grande do trabalhador, expondo este à fadigas e conseqüentemente criando a estes trabalhadores uma predisposição a lesões ocupacionais, tal como observado nos frigoríficos.⁽¹⁻³⁾

A fadiga é uma diminuição da capacidade funcional causada pelo aumento da intensidade do esforço para execução de uma tarefa. A força utilizada para a execução de tal tarefa é causada pelo córtex, que não permite o aumento da potência muscular, reduzindo ou dificultando a realização de movimentos e também não permitindo a realização da força máxima.^(4,5)

As causas da fadiga nos ambientes de trabalho também podem ser relacionadas a problemas interpessoais, monotonia, excesso de cobrança para a produção e a falta de motivação para o trabalho, falta de atenção médica, salário baixo e aos fatores ligados às más condições de trabalho como o ruído, a iluminação, o calor, a vibração e o sedentarismo.^(6,7)

Para melhor compreensão dos fatores que influenciam diretamente na saúde do colaborador no ambiente laboral, são utilizados métodos quantitativos de avaliação funcional. Dentro dos métodos utilizados, merece destaque o uso do eletromiógrafo (EMG) de superfície e o exame do nível de lactato sanguíneo, sendo métodos utilizados para a avaliação da fadiga muscular, além de sua importância prática durante a atividade rotineira do indivíduo, colaborando assim na avaliação e tratamento de déficits neuromusculares.⁽⁸⁻¹³⁾

Os níveis de lactato sanguíneo se elevam durante atividades que levam à fadiga, colaborando também no aparecimento de câimbras e dores musculares que são relacionados com queixas de fadiga.⁽¹⁴⁾ Embora a percepção à fadiga seja individualmente diferente, justamente pela tolerância ao lactato que cada indivíduo possui e pela metabolização deste catabólito, seu pico de concentração surge por volta do oitavo minuto após o esforço realizado. .⁽¹⁴⁾

Outra maneira de avaliar uma fadiga, é analisando suas características psicofisiológicas, para isso, utilizamos um questionário bipolar de fadiga, aplicado com a escala de Likert, consistindo de 14 questões em que cada questão é numerada em uma escala de 7 itens, sendo o número 7 o pior quadro apresentado pelo trabalhador naquela questão,^(15,16) incluindo o nervosismo, dores em membros superiores e inferiores.

Sendo assim, a união das 3 metodologias (EMG, lactato sanguíneo e questionário bipolar) se faz útil e necessária para relacionarmos as questões psicológicas com as fisiológicas, podendo relacionar o valor mensurado fisiologicamente com o obtido pelos relatos de cada um, unindo metodologias qualitativas e quantitativas.

1.1. Doenças Ocupacionais

A modernização no século empobreceu muito a qualidade do modo operatório dos colaboradores, ao longo da história. Estudiosos vem descrevendo muito a relação entre homem, condições de trabalho e doenças, e

pesquisas vem demonstrando que vários tipos de funções afetam diretamente a saúde ocupacional.⁽¹⁷⁾

Dependendo da função exercida pelo colaborador, determinados grupos musculares são exigidos continuamente por meses ou até mesmo anos, desenvolvendo assim as doenças, já que estas têm como etiologia principal os movimentos repetitivos.⁽¹⁸⁾

Todas as doenças nos dias atuais, devido à esta exposição robótica, apresentam riscos operacionais altamente lesivos, podendo desenvolver em seus colaboradores doenças crônicas, como a LER (lesão por esforço repetitivo), DORT (doença osteomuscular relacionada ao trabalho), invalidez e podendo levar até mesmo a morte.⁽¹⁹⁾

Outro fator que contribui significativamente para o aumento das doenças ocupacionais é o ambiente de trabalho, suas instalações, equipamentos e materiais associados ao tipo de atividades desenvolvidas.⁽²⁰⁾

O termo LER - Lesões por Esforços Repetitivos – no final da década de 50 passou a ser utilizado, para designar um conjunto de síndromes e/ou sintomas músculos-esqueléticos, relacionando o seu surgimento ao processo de trabalho, ou seja, a relação entre o homem e o ambiente de trabalho.⁽²¹⁾

A princípio, no Japão, foi descrito sobre as doenças em operadores de caixa registradora, perfuradores de cartão e datilógrafos, e chegaram as desordens na região cervical, nomeando as mesmas de *occupational cervicobrachial disorder*, já na Austrália em digitadores e colaboradores de linha de montagem identificaram a *occupational overuse injury*.⁽²²⁾

O termo DORT - sigla para Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho - passou a ser adotada, quando o Ministério da Previdência e Assistência Social baixou a Ordem de Serviço 606/98, publicada no Diário Oficial da União de 19 de agosto de 1998.⁽²³⁾

A ergonomia vem contribuindo cada vez mais nos estudos relativos à melhoria destas condições de trabalho e qualidade de vida dos colaboradores. Como resultado deste processo de adaptação, surgem novas exigências e condições para o exercício profissional.⁽²⁴⁾

1.1.1. Fatores Etiológicos e Sintomas

A etiologia deste conjunto de afecções é complexa, pois abrange fatores multifatoriais. Entretanto, a carga dinâmica, ou seja, o movimento repetitivo é geralmente solicitado aos músculos dos segmentos superiores durante seu modo operatório. No entanto, a carga estática, é geralmente requerida aos músculos de pescoço e cintura escapular, afim de manter os membros superiores fixos para que a função da tarefa saia conforme a necessidade. Indivíduos bem treinados fisicamente e mecanicamente terão melhores probabilidades em desempenhar suas atividades no trabalho sem prejuízo da sua saúde. Outro fator importante é um ambiente bem organizado, quando acontece tal organização, a incidência de lesões diminui.⁽¹⁷⁾

Quando se fala em fatores de risco ou fatores que levam o colaborador à uma predisposição à adquirir as doenças, não podemos isolar uma ou outra situação, pois os fatores etiológicos não são independentes, e na relação entre

o homem e a máquina observou-se que o conjunto de situações não harmoniosas levam o colaborador a adquirir doenças.

Podemos destacar as seguintes situações como fatores que levam a aquisição das doenças ocupacionais: região anatômica exposta, intensidade da exposição, organização das tarefas e o tempo de exposição a estes fatores.⁽²⁵⁻²⁷⁾

As doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho evidenciam um quadro clínico rico em sinais e sintomas, uns de caráter mais claro e outros de formas mais difusas. As manifestações clínicas das doenças ocupacionais surgem com um quadro de inflamação dos tendões, onde podemos observar sinais com características como dor, calor, rubor, edema e perda funcional do segmento afetado.⁽²⁸⁻³⁰⁾

Na ergonomia existem situações que devem ser estudadas minuciosamente para poder prevenir as causas que levam a todas as DORTs.

1.2. Eletromiografia

1.2.1. Aspectos Relacionados à Eletromiografia

De Luca, *et al.*⁽³¹⁾ descreveu que a eletromiografia estuda da contração muscular através do sinal elétrico que emana do músculo, proporcionando a interpretação de condições normais e patológicas. Sua aplicação pode ser realizada por eletrodos de superfície, que captam o sinal elétrico por meio da pele. Esta técnica envolve aplicações clínicas e, em pesquisas, realiza uma avaliação neuromuscular não invasiva e de fácil aplicação.

A eletromiografia é muito utilizada em estudos cinesiológico e neurofisiológico dos músculos superficiais, e aplicada por diversos profissionais da área da saúde com diferentes finalidades, como na análise da fadiga muscular, parâmetros de força e resistência dos músculos, identificação de doenças neuromusculares.^(32,33)

Mahmud, *et al.*⁽³⁴⁾ relataram que a utilização desta ferramenta auxilia na conduta terapêutica a ser adotada, assim retomam-se as principais responsabilidades da equipe de saúde ocupacional: ações clínicas assistenciais, atividades de administração/gerência, ações educativas, coordenação de serviços de saúde ocupacional, organização dos modo operatórios e atividades de promoção da saúde no trabalho.⁽³⁵⁾

As ações clínicas realizadas fundamentam-se em uma avaliação clínica, ocupacional, constituídas de algumas etapas como: história da moléstia atual; investigação dos sistemas fisiológicos muscular, respiratório, circulatório, neurológico; antecedentes pessoais; antecedentes familiares; anamnese ocupacional e exames complementares.⁽³⁶⁾

Mediante esta exploração, fica clara a importância da eletromiografia na avaliação nos colaboradores, quando se tem o objetivo o controle da fadiga muscular. De Luca,⁽³⁷⁾ relata que a eletromiografia de superfície (EMG) fornece informações sobre o padrão de ativação muscular e sua relação com o sistema nervoso central, controle de movimento e coordenação. Essa técnica tem sido amplamente utilizada para estudar a atividade muscular e a coordenação neuromuscular.⁽³⁷⁻⁴²⁾

Lepers, *et al.*⁽⁴³⁾ em seus estudos demonstraram que é possível obter informações sobre o comportamento do sistema neuromuscular a partir do monitoramento do padrão da atividade elétrica dos músculos. Durante atividades intensas e de longa duração, os músculos em processo de fadiga dão início a uma série de eventos que influenciam a eficiência e a capacidade de geração de força dos músculos, onde a EMG decifra estes resultados e demonstra claramente as alterações pertinentes.⁽⁴⁴⁻⁴⁶⁾

Candotti, *et al.*⁽⁴⁶⁾ escreveram que durante os estudos de eletromiografia relacionado com fadiga, a medida em que se observa um aumento no número e no tamanho das unidades motoras recrutadas para a manutenção do nível de força desejado, há um aumento do valor RMS (*Root Mean Square*), esta variável é mensurada pela variação da amplitude do sinal eletromiográfico.⁽³⁷⁾

Vollestad em 1997⁽⁴⁴⁾ relatou que outra forma de avaliação do processo de fadiga pode ser realizada por meio da análise do sinal EMG através da Transformada Rápida de Fourier (FFT). A identificação de parâmetros do sinal EMG a partir da utilização da FFT, como a frequência mediana do espectro, pode evidenciar a relação entre altas e baixas frequências no decorrer da atividade muscular.

1.3. Fadiga Muscular

A fadiga pode ser definida como um estado de diminuição reversível da capacidade funcional de um órgão, de um sistema ou de todo organismo, provocado por uma sobrecarga na utilização daquele órgão, sistema ou

organismo.⁽⁴⁷⁾ Durante a fadiga, as evidências mostram uma diminuição, e não de uma exaustão da capacidade funcional. Podem-se observar que o indivíduo fadigado continua realizando o trabalho, em intensidade e frequência iguais ou até mesmo maiores que as anteriores, desde que exista um estímulo importante para tal.⁽⁴⁸⁾ Assim, o estado de fadiga, por si só, não é um estado grave, ao contrário, pode constituir numa manifestação positiva de alerta para o organismo, que informa ao indivíduo da conveniência de não forçar a atividade que esteja desenvolvendo.⁽⁴⁵⁾

McArdle e William⁽⁴⁹⁾ descreveram a definição da fadiga como sendo uma redução reversível da capacidade funcional, quando direcionado para o músculo, esta acontece em consequência do exercício físico. Hargreaves⁽⁵⁰⁾ definiu a fadiga muscular sendo uma progressiva deterioração do desempenho do músculo. Assim a fadiga muscular pode ser definida como qualquer redução na capacidade de exercer força em um esforço voluntário.^(47,51,52)

Alguns mecanismos levam ao aparecimento da fadiga muscular, como contrações estáticas, dinâmicas, rápidas, curtas, entre outros. Estes mecanismos envolvem processos motores e sensoriais interferindo e prejudicando o desempenho do músculo.⁽⁴⁷⁾ No entanto a fadiga não ocorre por um mecanismo isolado; alguns mecanismos que a envolvem variam de condição, denominada dependência da tarefa, ou seja, fatores que envolvem a atividade física, como músculos envolvidos, duração da atividade, quantidade de força, entre outras variáveis.⁽⁵³⁾

Estas variáveis proporcionam mudanças metabólicas musculares e o comprometimento de sua ativação, contribuindo para o declínio da potência

muscular resultando em fadiga. A fadiga é o efeito do esforço contínuo, que provoca uma redução reversível na capacidade do organismo de desenvolver uma tarefa e uma degradação qualitativa desse trabalho. A fadiga é causada por um conjunto complexo de fatores, cujos efeitos são cumulativos. Estas cascatas de evento estão relacionadas com a intensidade e a duração do trabalho físico e intelectual. Depois, há uma série de fatores psicológicos, como a monotonia, falta de motivação e, por fim, os fatores ambientais e sociais, como a iluminação, ruídos, temperaturas e o relacionamento social com a chefia e os colegas de trabalho.⁽⁵⁴⁾

Assim, alguns estudos demonstram que estes eventos proporcionam alterações em alguns fatores, McArdle *et al.*⁽⁴⁹⁾ em 1994, descreveram que o fator metabólico que leva à fadiga muscular é a pequena depleção de ATP, que resulta de um exercício de alta intensidade. As principais alterações que ocorrem no citoplasma da fibra incluem: formação de ácido láctico e, conseqüentemente, um decréscimo no PH devido á liberação de H⁺; acréscimo do fosfato inorgânico nas formas HPO₄⁻ e H₂PO₄⁻; redução a fosfocreatina (CP); aumento na concentração de cálcio (Ca⁺⁺); e decréscimo na taxa de hidrólise do ATP.

A principal razão de ocorrência de fadiga muscular localizada é a redução do fluxo sangüíneo, dentro do músculo em contração estática, cujo grau depende da força exercida pelo mesmo.

O grau de isquemia varia com o tipo de exercício e com a intensidade da contração muscular, o destaque fica para contração estática, pelo estrangulamento que esta proporciona aos vasos proporcionando uma

diminuição significativa do fluxo e conseqüentemente da irrigação dos substratos.

Alguns estudos como os de Van Wely,⁽⁵⁵⁾ mostraram que a carga estática que corresponde a 15 a 20% da força máxima e que é executada por dias e semanas a fio leva ao surgimento de dolorosos sinais de fadiga muscular. O trabalho dinâmico caracteriza-se por uma seqüência rítmica de contração e extensão, portanto de tensionamento e relaxamento da musculatura. Já o trabalho estático, em oposição, caracteriza-se por um estado de contração prolongada da musculatura, o que geralmente implica um trabalho de manutenção de postura.⁽⁵⁴⁾

1.4. Justificativa

A agroindústria brasileira evoluiu muito nos últimos anos, tornando-a mais competitiva. Com isso, passou a exigir maior produtividade e conseqüentemente mais esforços físicos e psicológicos.⁽⁵⁶⁾ Muitas dessas atividades envolvem esforços físicos e psíquicos repetitivos o que pode ocasionar lesões ocupacionais físicas e psíquicas. Uma das medidas utilizadas nesses últimos anos têm sido os pequenos intervalos de descanso, podendo ser apenas pausas intercaladas com programas preventivos, como ginástica laboral ou atividades lúdicas. Estas pausas podem ser insuficientes para a recuperação do trabalhador.⁽⁵⁷⁾ O setor de frigoríficos é um dos que mais sofrem com problemas ocupacionais levando o ministério do trabalho a publicar uma norma específica para o setor.⁽⁵⁸⁾ Nos frigoríficos têm sido realizado um

descanso maior e essa prática precisa e pode ser melhor avaliada. Portanto uma avaliação de aspectos físicos, psíquicos, bioquímicos e eletromiográficos poderá ser útil para conhecer melhor essa atividade em trabalhadores de frigoríficos que realizam atividades repetitivas.

1.5. Objetivo

O objetivo deste estudo foi realizar análise do estresse físico e psicofisiológico no setor de desossa em frigoríficos e identificar se a macro pausa é suficiente para recuperação do trabalhador, analisando a EMG do extensores de punho, o lactato sanguíneo e a percepção da fadiga pelo questionário bipolar.

2. CASUÍSTICA E MÉTODO

2. CASUÍSTICA E MÉTODO

2.1. Consideração Ética

Este trabalho foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Faculdade Grandes Lagos – UNILAGO (Anexo 1). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1).

2.2. Casuística e Local

Foram avaliados dezoito trabalhadores da desossa, voluntários, do sexo masculino, com idade entre 22 e 27 anos, com média de 24.4 ± 2.3 anos. No mês de outubro de 2010, na cidade de Promissão, São Paulo.

2.3. Critério de Inclusão

Trabalhadores do sexo masculino do setor de desossa conhecida como “*etapa de destaque*”, com experiência há mais de três anos, sem doença ocupacional e que aceitaram a participação.

2.4. Critério de Exclusão

Trabalhadores com doença ocupacional, do sexo feminino, com tempo de trabalho inferior há três anos e de outros setores do frigorífico.

2.5. Randomização dos Participantes

Foram inclusos de forma consecutiva todos trabalhadores no período de trabalho em que foi realizado o estudo.

2.6. Condições Ergonômicas do Local de Estudo

O posto avaliado na pesquisa foi da desossa, onde trabalham 9 pessoas por turno, suas funções são destacar a fraldinha, a maminha, o contra filé e o file mignon. São processadas 9 por minuto, totalizando aproximadamente 510 peças por hora. Nesta função o punho trabalha com movimentos constantes de flexão e extensão. A descrição biomecânica da tarefa pode ser visualizada na cronofotografia na Figura 1. O grau de risco perante ao ministério do trabalho é o Grau 3 sendo 4, o grau máximo. ⁽⁵⁸⁾



Figura 1. Biomecânica da função de desossa, posturas adotadas durante o gesto laboral.

Neste posto os trabalhadores fazem uso de materiais como o gancho e uma faca de corte, instrumentos utilizados por toda a linha de desossa (Figura 2).



Figura 2. Gancho e faca utilizados na desossa.

2.7. Procedimentos para Coleta das Variáveis

Antes do início do experimento, os participantes foram informados a cerca dos procedimentos para a coleta de dados do EMG, lactato sanguíneo e a aplicação do questionário bipolar de fadiga.

Os dados da eletromiografia, as amostras do lactato sanguíneo e o questionário bipolar de fadiga foram coletados durante a rotina normal de trabalho de cada participante sendo no início da semana de trabalho, em uma segunda feira, conforme metodologia proposta no trabalho.

Os dados foram coletados em três diferentes pontos: a primeira coleta foi realizada no início da jornada de trabalho (A1), a segunda depois de três horas (A2) e a terceira foi realizada depois de 30 minutos após o macro pausa de 90 minutos para o almoço (A3). A coleta A3 foi realizada 30 minutos depois desta macro pausa, pois este é o tempo que a linha de produção leva para ficar totalmente operacional depois do almoço. A Figura 3 mostra um exemplo da rotina de trabalho.

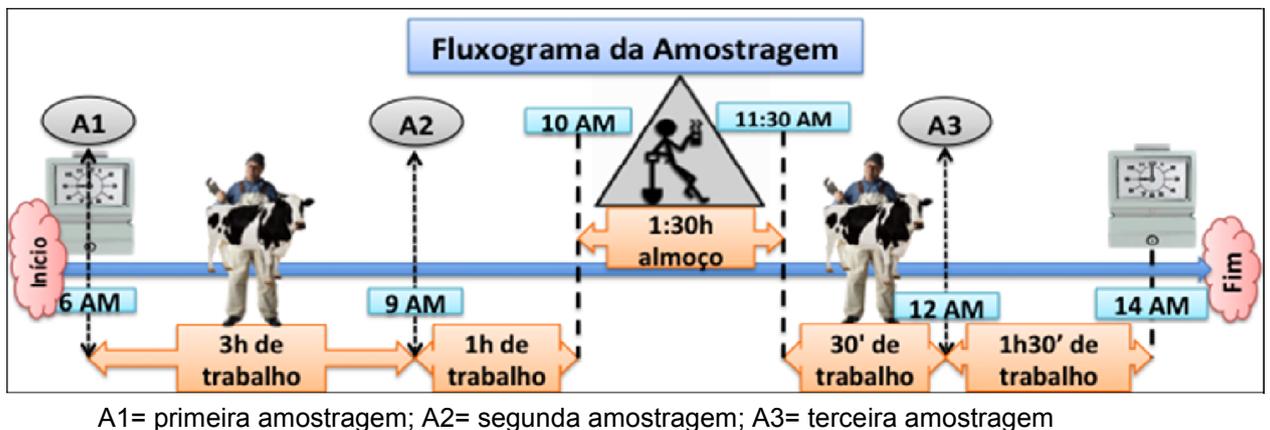


Figura 3. Esquema da coleta do lactato sanguíneo e questionário bipolar durante a jornada de trabalho dos indivíduos.

2.8. Mecanismos de Avaliação

2.8.1. Eletromiografia

O sinal de EMG foi adquirido por um eletromiógrafo de 08 canais da marca EMG System do Brasil Ltda, modelo EMG 800c, com software de aquisição e processamento de sinais da plataforma Windows. O condicionador

de sinais eletromiográficos foi configurado com filtro passa-banda de 20 a 500 Hz de frequência de amostragem de 1000 Hz. (Figura 4)



Figura 4. Eletromiografo de superficie, modelo EMG 800c.

Foram utilizados eletrodos de superfície do tipo bipolar diferencial da marca MEDTRACE®, ligados à interface ativa do eletromiógrafo EMG System do Brasil, com ganho total de amplificação de 1000X, sendo ganho de 20X no eletrodo e de 50X no eletromiógrafo.

Os eletrodos foram posicionados nos músculos extensores do punho. A figura 5 ilustra a colocação dos eletrodos na aquisição do sinal EMG.

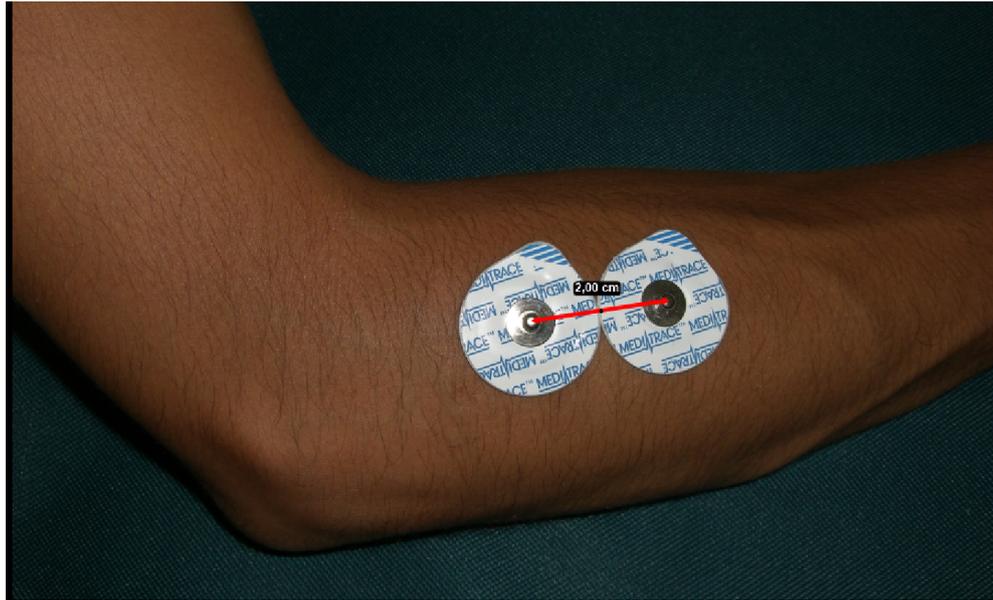


Figura 5. Localização dos eletrodos para coleta EMG com 2cm de espaço entre os eletrodos.

A colocação dos eletrodos foi realizada nos voluntários no ambiente laboral durante atividade específica por 20 minutos. Um eletrodo de referência (eletrodo terra), foi colocado ao nível de C7 (sétima vértebra cervical) para que o trabalhador fosse aterrado.

Para diminuir as possíveis interferências na passagem do estímulo foi realizada, anteriormente à colocação dos eletrodos, a limpeza da pele com álcool sobre os músculos estudados e tricotomia da área. Após o término, foi feita uma marcação na pele para que em toda nova coleta os eletrodos fossem posicionados no mesmo local.

2.8.1.1. Software de Avaliação do Sinal EMG

Em cada registro obteve-se o valor de RMS (root mean square), no intuito de poder observar o desenvolvimento do processo de fadiga muscular através da correlação do valor da RMS com o tempo.

Não foi utilizada normalização do sinal, pois o estudo foi feito frente a comparação da frequência mediana entre os intervalos de coleta. Em cada intervalo foi avaliado o comportamento da frequência mediana sobre todo o período da coleta.

No processo de aquisição dos dados foi utilizado o software TOOLBOX EMGSYSTEM. A interface do software é direcionada pela Figura 6 e oferece gráficos e respostas de frequência automaticamente.

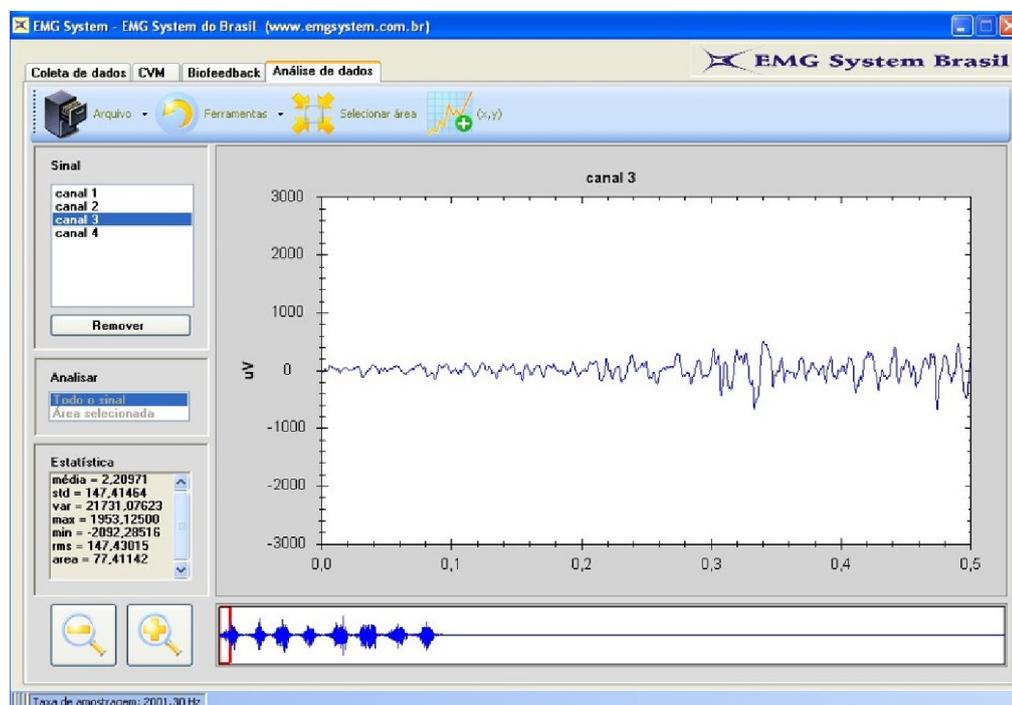


Figura 6. Software de coleta de dados.

Para o cálculo da frequência mediana, foi utilizada a determinação do fabricante do software. Para este cálculo é necessário selecionar no mínimo duas ou mais amostras, no caso desta pesquisa foram, avaliadas as coletas A1, A2 e A3 dos 18 funcionários. Após esta seleção os dados são fornecidos automaticamente e a frequência mediana pode ser visualizada em janelas específicas do sistema (Figura 7). Desta maneira o protocolo baseou-se na exploração comparativa do dado da frequência da mediana.

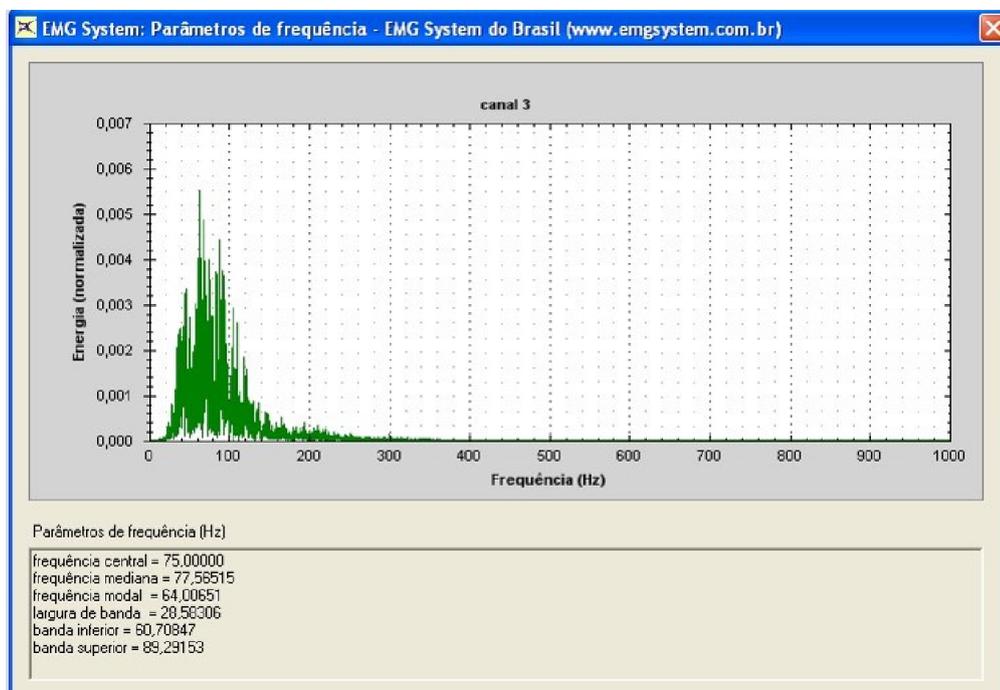


Figura 7. Software de coleta de dados janela de amostragem da frequência mediana.

No procedimento de análise, o sinal eletromiográfico foi observado em todo período da análise e seu comportamento observado na Figura 8.

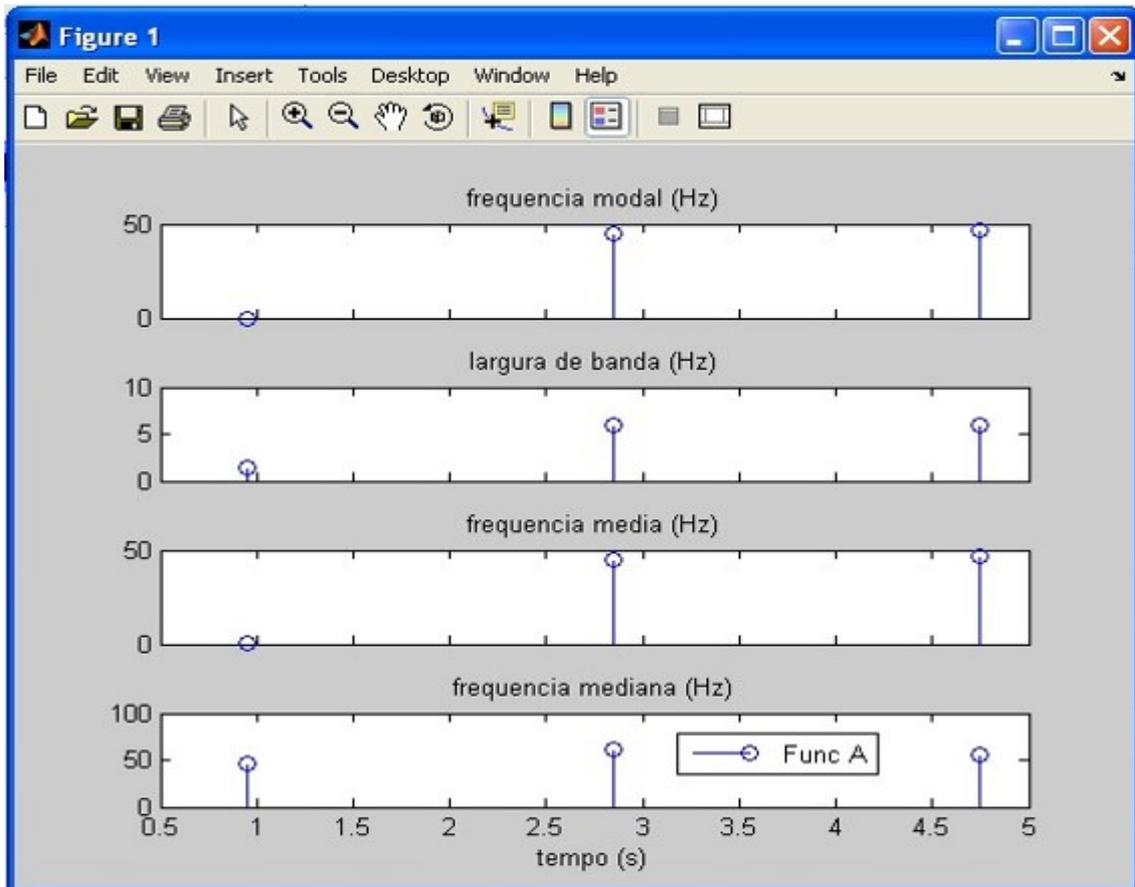


Figura 8. Frequência mediana mensurada pelo software.

2.8.2. Lactímetro

Para a análise do lactato sanguíneo foi utilizado um Lactímetro Eletroquímico Yellow Spring Instruments (YSI), modelo 1500 Sport. (Figura 9)



Figura 9. Lactímetro.

2.8.2.1. Coleta do Ácido Láctico

As coletas sanguíneas foram realizadas na orelha direita de cada trabalhador, que foi esterilizada com álcool à 70%. O lóbulo da orelha foi lanceteado para fazer a coleta do sangue e para estancar o mesmo, e, proteger o local, foi colocado um pequeno pedaço de algodão hipoalergênico sobre a região examinada. Mediante esta situação, foram coletados 25 μ l de sangue arterial em capilares de vidro heparinizados e calibrados. O sangue era imediatamente transferido para microtúbulos tipo Eppendorff de 1,5 ml

contendo 50 µl de fluoreto de sódio (NaF a 1%) e então armazenado em gelo para posterior determinação da concentração de lactato sanguíneo no lactímetro eletroquímico da *Yellow Spring Instruments* (YSI), modelo 1500 *Sport* (OH, EUA). Os valores das concentrações de lactato foram expressos em mM.

Todo o procedimento do lactato foi realizado na sala de treinamento, a fim de evitar contaminação com a carne, sendo a distância padronizada para todas as coletas de lactato. Para cada participante, a amostra de sangue foi analisada antes da coleta do sinal de EMG.

2.8.3. Questionários Bipolar de Fadiga

Os participantes responderam às perguntas do questionário na presença do pesquisador. A ordem das questões foi mudada em cada questionário para prevenir que os participantes soubessem qual o critério seria usado na evolução. A interpretação do questionário foi baseada em um critério quantitativo, verificando a diferença do valor numérico entre o início, o meio e o final do dia de trabalho para cada item avaliado. O questionário foi usado para determinar qual grupo muscular seria avaliado durante o EMG.

2.9. Análise Estatística

Para o questionário bipolar de fadiga as variáveis quantitativas foram apresentadas nas formas de média aritmética e desvio-padrão, podendo

verificar o aumento da percepção da fadiga ao longo da jornada. Para o comportamento do grupo avaliado foi utilizado a análise de variância pelo teste de ANOVA one-way. Os dados do EMG e Lactato foram tratados pelo teste de Tukey de múltipla comparação. Para ambos os testes, o nível de significância estabelecido para a análise das variáveis foi de 5%. Os dados foram tabulados e tratados com o programa GraphPad Prism.

3. RESULTADOS

3. RESULTADOS

3.1. Eletromiografia

Na Tabela 1 , apresentam-se o comportamento da frequencia mediana de todos os trabalhadores com média e desvio padrão em Hz .

Tabela 1. Comportamento da frequencia mediana.

Fucionários	Coleta A1	Coleta A2	Coleta A3
1	65,96	48,77	45,93
2	64,56	60,10	57,63
3	79,59	63,16	61,21
4	74,23	64,20	61,78
5	78,37	63,63	61,31
6	70,52	67,06	62,32
7	70,12	65,11	59,89
8	72,59	71,13	66,56
9	76,54	75,71	67,90
10	59,93	52,11	49,23
11	61,72	59,73	52,27
12	73,52	69,79	60,95
13	67,52	59,72	53,21
14	76,82	70,12	66,77
15	68,70	58,83	54,58
16	69,93	61,11	54,58
17	70,21	67,87	53,48
18	68,30	59,62	52,36
Média	70,51	63,21	57,89
DP	5,48	6,66	6,27

Na figura 10 pode-se observar o decréscimo da frequência mediana entre os períodos de avaliação, A1, A2 e A3, bem como o comportamento dispersivo dos dados.

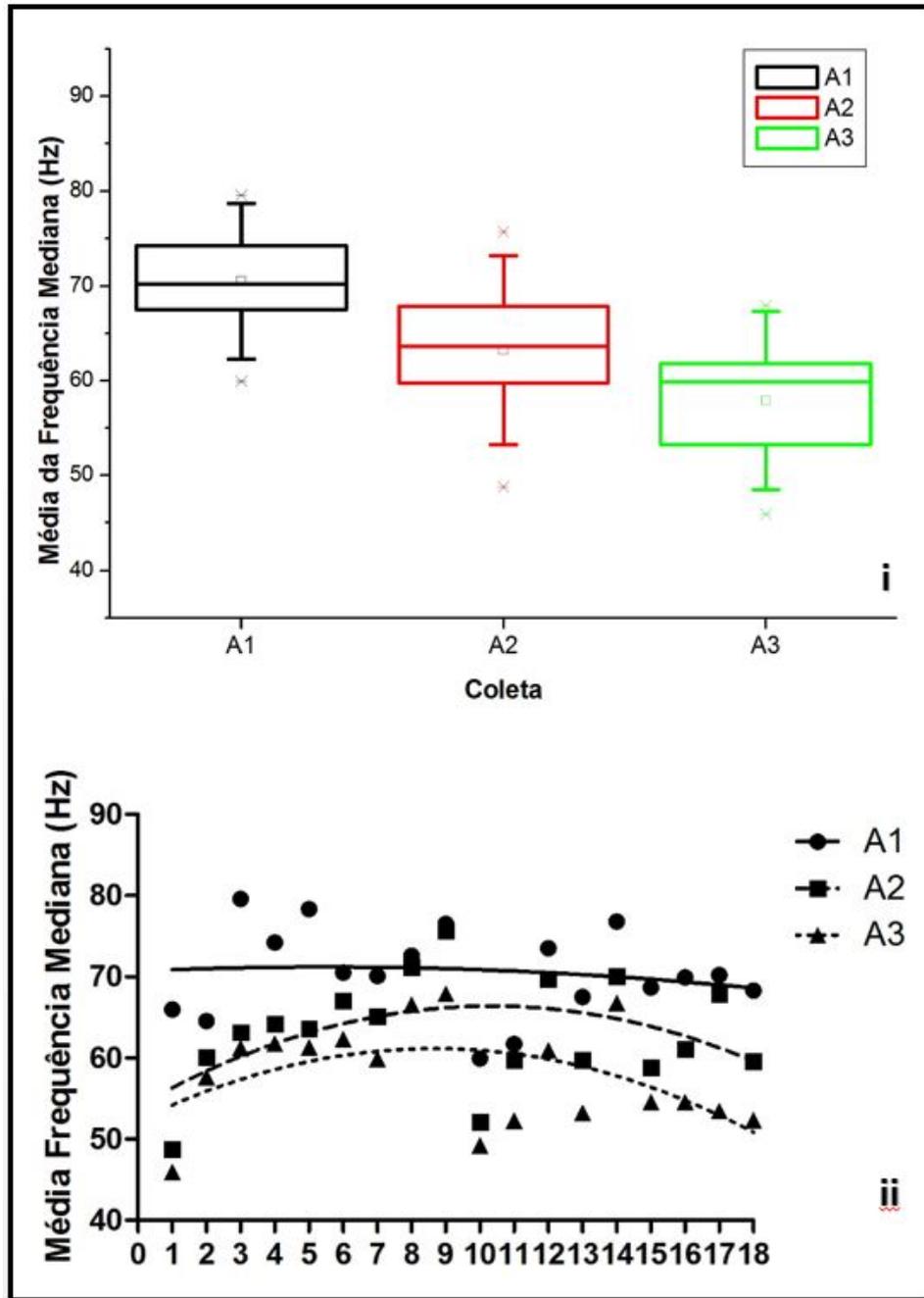


Figura 10. Média da frequência mediana dos trabalhadores nos diferentes períodos de coleta.

Note que a frequência diminui de acordo com o decorrer da jornada de trabalho.

Todos os testes de EMG dos participantes demonstraram um decréscimo da frequência mediana a partir da primeira coleta(A1) observados na Tabela 2), evidenciando o aparecimento da fadiga em A2 (Figura 10). Houve diferença significativa na frequência mediana da EMG entre cada intervalo de tempo, como observado na tabela EE. As diferenças registradas foram: A1 $70,51 \pm 5,48$ Hz; grupo A2 $63,21 \pm 6,66$ Hz, e do grupo A3 $57,89 \text{ Hz} \pm 6,27$.

Tabela 2. Comparação entre os grupos analisados pela frequência mediana e sua relevância estatística.

Teste de Tukey's Multipla comparação	P < 0.05	Significância
A1 vs A2	Yes	**
A1 vs A3	Yes	***
A2 vs A3	Yes	*

Vs (versus)

3.2. Lactato Sanguineo

Na Tabela 3, apresentam-se o comportamento do lactato sanguíneo todos os trabalhadores com média e desvio padrão em Hz.

Tabela 3. Comportamento do lactato sanguíneo.

Funcionários	A1 - Lactato	A2 - Lactato	A3 - Lactato
1	0,57	0,96	1,65
2	0,57	0,88	1,74
3	0,48	0,66	0,72
4	0,48	0,69	0,84
5	0,99	1,05	1,11
6	0,78	0,84	1,26
7	0,57	0,9	1,14
8	0,81	0,99	1,17
9	0,72	0,96	1,26
10	0,66	0,93	1,02
11	0,87	0,96	1,23
12	0,66	1,02	1,14
13	1,38	1,38	1,5
14	0,36	0,66	0,96
15	0,93	1,02	1,86
16	0,6	1,02	1,14
17	0,36	0,96	1,11
18	0,81	0,87	0,81
Média	0,70	0,93	1,20
DP	0,25	0,17	0,31

Na Figura 11 pode-se observar a curva da produção de lactato entre os períodos de avaliação, A1, A2 e A3, bem como a dispersão dos dados.

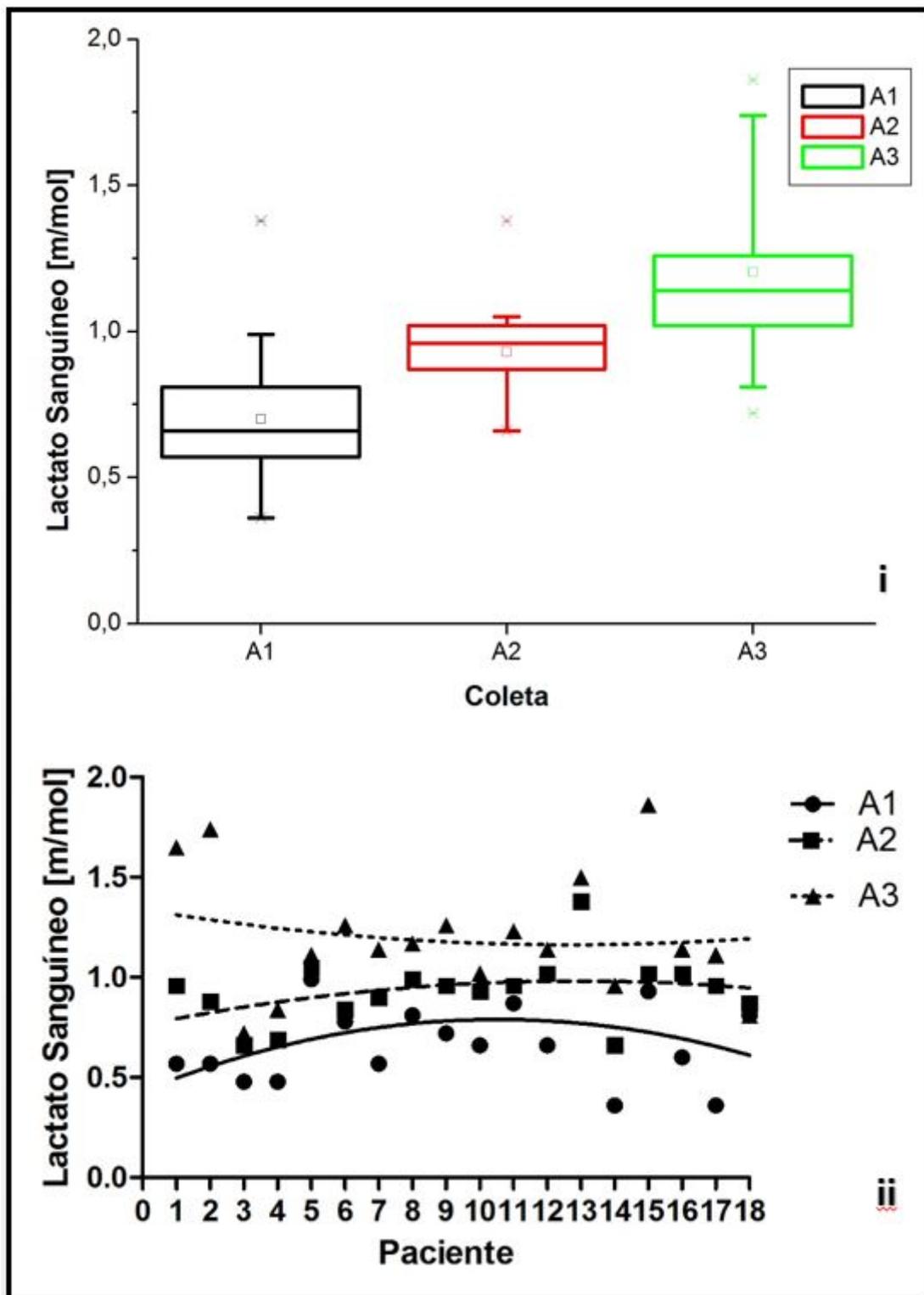


Figura 11. Média do lactato sanguíneo (mM) dos voluntários nos diferentes períodos de coleta.

Note que o lactato aumenta de acordo com o decorrer da jornada de trabalho.

Todos os trabalhadores apresentaram um aumento progressivo nos níveis de lactato. Observando a média entre os intervalos, o grupo apresentou aumento do lactato, de acordo com as horas trabalhadas, como pode ser observado na Figura 11. Os níveis de lactato por intervalo apresentaram os seguintes resultados: grupo A1 $0,7\pm 0,25$ mM; grupo A2 $0,93\pm 0,17$ mM e grupo A3 $1,20\pm 0,31$ mM. Todos os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas, como observado na Tabela 4.

Tabela 4. Comparação entre os grupos analisados pelo lactato coletado e sua relevância estatística.

Teste de Tukey's Multipla Comparação	P <0.05	Significância
A1 vs A2	Yes	*
A1 vs A3	Yes	***
A2 vs A3	Yes	**

Vs (versus)

3.3. Questionário Bipolar de Fadiga

Na Tabela 5 encontram-se os dados da média, desvio padrão e diferença percentual do teste bipolar de fadiga e indicadores (A1 e A2) do grupo de trabalhadores. Pode-se observar aumento significativo em praticamente todas as variáveis avaliadas pelo questionário entre os períodos de A1 e A2, apenas as variáveis nervosismo, dor nas coxas, dor nas pernas e dor nos pés não

apresentaram diferenças significativas. As duas variáveis que apresentaram maior diferença foram cansaço (154,54%) e dor nos braços (178,57%).

Tabela 5. Comparativo do questionário bipolar entre os períodos da jornada de trabalho inicial (A1) e após 3 horas de trabalho (A2).

Variáveis de Fadiga	A1	A2	ANOVA	
	X±SD	X±SD	*p	Δ%
Cansaço	1,1±0,3	2,8±0,5	<0,001	154,54
Concentração	1,0±0,0	1,8±0,4	<0,001	80
Nervosismo	1,3±0,5	1,3±0,5	ns	0
Produtividade	1,0±0,0	1,6±0,5	< 0.001	60
Cansaço visual	1,0±0,0	2,0±0,3	< 0.001	100
Dor no pescoço e ombros	1,7±0,5	2,9±0,3	< 0.001	70,6
Dor nas costas	1,2±0,4	2,4±0,7	< 0.001	100
Dor na lombar	1,3±0,5	2,4±0,5	< 0.001	84,61
Dor nas coxas	1,1±0,3	1,5±0,6	0,06	36,36
Dor nas pernas	1,1±0,3	1,4±0,5	0,05	27,27
Dor nos pés	1,1±0,3	1,3±0,5	0,14	18,18
Dor de cabeça	1,2±0,4	2,0±0,0	< 0.001	66,66
Dor nos braços	1,4±0,5	3,9±1,0	< 0.001	178,57

Na Tabela 6 encontram-se descritos e comparados a média, desvio padrão e a diferença percentual do teste bipolar de fadiga e indicadores (A1 e A3) do grupo de trabalhadores. Pode-se observar aumento significativo em praticamente todas as variáveis avaliadas pelo questionário entre os períodos de A1 e A3, apenas as variáveis dores nas coxas, dores nas pernas e dores nos pés não apresentaram diferenças significativas. As duas variáveis que apresentaram maior diferença foram cansaço (254,54%) e dor nos braços (357,13%).

Tabela 6. Comparativo do questionário bipolar entre os períodos da jornada de trabalho inicial (A1) e após a macro-pausa (A3).

Variáveis de Fadiga	ANOVA		*p	Δ%
	A1	A3		
	X±SD	X±SD		
Cansaço	1,1±0,3	3,9±0,7	<0,001	254,54
Concentração	1,0±0,0	3,9±0,9	<0,001	290
Nervosismo	1,3±0,5	2,6±0,5	<0,001	100
Produtividade	1,0±0,0	3,1±0,5	< 0.001	210
Cansaço visual	1,0±0,0	2,6±0,7	< 0.001	160
Dor no pescoço e ombros	1,7±0,5	3,9±0,9	< 0.001	129,41
Dor nas costas	1,2±0,4	3,4±1,1	< 0.001	183,33
Dor na lombar	1,3±0,5	3,6±0,9	< 0.001	176,92
Dor nas coxas	1,1±0,3	1,3±0,5	0,06	18,18
Dor nas pernas	1,1±0,3	1,1±0,3	0,05	0
Dor nos pés	1,1±0,3	1,1±0,3	0,14	0
Dor de cabeça	1,2±0,4	2,8±0,4	< 0.001	133,33
Dor nos braços	1,4±0,5	6,4±0,6	< 0.001	357,13

4. DISCUSSÃO

4. DISCUSSÃO

Este estudo, realizado com trabalhadores do setor de desossa de frigorífico, demonstrou uma forte relação entre a quantidade de lactato presente no sangue e a diminuição da frequência mediana do EMG. A relação entre o lactato sanguíneo e o sinal do EMG foi inversamente proporcional, isto é, quanto maiores os níveis de lactato no sangue mais baixo o sinal de EMG, indicando a presença de fadiga muscular para o indivíduo.

Uma abordagem para a redução da fadiga laboral é a introdução de intervalos, durante o trabalho, no entanto, no presente estudo descobriu-se que, mesmo após a introdução de uma macro pausa não houve redução de medidas de fadiga (EMG e lactato), nem na percepção de fadiga (questionário bipolar de fadiga).

As pesquisas relacionadas com as fadigas musculares em trabalhadores mostram a ocorrência de uma série de alterações nos tecidos corporais como redução da produtividade funcional dentro das empresas.^(4,55,59)

Vários estudos foram realizados com o objetivo de mostrar a influência da fadiga muscular durante a produção nas empresas, pois segundo Åkerstedt *et al.*,^(60,61) durante esse período, o organismo sofre adaptações que acarreta a diminuição da atividade muscular dos trabalhadores.

A EMG é comumente utilizada para capturar e estudar os Sinais Mioelétricos (EMS) manifestados durante o esforço muscular e nas atividades físicas que podem ser indicadores de fadiga muscular. Também é usada para avaliar o desenvolvimento muscular derivado do treinamento e da análise de

fadiga neuromuscular.⁽⁶¹⁾ Em particular, a EMG é efetiva quando usada em estudos de fadiga muscular, facilitando a correlação entre a fadiga e as queixas de dor.⁽⁶²⁾ Também facilita o estudo de trabalhos relacionados com as funções neuromusculares, como no presente estudo.⁽¹⁰⁾

Um dos parâmetros usados neste estudo para mensurar a fadiga foi a análise da frequência mediana do sinal da EMG. Quando a fadiga muscular está presente, o sinal de EMG analisado pelos parâmetros de frequência espectrais demonstra uma diminuição da frequência mediana.⁽⁷⁾ Para observar o comportamento da frequência mediana, a mesma deve ser analisada em fases, no início, no meio e no fim da atividade.⁽⁷⁾ O estudo utilizou a mesma técnica para analisar o comportamento da frequência média do sinal da EMG portanto confirmando os resultados anteriores descritos na literatura.⁽¹¹⁾

Taylor e Bronks⁽¹⁴⁾ analisaram as mudanças na atividade da EMG do músculo vasto lateral, bíceps femoral e gastrocnêmio durante corrida em esteira, e concluíram que as mudanças na EMG foram relacionadas a limiares de lactato e ventilatório. O ponto de ruptura da linearidade da amplitude do sinal de EMG ocorreu após o ponto de interrupção do lactato no sangue, o que demonstra que a ocorrência do limiar de lactato não pode ser atribuído somente a alterações no recrutamento de unidades motoras, enquanto que o limiar durante a realização da atividade isométrica com uma carga constante até a fadiga, ocorreu um aumento tempo-dependente do sinal de EMG. Além das alterações do sinal de EMG causadas por fadiga,⁽¹⁵⁾ também há evidências de que a repetição das atividades realizadas acima da cabeça resultaram em

fadiga dos músculos do ombro, o que pode provocar alterações biomecânicas ou mudanças na circulação normal da escapulo-torácica e glenoumerais.⁽¹⁶⁾

Quando as contrações musculares utilizadas causam fadiga muscular localizada, é bem estabelecido que, o resultado seria um aumento da amplitude dos sinais de EMG.^(63,64) O aumento da amplitude do sinal de EMG ocorre devido ao aumento da queima das unidades motoras para compensar a diminuição da força de contração das fibras musculares fatigadas. Esta é uma tentativa de manter o nível de tensão muscular ativa e é evidente mesmo em contrações musculares submáximas.^(65,66) Esta diminuição da força muscular, como consequência da fadiga muscular, pode predispor as pessoas, envolvidas no trabalho físico, à lesões músculo-esqueléticas.

Estudos anteriores que avaliaram o músculo reto femoral da coxa⁽⁶⁵⁻⁶⁷⁾ demonstraram uma diminuição da atividade EMG devido à diminuição da velocidade de condução do potencial de ação da fibra muscular. A diminuição da atividade do EMG também tem sido atribuída a uma diminuição do recrutamento da fibra muscular e da ativação de unidades motoras.^(68,69) O recrutamento muscular insuficiente pode causar fadiga e também pode resultar na diminuição da atividade do EMG.^(70,71)

É essencial destacar a importância das abordagens dos estudos para análise biomecânica, eletromiográfica e do movimento em geral, que deve ser delimitado para aplicação prática e imediata com métodos aplicáveis.⁽⁷²⁾ Alguns pesquisadores estão tentando melhorar a detecção ou predição da fadiga muscular,⁽⁷³⁾ antes mesmo de sua manifestação e evitando assim, um potencial de lesões músculo-esqueléticas. As alterações biomecânicas da função normal

das articulações devido à fadiga pode resultar em disfunção imediata como consequência diminuição da propriocepção causada pela redução da resposta ativa de mecanorreceptores articulares.⁽⁷⁴⁾ Atividades laborais repetitivas, muitas vezes realizadas em posturas inadequadas podem causar dor e disfunção músculo-esquelética, além disto, podem causar estresse psicológico e, havendo a necessidade da manutenção da produção, há o aumento da fadiga e maior estresse resultante de lesão músculo-esquelética.

Trabalhos avaliando a qualidade do sono em relação ao tipo de trabalho desenvolvido por Åkerstedt *et al.*^(60,61) mostraram que altas demandas no trabalho, principalmente relacionadas às demandas físicas, causam alterações negativas no sono. Estas alterações negativas, como por exemplo dificuldades no despertar do indivíduo, favorecem o aumento da fadiga física e mental, e dificuldades de concentração, podendo favorecer acidentes e lesões. Alguns trabalhos relacionam fatores como a excessiva carga de trabalho à fibromialgia e também com distúrbios do sono.⁽⁷⁵⁾

O questionário bipolar de fadiga é outro instrumento qualitativo que indica quais áreas o colaborador apresenta maior desconforto durante a jornada de trabalho, possibilitando uma resposta quantificável para os indicadores de fadiga sobre a cada região corporal. Fillus e Okimoto⁽⁴⁾ utilizaram questionário semelhante para determinar a percepção da fadiga em trabalhadores. No presente trabalho, pode-se notar um aumento progressivo da fadiga em praticamente todos os aspectos avaliados, embora os resultados apontem claramente um aumento mais acentuado nos membros superiores.

Neste estudo, realizado com os trabalhadores do setor de desossa em um frigorífico, foi demonstrado o aumento da quantidade de lactato sanguíneo nos trabalhadores, indicando haver fadiga muscular, fato observado também no questionário de fadiga bipolar. A maior ação muscular no trabalho que causa fadiga, mostra o aparecimento desta fadiga gerando correlações com queixas dolorosas.⁽⁶²⁾

De maneira geral neste estudo, houve aumento das queixas principalmente de membros superiores mostradas pelo questionário bipolar, juntamente ao aumento do lactato, indicando exacerbação do uso das demandas físicas na atividade executada.⁽⁴⁾

Em um estudo de Ostensvik, Veiersted e Nilsen,⁽⁸⁾ foi observado que atividades laborais que exigem contrações musculares sustentadas por mais tempo, podem levar o trabalhador a se queixar de dores, mais que trabalhadores com atividade menos intensas, levando ao aumento de distúrbios musculoesqueléticos. Tais distúrbios podem ser percebidos pelas queixas encontradas neste estudo pelo questionário aplicado, verificando sua piora no decorrer da jornada de trabalho.

Uma alternativa para reduzir a fadiga seria o emprego de pausas durante o trabalho, mas observamos que mesmo após a macro-pausa não foi possível verificar melhora nos sinais de fadiga (SME e lactato) e nem em sua percepção quando analisados os resultados do questionário bipolar.

É importante entender que essas pausas são necessárias para a recuperação física e mental dos trabalhadores,⁽⁷⁶⁾ mas nestes estudos é deixada clara a importância de se observar a impossibilidade estabelecer

pausas específicas para os diversos tipos de trabalho realizados e diferentes postos dentro de uma mesma empresa, já que essas pausas são dependentes das especificidades de demandas para cada posto, pela carga, não esquecendo a individualidade fisiológica e antropométrica de cada um. Todos esses fatores atrelados causam efeitos em curto prazo, indicando a necessidade de recuperação e repouso.⁽⁷⁷⁾

Os resultados evidenciaram a importância das pausas entre as atividades demandadas por esforço físico, como observado no trabalho desenvolvido por Silva e colaboradores⁽⁷⁸⁾ em que relacionando repetições máximas à pausa observou-se que quanto menor a pausa, maior a percepção do esforço e fadiga. Mas é importante salientar que o trabalho é realizado sob um escopo produtivista e economicista, e não como lazer, como acontece no esporte. Essa produtividade pode gerar demandas emocionais que colaboram com a exacerbação da fadiga e todos os outros problemas já discutidos.

As micro-pausas ativas, podem ser mais interessantes de se realizar quando comparadas às passivas, já que pela própria contração muscular, pode ocorrer o aumento da circulação local e assim acelerar a remoção de metabólitos da atividade muscular realizada.⁽⁷⁹⁾ Portanto, ao invés de serem realizadas pausas prolongadas durante o trabalho, talvez atividades recreacionais lúdicas, as quais mantenham os trabalhadores ativos, podem ser mais interessantes que as pausas passivas, tal como observado em nosso estudo, onde mesmo após a pausa A3, o nível de lactato continuou a aumentar e o SME a diminuir.

Entretanto, em termos práticos, a mensuração da fadiga muscular parece ser fácil de quantificar, pois, ao seu final, importantes alterações, tais como cansaço, dores, entre outras, estão significativamente identificadas, e estas alterações expressam com rigor a diminuição da produção funcional dos trabalhadores.

5. CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

1. Trabalhadores da desossa de frigoríficos bovinos desenvolvem estresse físico e psicofisiológico durante as atividades;
2. O intervalo da macro pausa de descanso não foi suficiente para recuperação física e psicofisiológica durante as atividades;
3. Essas atividades podem levar a doenças ocupacionais tanto física como psíquica, pois é sabido que os princípios etiológicos destas, a fadiga, atua como marcador inicial.
4. O exame do lactato apresentou aumento dos níveis em todas as etapas da avaliação.
5. A eletromiografia com a metodologia proposta demonstrou aumento da frequência mediana em todos os funcionários avaliados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Serranheira F, Uva AdS, Espírito-Santo J. Work-related upper limbs musculoskeletal disorder risk evaluation strategy in a Portuguese meatpacking plant. *Rev Bras S Ocup* 2009; 34(119):58-66.
2. Sarda SE, Ruiz RC, Kirtschig G. Juridical tutelage concerning the health of meat packing workers: public service considerations:[review]. *Acta Fisiátrica*. 2009; 16(2).
3. Amann M, Dempsey JA. Locomotor muscle fatigue modifies central motor drive in healthy humans and imposes a limitation to exercise performance. *J Physiol* 2008; 586(1):161-73.
4. Filus R, Okimorto ML. The effect of job rotation intervals on muscle fatigue—lactic acid. *Work. J Prev Asses Rehab* 2012; 41:1572-81.
5. Pereira CCDA, López RFA, Vilarta R. Effects of physical activity programmes in the workplace (PAPW) on the perception and intensity of musculoskeletal pain experienced by garment workers. *Work: J Prev Asses Rehab* 2013; 44(4):415-21.
6. Gell N, Werner RA, Hartigan A, Wiggermann N, Keyserling WM. Risk factors for lower extremity fatigue among assembly plant workers. *Am J Ind Med*. 2011; 54(3):216-23.
7. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Applied Biomech* 1997; 13:135-63.
8. Perotto A, Delagi EF. Anatomical guide for the electromyographer: the limbs and trunk. Charles C Thomas Pub Limited 2005; p. 54-60.

9. Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Stegeman D, Blok J, Rau G, *et al.* European recommendations for surface electromyography. Roes Research Dev Netherlands 1999; ISBN :90-75452-14-4.
10. Kuruganti U, Murphy TP, Dickinson GT. A preliminary investigation of upper limb muscle activity during simulated Canadian forest harvesting operations. *Work: J Prev Asses Rehab* 2011; 39(4):491-8.
11. Coorevits P, Danneels L, Cambier D, Ramon H, Vanderstraeten G. Assessment of the validity of the Biering-Sørensen test for measuring back muscle fatigue based on EMG median frequency characteristics of back and hip muscles. *Journal of electromyography and kinesiology. Of J Int Soc Electrophysiol Kinesiology* 2008; 18(6):997.
12. Ostensvik T, Veiersted KB, Nilsen P. A method to quantify frequency and duration of sustained low-level muscle activity as a risk factor for musculoskeletal discomfort. *J Electromyography Kinesiology* 2009; 19(2):283-94.
13. Samani A, Holtermann A, Sogaard K, Madeleine P. Active pauses induce more variable electromyographic pattern of the trapezius muscle activity during computer work. *J Electromyography Kinesiology* 2009; 19(6):e430-e7.
14. Taylor A, Bronks R. Electromyographic correlates of the transition from aerobic to anaerobic metabolism in treadmill running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1994; 69(6):508-15.
15. Ng JK, Richardson CA, Jull GA. Electromyographic amplitude and frequency changes in the iliocostalis lumborum and multifidus muscles during a trunk holding test. *Physical Therapy* 1997; 77(9):954-61.

16. Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *J Electromyography Kinesiology* 2006; 16(3):224-35.
17. Laurell AC, Noriega M. Processo de produção e saúde. Trabalho e desgaste operário. São Paulo: Hucitec; 1989. p. 99-144.
18. Saquy PC, Pécora JD. A ergonomia e as doenças ocupacionais do Cirurgião-dentista. Ribeirão Preto: Dabi-Atlante; 1994.
19. Secretaria Estadual de Saúde. Manual de Biossegurança no atendimento odontológico. Recife: Divisão Estadual de Saúde Bucal de Pernambuco; 2001.
20. Saquy PC, Cruz Filho AM, Souza Neto MD, Pécora JD. A ergonomia e as doenças ocupacionais do Cirurgião-dentista. Parte III: agentes químicos e biológicos. *ROBRAC* 1998; 7(23):50-54.
21. Poi WR, Reis LAS, Poi ICL. Cuide bem dos seus punhos e dedos. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1999; 2(53):117-121.
22. Browne CD, Nolan BM, Faithfull DK. Occupational repetition strain injuries – Guidelines for diagnosis and management. *Med J Aust* 1984; 140(6):329-32.
23. Assunção A, Rocha L. Agora... Até namorar fica difícil: uma história de lesões por esforços repetitivos. In: Buschinelli JT, Rocha LE, Rigotto RM. (Orgs). *Isto é trabalho de gente?* Petrópolis: Vozes; 1994. p. 461-493.
24. Brasil. Ordem de Serviço n.º 606 de 5 de agosto de 1998. Aprova Norma Técnica sobre Distúrbios osteomusculares Relacionados ao Trabalho - DORT. *Diário Oficial da União, Brasília* 1998; 158: 26-38.

25. Sant'Anna R. Cartilha do Trabalhador - Programa de prevenção e acompanhamento de L.E.R/ D.O.R.T. São Paulo: Fundacentro; 1998
26. Oliveira CR. Manual Prático de Lesões por Esforços Repetitivos - LER. 1ªed. Belo Horizonte- MG: Health; 1998.
27. Williams R, Westmorland M. Occupational Cumulative Trauma Disorders of the Upper Extremity: A Literature Review. Am J Occup Ther 1994; 48(5): 411-20.
28. Regis Filho GI, Lopes MC. Aspectos Epidemiológicos e Ergonômicos de Lesões por Esforço Repetitivo em Cirurgiões-Dentistas. Rev Assoc Paul Cir Dent 1997; 51(5):469-75.
29. Nicoletti S. L.E.R. - Lesões por esforço Repetitivo. In: Simpósio Internacional Sobre LER: O Mal do Homem Moderno? São Paulo: Centro Brasileiro de Ortopedia Ocupacional; 1997. p. 2.
30. INST - Instituto Nacional De Saúde Do Trabalhador. LER - Você pode virar essa página. São Paulo: CUT; 1996.
31. De Luca CJ, Adam A, Wotiz R, Gilmore D, Nawab SH. Decomposition of Surface EMG Signals. J Neurophysiol [Internet] 2006; 96(3):1646-57. Disponível em: <http://jn.physiology.org/content/96/3/1646.full.pdf+html>. Acessado em: 16/01/2011.
32. Rondelli RR, Corso SD, Simões A, Malaguti C. Methods for the assessment of peripheral muscle fatigue and its energy and metabolic determinants in COPD. J Bras Pneumol [Internet] 2009; 35(11):1125-35. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-7132009001100011&script=sci_arttext. Acessado em: 05/01/2011.

-
33. Barbosa FSS, Gonçalves M. Protocolo para a identificação da fadiga dos músculos eretores da espinha por meio da dinamometria e da eletromiografia. *Fisioter mov* [Internet] 2005; 18(4):77-87. Disponível em: <http://www2.pucpr.br/reol/index.php/RFM?dd1=234&dd99=view>. Acessado em: 10/01/2011.
34. Mahmud MAI, Merlo ARC, Gomes I, Becker J, Nora DB. Relação entre tensão neural adversa e estudos de condução nervosa em pacientes com sintomas da síndrome do túnel do carpo. *Arq Neuropsiquiatr* [Internet] 2006; 64(2-A):277-82. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/anp/v64n2a/a19v642a.pdf>. Acessado em: 25/01/2011.
35. Oncins MC, Douglas CR, Paiva G. A eletromiografia como auxílio na conduta terapêutica após cirurgia de craniotomiafronto-temporal: relato de caso. *Rev CEFAC* [Internet] 2009; 11(3):457-65. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462009000700022. Acessado em: 16/01/2011.
36. Marziale MHP, Hong OS, Morris JA, Rocha FLR. Atribuições e funções dos enfermeiros do trabalho no Brasil e nos Estados Unidos. *Rev Latinoam Enferm* 2010; 18(2):[09 telas]. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v18n2/pt_07.pdf. Acessado em: 10/01/2011.
37. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech* 1997; 13(2):135-63.
38. Faria IE. Energy expenditure, aerodynamics and medical problems in cycling. An update. *Sports Med* 1992; 14(1):43-63.

39. Li L, Caldwell GE. Muscle coordination in cycling: effect of surface incline and posture. *J Appl Physiol* 1998; 85(3):927-34.
40. Gregor RJ. Biomechanics of cycling. In: Kirkendall G (Ed.). *Exercise and Sport Science*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 165-66.
41. Baum BS, Li L. Lower extremity muscle activities during cycling are influenced by load and frequency. *J Electromyogr Kinesiol* 2003; 13(2): 181-90.
42. Diefenthaler FR, Bini R, Laitano OL, Guimarães ACS, Nabinger E, Carpes FP, *et al.* Assessment of the effects of saddle on cyclists' pedaling technique. 53° An Meet Am Col Sports Med. Denver, 2006.
43. Lepers R, Hausswirth C, Maffiuletti N, Brisswalter J, Van Hoecke EJ. Evidence of neuromuscular fatigue after prolonged cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(11):1880-6.
44. Vollestad NK. Measurement of human muscle fatigue. *J Neurosci Methods* 1997; 74(2):219-27.
45. Lepers R, Maffiuletti NA, Rochette L, Brugniaux J, Millet EGY. Neuromuscular fatigue during a long-duration cycling exercise. *J Appl Physiol* 2002; 92(4):1487-93.
46. Candotti CT, Castro FAS, Scheeren EM, Pressi AMS, Loss JF, Vaz MA, *et al.* EMG signal behavior in human vastus lateralis, tibialis anterior and soleus muscles during fatigue. *Braz J Biomech* 2004; 9:15-9.
47. Enoka R, Stuart DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Phys* 1992; 72(5):1631-48.

48. Denadai BS. Índices fisiológicos de avaliação aeróbia. Conceitos e aplicações. Ribeirão Preto:B.S.D.; 1999.
49. Mc Ardle WD, Katch FI, Katch VI. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Discos CBS; 1985.
50. Hargreaves M, Mcconell G, Proietto J. Influence of muscle glycogen on glycogenolysis and glucose uptake during exercise in humans. *J Appl Physiol* 1995; 78:288-92.
51. Edwards RHT. Human muscle function and fatigue. Londres: Edic Whelan; 1981.
52. Bigland-Ritchie B, Donovan EF, Roussos CS. Conduction velocity EMG power spectrum changes in fatigue of sustained maximal efforts. *J Appl Physiol* 1981; 1300-5.
53. Figueira TR, Denadai BS. Relações entre limiar anaeróbio, limiar anaeróbio individual e máxima fase estável de lactato em ciclistas. *Rev Bras Cien Mov* 2004; 12(2):91-5.
54. Grandjean E. Manual de Ergonomia – Adaptando o trabalho ao homem. 5ªed. São Paulo: Bookmam; 2005.
55. Albano FM, Guimarães LBM, Van Der JL. Avaliação de Três Facas de Desossa de Frango com diferentes materiais de Pega. Porto Alegre: UFRGS; 2004.
56. Barbosa SdeL. Teoria vs prática gerencial: a qualidade de vida no trabalho como discurso para obter eficiência organizacional. *Rev Ciênc Emp Curitiba* 2001; 1(1):75-92.

57. Bellusci SM. Doenças Profissionais ou do Trabalho. 3ªed. São Paulo: Senac; 2001.
58. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 555, 18/05/2013. Norma Regulamentadora 36; 2013.
59. Silverstein B, Fine LJ, Armstrong T. Hand wrist cumulative disorders in industry: British J Industrial Med 1984; 779-784.
60. Åkerstedt T, Nordin M, Alfredsson L, Westerholm P, Kecklund G. Predicting changes in sleep complaints from baseline values and changes in work demands, work control, and work preoccupation. WOLF-project Sleep Med 2012; 13:73-80.
61. Åkerstedt T, Knutsson A, Westerholm P, Theorell T, Alfredsson L, Kecklund G. Mental fatigue, work and sleep. J Psychosomatic Research 2004; 57: 427-33.
62. Rissén D, Melin B, Sandsjö L, Dohms I, Lundberg U. Surface EMG and psychophysiological stress reactions in women during repetitive work. Eur J Applied Physiology 2000; 83(2):215-22.
63. Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. J Electromyography Kinesiol 1999; 9(1):39-46.
64. Potvin J. Effects of muscle kinematics on surface EMG amplitude and frequency during fatiguing dynamic contractions. J Applied Physiology 1997; 82(1):144-51.

65. Bigland-Ritchie B, Woods J. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle & Nerve* 2004; 7(9):691-9.
66. Gandevia S. Neural control in human muscle fatigue: changes in muscle afferents, moto neurones and moto cortical drive. *Acta Physiologica Scandinavica* 2002; 162(3):275-83.
67. Allen DG, Lamb G, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological Reviews* 2008; 88(1):287-332.
68. Dimitrova N, Arabadzhiev T, Hogrel J, Dimitrov G. Fatigue analysis of interference EMG signals obtained from biceps brachii during isometric voluntary contraction at various force levels. *Journal of electromyography and kinesiology. Of J Int Soc Electrophysiol Kinesiol* 2009; 19(2):252.
69. Housh TJ, deVries HA, Johnson GO, Housh DJ, Evans SA, Stout JR, *et al.* Electromyographic fatigue thresholds of the superficial muscles of the quadriceps femoris. *Eur J Appl Physiol Occupational Physiol* 1995; 71(2):131-6.
70. Cifrek M, Medved V, Tonković S, Ostojić S. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)* 2009; 24(4):327.
71. González-Izal M, Malanda A, Gorostiaga E, Izquierdo M. Electromyographic models to assess muscle fatigue. *J Electromyography Kinesiol* 2012; 22(4):501-12.

72. Cifrek M, Medved V, Tonković S, Ostojić S. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon). 2009; 24(4):327.
73. Al-Mulla MR, Sepulveda F, Colley M. An Autonomous Wearable System for Predicting and Detecting Localised Muscle Fatigue. *Sensors* 2011; 11(2):1542-57.
74. Lee HM, Liao JJ, Cheng CK, Tan CM, Shih JT. Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. *Clin Biomech* 2003; 18(9):843-7.
75. Zurowski M, Shapiro C. Stress, fibromyalgia, and sleep. *J Psychosomatic Research* 2004; 57: 415-6.
76. Iida I. *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Edgard Blucher; 2005
77. Sluiter JK, de Croon EM, Meijman TF, Frings-Dresen MHW. Need for recovery from work related fatigue and its role in the development and prediction of subjective health complaints. *Occup Environ Med* 2003; 60 (Suppl I): i62–i70.
78. Silva MS, Silva TS, Mota MR, Damasceno VO, Martins da Silva F. Analysis of the effect of different intensities and rest interval on the perceived exertion of athletes. *Motricidade* 2011; 7(1):3-12.
79. Samani A, Holtremann A, Sogaard K, Madeleine P. Active pauses induce more variable electromyographic pattern of the trapezius muscle activity during computer work. *J Electromyogr Kinesiol* 2009; 19(6):e430-7.

7. APÊNDICES

7. APÊNDICE

Apêndice 1. Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido utilizado.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, abaixo assinado, autorizo o Pesquisador Luis Ferreira Monteiro Neto, devidamente assistido(o)as pela seu(ua) orientador(a) Airton Camacho Moscardini, a desenvolver a pesquisa abaixo descrita:

1-Título do Experimento: "DETERMINAÇÃO DA FADIGA RELACIONADA AO TRABALHO EM TRABALHADORES DE FRIGORÍFICOS ATRAVÉS DA ELETROMIOGRAFIA, LACTATO SANGUÍNEO E QUESTIONÁRIO BIPOLAR DE FADIGA"

2-Objetivo: O objetivo deste estudo foi analisar a fadiga dos músculos extensores do punho, utilizando a eletromiografia (EMG), a concentração de lactato sanguíneo e percepção de fadiga utilizando o questionário bipolar de fadiga;

3-Desconfortos e riscos esperados: Nenhum. Fui devidamente informado dos riscos acima descritos e de qualquer risco não descrito, não previsível, porém que possa ocorrer em decorrência da pesquisa será de inteira responsabilidade dos pesquisadores.

4-Benefícios esperados: Identificar mecanismos eficientes de identificação de fadiga em ambientes laborais.

5-Informações: Os participantes têm a garantia que receberão respostas a qualquer pergunta e esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos assuntos relacionados à pesquisa. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informações atualizadas obtidas durante a realização do estudo.

6-Retirada do consentimento: O voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, não acarretando nenhum dano ao voluntário.

7-Confiabilidade: Os voluntários terão direito à privacidade. A identidade (nomes e sobrenomes) do participante não será divulgada. Porém os voluntários assinarão o termo de consentimento para que os resultados obtidos possam ser apresentados em congressos e publicações.

Promissão, SP _____ de _____ de 2010.

ASSINATURA DO VOLUNTÁRIO

Dados do pesquisador

Luis Ferreira Monteiro Neto

Tel (017): 981287309 – UNILAGO

Email: lula.fisio@hotmail.com

8. ANEXOS

Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.



UNIÃO DAS FACULDADES
DOS GRANDES LAGOS

Associação Educacional de Ensino Superior
mantenedora da
União das Faculdades dos Grandes Lagos

OFICIO Nº 020/10 – União das Faculdades dos Grandes Lagos

São José do Rio Preto, setembro de 2010.

Ao Prof. Luís Ferreira Monteiro Neto

Assunto: **Aprovação dos Projetos de Iniciação Científica**

Prezada Senhora

Informamos a Vossa Senhoria que o Comitê de Ética em Pesquisa da União das Faculdades dos Grandes Lagos, mantida pela Associação Educacional de Ensino Superior, localizada na cidade de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, à Rua Eduardo Nielsen, nº 960, Jardim Aeroporto, coordenado pela Prof. Doutora Silvia Messias Bueno, conforme Portaria DGE nº 01/2010, que entrou em vigor em 01 de fevereiro de 2010, aprovou o projeto de pesquisa apresentados em janeiro de 2010, o qual está sendo orientado por esta docente, com o seguinte tema: Técnicas de avaliação de fadiga laboral utilizando lactato sanguíneo e eletromiografia de superfície em trabalhadores do ramo frigorífico, está de acordo com a resolução CNS 196/96 e foi aprovado por esse Comitê de Ética.

Lembramos ao senhor pesquisador que deve cumprir a resolução 251/97 e seguir as normas propostas por este Comitê de Ética. Ao final do trabalho deve ser enviado um relatório completo.

Atenciosamente.

Carina Beltramini
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)
União das Faculdades dos Grandes Lagos

Anexo 2. Artigo apresentado durante a Jornada de Trabalho.

284

Artigo Original

Análise dinâmica da fadiga de trabalhadores do setor de desossa de um frigorífico durante a jornada de trabalho.

Dynamic analysis of fatigue in workers at boning sector of a refrigerator during the workday.

Luis Ferreira Monteiro Neto⁽¹⁾, Airton Camacho Moscardini⁽²⁾, Olavo Egídio Alioto⁽³⁾, Allison Gustavo Braz⁽⁴⁾.

Departamento de Pediatria, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto.

Resumo

Introdução: A demanda de maior produtividade vem exigindo cada vez mais dos trabalhadores, sem necessariamente pensar em sua saúde, causando lesões pelo esforço no trabalho que são potencializadas pela fadiga que a atividade desenvolvida causa. Com equipamentos e pausas adequadas, o risco de lesões por posicionamento inadequado e fadiga podem ser minimizados. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi observar a fadiga muscular pela frequência mediana da eletromiografia da musculatura extensora do punho de trabalhadores do setor de desossa em um frigorífico. **Método:** Foram avaliados 18 trabalhadores de uma indústria frigorífica no setor de desossa durante sua jornada de trabalho de 8 horas, executando suas atividades em 3 momentos distintos: A1 = Amostragem ao início do trabalho; A2 = amostragem após 3 horas de trabalho e A3 = amostragem após uma macro-pausa de 90 minutos. **Resultados:** A frequência mediana da eletromiografia reduziu progressivamente nas 3 coletas (A1 706,37 ± 56,20 Hz; grupo A2 634,20 ± 67,99 Hz; e o grupo A3 com 582,10 ± 63,05 Hz). **Conclusão:** Trabalhadores do setor de desossa da indústria frigorífica aumentam a fadiga no decorrer do trabalho, mesmo após a macro-pausa para o almoço.

Palavras-chave: Eletromiografia; Fadiga muscular; Fisioterapia do Trabalho; Ergonomia

Abstract

Introduction: The demand for higher productivity is demanding more workers, without necessarily thinking about their health, causing damage by stress at work that are enhanced by fatigue caused by the developed work. With work equipment adequate and intervals in it, the risk of injury by improper positioning and fatigue can be minimized. **Objective:** The objective of this study was to observe muscle fatigue by electromyography median frequency of the wrist extensor muscles of people working on boning in a refrigerator. **Method:** were evaluated a total of 18 workers at a meatpacking industry in the sector of bones during their eight hours work day, running its activities in three distinct stages: A1 = sampling in early labor, A2 = sampling after 3 hours of work and A3 = a macro-sample after 90 minutes of rest. **Results:** The median frequency of EMG decreased progressively in three trials (706.37 ± 56.20 Hz A1, A2 group 634.20 ± 67.99 Hz, and group A3 with 582.10 ± 63.05 Hz). **Conclusion:** Workers in the sector of boning of meat industry increased fatigue during the work, even after the macro-lunch break.

Keywords: Electromyography, muscle fatigue, Physiotherapy Labour; Ergonomics

Recebido em 15 de Maio de 2012 e aceito em 20 de Junho de 2012.

1. Doutorando do Programa de Pós-Graduação (Stricto Sensu) em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, SP-Brasil
2. Docente do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, FAMERR, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil
3. Docente da Faculdade Método de São Paulo, São Paulo, Brasil
4. Docente da Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí – UFG/CAJ, Jataí, Goiás

Endereço para correspondência:

Luis Ferreira Monteiro Neto, Avenida Sete de Setembro 625, Centro, Nova Granada-SP, CEP 15440-000, Telefone (17 81287309)
e-mail: lula.fisio@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A preocupação com aumento de produtividade é intrinsecamente atrelada à alta produção e ao baixo custo operacional. Esta redução operacional inclui a diminuição dos índices de afastamentos em um ambiente laboral, já que os afastamentos oneram as empresas pelo prejuízo à saúde de seus funcionários e uma dessas variáveis é a fadiga muscular que ocorre durante a jornada de trabalho.

Além dos prejuízos relacionados às empresas, também existe os problemas sociais e pessoais sofridos por problemas de ordem musculoesquelética levando ônus aos cofres públicos e sofrimentos e constrangimentos do cidadão que pode ficar incapacitado de continuar em sua função ou até em outra profissão, levando-o à incapacidade física e mental, que por sua vez podem trazer problemas familiares.

Como citado anteriormente, a fadiga é uma incapacidade funcional causada pelo aumento do esforço para exercer a força desejada que é causado pelo controle motor central, que não permite o aumento da potência muscular, reduzindo ou dificultando a realização de tarefas⁽¹⁾, levando ao indivíduo a tomar outras posturas que podem desencadear as lesões musculoesqueléticas ou até mesmo aos acidentes de trabalho.

Existem diversas maneiras de determinar a fadiga utilizando-se de métodos subjetivos a quantitativos, empregados na determinação da fadiga durante atividades laborais, sendo uma dessas ferramentas, a eletromiografia (EMG).

A EMG é uma ferramenta de avaliação da ativação neuromuscular e possui diversos campos de atuação tal como na avaliação biomecânica, trazendo melhor entendimento de quais e quando os músculos são solicitados durante determinadas atividades no trabalho. A atividade elétrica muscular que se manifesta como potencial de ação da unidade motora é graficamente registrada como sinal eletromiográfico⁽²⁾, possibilitando fazer algumas leituras sobre sua atividade.

O sinal eletromiográfico está relacionado diretamente com as condições musculares e seu nível de preparo. Em músculos treinados há menor atividade eletromiográfica na execução dos mesmos trabalhos que em condições de hipotrofia, fraqueza e fadiga muscular. Esta correlação é utilizada para determinar o nível de condição neuromuscular de um determinado grupo. Pela análise do sinal eletromiográfico, também é possível observar o início da fadiga das unidades motoras musculares com o seu desrecrutamento e o recrutamento de novas unidades⁽³⁾.

Rotineiramente são utilizadas as frequências medianas do sinal EMG da musculatura para a observação da fadiga muscular⁽³⁾. Foi verificado que é possível correlacionar fatores negativos como a tensão, estresse e o esgotamento com a atividade da EMG, sendo que

os indivíduos que apresentam estas características normalmente são os que mais apresentam mais queixas dolorosas⁽⁴⁾.

A quantidade de investimentos científicos na busca de uma validação de metodologias biomecânicas, como o uso do sinal EMG, em contrações dinâmicas para medição da fadiga muscular continuam a crescer a cada dia, bem como novas técnicas e aparelhos vão surgindo o que torna ainda mais desafiador esse tipo de pesquisa uma vez que a maioria das atividades ocorrem de modo dinâmico, sendo importante encontrar maneiras de minimizar possíveis ruídos durante as coletas bem como maneiras mais baratas e fáceis de serem aplicadas em diversos ambientes.

Neste estudo foi objetivada a observação da fadiga muscular fisiológica através da eletromiografia da musculatura extensora do antebraço de trabalhadores do setor de desossa de um frigorífico durante 3 períodos distintos em um dia de jornada de trabalho, observando se uma macro-pausa (pausa para o almoço) era suficiente para minimizar a fadiga durante atividade laboral.

MÉTODO

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da União das Faculdades dos Grandes Lagos - UNILAGO, sob o ofício nº 020/10.

Participaram deste estudo dezoito (n=18) voluntários do sexo masculino, com idade média de 27,5±2,3 anos e sem antecedentes de doenças musculoesqueléticas. Todos exerciam atividades laborais na empresa do ramo frigorífico a mais de 3 anos. Antecipadamente ao experimento os mesmos foram informados dos procedimentos durante a realização das coletas (registros) dos sinais da eletromiografia (EMG) assinando o termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FAMERP.

Os registros do eletromiógrafo foram realizados durante a execução da atividade laboral de cada voluntário em três diferentes períodos, a primeira coleta foi realizada no início da jornada de trabalho (A1), a segunda após 3 horas de trabalho (A2) e a terceira após 30 minutos a uma macro-pausa de 90 minutos para o almoço (A3).

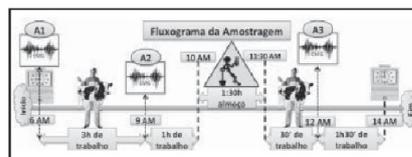


Figura 1. Esquema desde a entrada do trabalhador com os horários trabalhados, horário da macro-pausa (almoço) da coleta do sinal EMG durante a jornada de trabalho dos indivíduos.

(A1 = primeira amostragem; A2 = segunda amostragem; A3 = terceira amostragem; EMG = Eletromiografia)

A coleta A3 foi realizada 30 minutos após a macro-pausa pois a linha de produção demora 30 minutos para ser reabastecida integralmente. O fluxograma abaixo (figura 1) mostra como foi o procedimento de amostragem durante a rotina de trabalho.

O sinal de EMG foi adquirido por um eletromiógrafo de 16 canais da marca EMG System do Brasil Ltda, modelo EMG 800c, com software de aquisição e processamento de sinais plataforma Windows. O condicionador de sinais eletromiográfico foi configurado com filtro passa-banda de 20 a 500 Hz, frequência de amostragem de 1000 Hz.

Foram utilizados eletrodos de superfície do tipo bipolar diferencial da marca MEDTRACE®, ligados a interface ativa do eletromiógrafo EMG System do Brasil, com ganho total de amplificação de 1000X, sendo ganho de 20X no eletrodo e de 50X no eletromiógrafo.

Os eletrodos foram posicionados sobre os músculos extensores de punho utilizando-se o protocolos já instituídos na literatura^(5,6). Após a colocação do eletrodo, foi feita uma marcação na pele para que em toda nova coleta os eletrodos fossem posicionados no mesmo local. A colocação dos eletrodos foi realizada com os voluntários no ambiente laboral durante a atividade específica por 20 minutos. Os voluntários foram devidamente aterrados, com fio terra (eletrodo terra) colocado ao nível de C7 (7ª vértebra cervical).

Os sinais foram tratados pela análise de parâmetros espectrais para frequência mediana para comparação entre os grupos.

RESULTADOS

Todos os grupos de funcionários avaliados pela eletromiografia apresentaram diminuição na média da frequência mediana em cada avaliação subsequente, sugerindo a presença de fadiga a partir da segunda coleta, como indica o gráfico da figura 2.

Os grupos analisados pela frequência mediana (RMS) do sinal de EMG apresentaram diferenças estatisticamente significante entre os grupos (Table 1), apresentando os seguintes resultados: grupo A1 706,37±56,20 Hz; grupo A2 634,20±67,99 Hz; e o grupo A3 com 582,10±63,05 Hz.

DISCUSSÃO

Todas as amostragens foram realizadas sempre no primeiro dia da semana laboral (segundas-feiras), pois as respostas poderiam apresentar níveis de fadiga mais elevados caso realizadas em qualquer outro dia da semana, já que o trabalho desempenhado em ambientes como frigoríficos é intenso, com 8 horas diárias de carga horária de trabalho, podendo apresentar acúmulo dos efeitos da fadiga adquirida pelo esforço realizado.

A EMG é habitualmente utilizada para a captura e estudo do Sinal Mioelétrico (SME) para observar

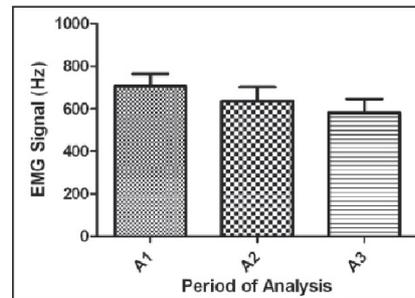


Figura 2. Média da frequência mediana em RMS do EMG (Hz) nos diferentes períodos de análise. Observe que a frequência mediana cai no transcorrer do dia de trabalho.

Tabela 1. Comparação entre os grupos e sua relevância estatística. Vs (versus).

Comparação entre os grupos	Valor de p
A1 vs A2	** p<0.01
A1 vs A3	*** p<0.001
A2 vs A3	*** p<0.001

o esforço muscular durante atividades físicas, o acompanhamento do desenvolvimento muscular decorrentes de tratamentos e os treinamentos e análise da fadiga neuromuscular⁽³⁾, possibilitando estudos em fadiga muscular e correlaciona-los com queixas dolorosas⁽⁴⁾, por exemplo. Também é possível sua utilização no estudo em certas atividades e das funções neuromusculares envolvidas com o movimento empregado em tal função ou simulação⁽⁷⁾.

Um dos parâmetros utilizados para mensurar a fadiga é a análise da frequência mediana. Quando a fadiga muscular esta presente no sinal EMG, analisado por parâmetros espectrais de frequências medianas, este apresenta um decréscimo da frequência⁽²⁾. Para observar este comportamento deve-se analisar a frequência mediana em fases, início da atividade, meio e fim⁽²⁾. Nesta pesquisa foi utilizada a mesma técnica para analisar o comportamento da frequência mediana corroborando os resultados encontrados na literatura⁽⁸⁾.

Em nosso estudo realizado com trabalhadores do setor de desossa da indústria de carne, podemos relacionar a diminuição da frequência mediana apresentada, ao surgimento de fadiga muscular e cansaço, relatado pelos próprios trabalhadores, que dizem se mostrarem cansados à medida que o dia avança, mesmo após as pausas.

Em um estudo de Østensvik, Veiersted e Nilsen⁽⁹⁾, foi observado que atividades laborais que exigem contrações musculares sustentadas por mais tempo, podem levar o trabalhador a se queixar de dores, mais que trabalhadores com atividade menos intensa, levando ao

aumento de distúrbios musculoesqueléticos. As queixas destes distúrbios foram encontradas em nosso estudo pelo questionário aplicado, verificando sua piora no decorrer da jornada de trabalho.

Uma alternativa para reduzir a fadiga seria o emprego de pausas durante o trabalho, mas observamos que mesmo após a macro-pausa não foi possível verificar melhora nos sinais de fadiga (frequência mediana).

As micro-pausas ativas, podem ser mais interessantes de se realizar comparadas às ativas, já que pela própria contração muscular, pode ocorrer o aumento da circulação local e assim acelerar a remoção dos metabólitos provenientes da atividade muscular extenuante realizada⁽¹⁹⁾. Portanto, ao invés de ser realizadas pausas prolongadas durante o trabalho, talvez atividades recreacionais lúdicas, as quais mantenham os trabalhadores ativos, podem ser mais interessantes que as pausas passivas, tal como observado em nosso estudo, onde mesmo após a pausa A3, o nível de lactato continuou a aumentar e o SME a diminuir.

Taylor e Bronks⁽¹¹⁾ analisaram as mudanças na atividade EMG dos músculos vasto lateral, bíceps femoral e gastrocnêmio durante a corrida em esteira rolante, e as mudanças na EMG foram relacionadas aos limiares de lactato e ventilatório. O ponto de quebra da linearidade da amplitude do sinal EMG ocorreu após o ponto de quebra do lactato sanguíneo, demonstrando que a ocorrência do limiar de lactato não pode ser atribuída somente a mudança no recrutamento das unidades motoras, enquanto o limiar ventilatório ocorreu em intensidade próxima à da obtida pela EMG.

Segundo Tarkka⁽¹²⁾, durante a realização de exercício isométrico com carga constante até a fadiga ocorre um aumento tempo-dependente no sinal eletromiográfico, o que confere confiabilidade aos protocolos deste estudo; sendo que este aumento pode ocorrer devido ao aumento da amplitude do potencial de ação, a mudanças na ordem de recrutamento das unidades motoras após os primeiros segundos de contração, ao aumento do recrutamento de unidades motoras ou ao aumento das taxas de disparo do neurônio motor, sendo estes fatores utilizados como estratégia de compensação da perda da função motora.

Além da modificação no sinal eletromiográfico causado pela fadiga⁽¹²⁾, há também evidências mostrando que quando o indivíduo executa tarefas laborais repetitivas, principalmente com atividades acima da linha da cabeça, levam à fadiga da musculatura do ombro, trazendo alterações biomecânicas na região escapulotorácica e glenoumeral⁽¹³⁾.

Quando um músculo exibe fadiga localizada após contrações repetidas trabalhos clássicos há muito apontava a existência de uma elevação na amplitude do

EMG^(14,15) devido às unidades motoras disparem em velocidades crescentes para compensar a queda da força de contração das fibras fadigadas na tentativa em manter o nível de tensão ativa, sendo evidentes em contrações submáximas^(16,17). Esse decréscimo de força, pode causar lesões osteomusculares nos trabalhadores, pois os mesmos acabam levando seu corpo a grande desgaste e muitas vezes sem interrupção.

As curvas com comportamento decrescente já foram justificadas em outros estudos^(16,17,18), que avaliando o músculo reto da coxa demonstraram uma diminuição da atividade eletromiográfica devido à diminuição da velocidade de condução do potencial de ação das fibras musculares utilizadas; assim como pela diminuição do recrutamento de fibras e da ativação de unidades motoras^(3,19); ou pelo fato da porcentagem de carga não ter sido suficiente para promover o processo de fadiga^(20,21).

É interessante observar que devido aos estudos voltados ao entendimento da fadiga muscular, algumas pesquisas estão sendo conduzidas na detecção e predição da fadiga⁽²²⁾ antes mesmo dela se instalar e vir a causar algum dano no indivíduo.

As alterações do funcionamento biomecânico normal das articulações devido à fadiga, podem trazer prejuízos imediatos, já que há perda da propriocepção ativa causada pela redução de resposta dos mecanorreceptores articulares⁽²³⁾. Principalmente no médio e longo prazo, onde movimentos repetitivos e fora do alinhamento causando dores e disfunções no trabalhador, e também onerando a empresa contratante, onde em um primeiro momento a empresa arcará com a redução da produtividade do trabalhador. Como resposta à queda da produtividade o trabalhador entrará em uma situação de estresse psicológico e aumentará seu esforço como tentativa de normalizar a produtividade, que acarretará em mais fadiga, maior alteração proprioceptiva e biomecânica, até causar uma séria lesão musculoesquelética. Com a lesão, o trabalhador tem o direito de se afastar custeado pela empresa e além disso a empresa deverá treinar e colocar um novo trabalhador em sua linha de produção, gerando mais perdas de produção e consequentemente financeira. O trabalhador é amparado pela legislação brasileira vigente, que é rigorosa quando se trata da relação trabalhador-empregador.

Considerando a frequência mediana da eletromiografia como metodologia de análise de fadiga para avaliar a musculatura extensora do antebraço de trabalhadores do setor de desossa de uma indústria frigorífica, é possível afirmar que há o aparecimento e aumento da fadiga, e que mesmo após uma macro-pausa (hora do almoço) de trabalho a fadiga continua a aumentar, expondo que esta pausa não é eficaz para a contenção da fadiga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amann M, Dempsey JA. Locomotor muscle fatigue modifies central motor drive in healthy humans and imposes a limitation to exercise performance. *J Physiol* 2008; 586 (1): 161–173 161.
2. Deluca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics, *J Appl Biomech*. 1997; 13 (2): 135-163.
3. Dimitrova NA, Arabadzhiev TI, Hogrel JY, Dimitrov GV. Fatigue analysis of interference EMG signals obtained from biceps brachii during isometric voluntary contraction at various force levels. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009; 19: 252-258.
4. Rissén D, Melin B, L Sandsjö, Dohns I, Lundberg U. Surface EMG and psychophysiological stress reactions in women during repetitive work. *U.Eur J Appl Physiol*. 2000; 83(2-3): 215-22.
5. Perotto AO, Delagi EF, Iazzetti J, Morrison D. *Anatomical Guide For The Electromyographer: The Limbs And Trunk*. 5th ed. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas Publisher; 2005.
6. Seniam - Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles [homepage on the internet]. Netherlands: Roessingh Research and Development. [cited May 2012] Available from : <http://www.seniam.org/>.
7. Kuruganti U, Murphy TP, Dickinson GT. A preliminary investigation of upper limb muscle activity during simulated Canadian forest harvesting operations. *Work*. 2011; 39: 491–498.
8. P Coorevits P, Danneels L, Cambier D, Ramon H, Vanderstraeten G. Assessment of the validity of the Biering-Sorensen test for measuring back muscle fatigue based on EMG median frequency characteristics of back and hip muscles *J Electro Kinesiology* 2008; 18: 997–1005.
9. Østensvik T, Veiersted KB, Nilsen P. A method to quantify frequency and duration of sustained low-level muscle activity as a risk factor for musculoskeletal discomfort. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009; 19: 283–294.
10. Samani A, Holtremann A, Søgaard K, Madeleine P. Active pauses induce more variable electromyographic pattern of the trapezius muscle activity during computer work. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009; 19(6): e430-e437.
11. Taylor AD, Bronks R. Electromyographic correlates of the transition from aerobic to anaerobic metabolism in treadmill running. *Eur J Appl Physiol* 1994; 69 (6): 508-515.
12. Tarkka IM. Power spectrum of electromyography in arm and leg muscles during isometric contractions and fatigue. *J Sports Med Phys Fit* 1984; 24(3): 189-194.
13. Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *J Electromyogr Kinesiol*. 2006;16(3) 224–235.
14. Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *J. Electromyogr. Kinesiol*. 1999; 9(1): 39-46.
15. Potvin JR. Effects of muscle kinematics on surface EMG amplitude and frequency during fatiguing dynamic contractions. *J Appl Physiol*. 1997; 82: 144-151.
16. Bigland-Fitchie B, Woods JJ. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle Nerve* 7: 691–699, 1984.
17. Gandevia SC. Neural control in human muscle fatigue: changes in muscle afferents, moto neurons and moto cortical drive. *Acta Physiol Scand* 1998; 162: 275-283.
18. Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. *Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanisms*. *Physiol Rev* 2008; 88: 287–332.
19. Housh TJ, deVries HA, Johnson GO, Housh DJ, Evans SA, Stout JR, Evetovich TK, Bradway RM. Electromyographic fatigue thresholds of the superficial muscles of the quadriceps femoris. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol*. 2005; 71(2/3) 131-136.
20. Arendt-Nielsen L, Mills KR. The relationship between mean power frequency of the EMG spectrum and muscle fibre conduction velocity. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1985; 60(2): 130-134.
21. Al-Mulla MR, Sepulveda F, Colley M. A Review of Non-Invasive Techniques to Detect and Predict Localised Muscle Fatigue. *Sensors* 2011; 11: 3545-3594.
22. Al-Mulla MR, Sepulveda F, Colley M. An Autonomous Wearable System for Predicting and Detecting Localised Muscle Fatigue. *Sensors* 2011; 11: 1542-1557.
23. Lee HM, Liu JJ, Cheng CK, Tan CM, Shih JT. Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. *Clin. Biomech*. 2003; 18: 843–847.

Anexo 3. Artigo publicado na Revista Fisioterapia Brasil.

Fisioterapia Brasil - Volume 14 - Número 3 - maio/junho de 2013

221

Artigo original**Percepção da fadiga laboral em trabalhadores de frigorífico*****Perception of work-related fatigue in meatpacking workers***

Luis Ferreira Monteiro Neto*, Airton Camacho Moscardini*, Olavo Egídio Alioto**, Allison Gustavo Braz***

.....
Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, **Departamento de Pós-Graduação, Faculdade Método de São Paulo, *Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Goiás***Resumo**

A demanda de maior produtividade vem exigindo cada vez mais fisicamente e psicologicamente dos trabalhadores, sem necessariamente considerar sua saúde. O objetivo deste trabalho foi analisar a percepção de trabalhadores de uma indústria frigorífica pelo questionário bipolar e comparar com sua concentração de lactato sanguíneo. Foram avaliados 18 trabalhadores de uma indústria frigorífica no setor de desossa durante sua jornada de trabalho de 8 horas em 3 momentos distintos: A1 = amostragem ao início do trabalho; A2 = amostragem após 3 horas de trabalho e A3 = amostragem após uma macro-pausa de 90 minutos. A concentração de lactato sanguíneo aumentou progressivamente nas 3 coletas e as respostas do questionário bipolar foram piorando no decorrer da jornada de trabalho, principalmente os indicadores relativos aos membros superiores. Trabalhadores do setor de desossa da indústria frigorífica relatam aumento da fadiga no decorrer do trabalho, mesmo com a opção de macro-pausa para o almoço.

Palavras-chave: trabalhadores, fadiga, descanso.**Abstract**

The demand for higher productivity is increasingly demanding physically and psychologically on the workers, without necessarily considering their health. The objective of this study was to analyze the perception of boning sector workers, using a bipolar questionnaire, and compare with their blood lactate concentration. Eighteen workers responsible for boning operations of a meatpacking industry were evaluated during their 8-hour work day in 3 distinct stages: A1 = sampling when work day start; A2 = sampling after 3 hours of work and A3 = sampling after 90-minute break. The blood lactate concentration increased progressively in the three samples, and bipolar questionnaire answers got worse during workday, especially the indicators relating to the upper limbs. The boning sector workers of the meatpacking industry reported an increased fatigue during work, even with 90-minute lunch break.

Key-words: workers, fatigue, rest.*Recebido em 11 de outubro de 2012; aceito em 14 de março de 2013.***Endereço de correspondência:** Allison Gustavo Braz, Universidade Federal de Goiás / Campus Jataí, Coordenação de Fisioterapia, Rod BR 364 km 192 - Setor Parque Industrial, 3800, 75801-615 Jataí GO, E-mail: allisonbraz@gmail.com

Introdução

A preocupação com aumento de produtividade é intrinsecamente atrelada à alta produção e ao baixo custo operacional. Esta redução operacional inclui a diminuição dos índices de afastamentos em um ambiente laboral, já que os afastamentos oneram as empresas pelo prejuízo à saúde de seus funcionários e uma dessas variáveis é a fadiga muscular que ocorre durante a jornada de trabalho.

O próprio aumento da demanda de trabalho, preocupações no trabalho e aumento das responsabilidades podem causar distúrbios nos padrões de sono do trabalhador [1], que repercutem negativamente durante todo o dia de trabalho devido a noites mal dormidas, causando prejuízos na concentração e atenção, aumento do risco de acidentes, aumento no estresse e podendo causar dificuldades nos relacionamentos inter e extra-ambiente laboral.

Além dos prejuízos relacionados às empresas, também existem os problemas sociais e pessoais sofridos por problemas de ordem musculoesquelética levando ônus aos cofres públicos e sofrimentos e constrangimentos do cidadão que pode ficar incapacitado de continuar em sua função ou até em outra profissão, levando-o à incapacidade física e mental, que por sua vez podem trazer problemas familiares.

Como citado anteriormente, a fadiga é uma incapacidade funcional, causada pelo aumento do esforço para exercer a força desejada [2], levando o indivíduo a tomar outras posturas que podem desencadear as lesões musculoesqueléticas ou até mesmo aos acidentes de trabalho.

De acordo com Filus [3], o ácido láctico é um fator contributivo para as câibras musculares e o aumento de sua concentração devido a esforços, causam uma sensação de cansaço que pode ser percebida e mensurada por meio de questionário. Normalmente, o ácido láctico é removido do sangue por ser metabolizado no fígado e quando há um excesso em algum tecido, por ter sido acumulado por qualquer razão, o resultado é uma condição chamada de acidose láctica. Ainda segundo o autor, este aumento da concentração de ácido láctico favorece a percepção à fadiga.

Existem diversas maneiras de determinar a fadiga laboral utilizando-se métodos subjetivos e quantitativos. Foi lançado mão de 2 metodologias para observar a fadiga, o questionário bipolar de fadiga e lactato sanguíneo.

O questionário bipolar é método simples para avaliação da fadiga no trabalho [3], utilizando os mesmos critérios dos testes qualitativos descritos como escalas de Likert [4,5]. Esta ferramenta determina avaliar a percepção subjetiva das pessoas sobre a fadiga utilizando um questionário bipolar. Neste tipo de ferramenta o trabalhador responde questões sobre a sensação de fadiga no instante avaliado do trabalho. Ele é constituído de 14 perguntas com dois extremos em cada questão, sendo que a variação para cada extremo pode significar a presença da fadiga, esta variação é classificada de forma numérica variando entre 1 e 7. Pacientes que apresen-

tam fadiga, tensão, estresse e esgotamento são os que mais apresentam queixas dolorosas [6].

O ácido láctico é encontrado primeiramente nas células musculares e células vermelhas no sangue. A concentração de lactato no sangue depende do grau de energia produzida e do metabolismo. Os níveis de lactato são aumentados significativamente durante o exercício, já a percepção individual pode ou não estar relacionada com cansaço e reposta imediata ao exercício, sendo que a resposta sanguínea de pico de lactato ocorre por volta de 8 minutos após a atividade.

Os investimentos científicos voltados ao incentivo de metodologias para a avaliação laboral são escassos e também controversos, o que torna ainda mais desafiador esse tipo de pesquisa, uma vez que a maioria das atividades no esporte ocorre dinamicamente.

O objetivo investigativo se deu pela observação da fadiga muscular fisiológica e sua percepção através do questionário bipolar de trabalhadores do setor de desossa de um frigorífico durante um dia de jornada de trabalho, observando se uma macro-pausa é suficiente para evitar a fadiga durante o trabalho.

Materiais e métodos

Participaram deste estudo dezoito ($n = 18$) voluntários do sexo masculino, com idade média de $27,5 \pm 2,3$ anos e sem antecedentes de doenças musculoesqueléticas. Todos exerciam atividades laborais na empresa do ramo frigorífico há mais de 3 anos. Antecipadamente ao experimento, os mesmos foram informados dos procedimentos durante a realização dos registros do lactato sanguíneo e avaliação por questionário bipolar, assinando termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FAMERP.

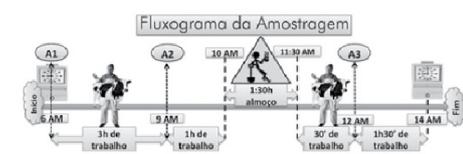
As coletas de lactato sanguíneo e questionário bipolar foram realizados durante a execução da atividade laboral de cada voluntário em três diferentes períodos, a primeira coleta foi realizada no início da jornada de trabalho (A1), a segunda após 3 horas de trabalho (A2) e a terceira após 30 minutos a uma macro-pausa de 90 minutos para o almoço (A3). A coleta A3 foi realizada 30 minutos após a macro-pausa, pois a linha de produção demora 30 minutos para ser reabastecida integralmente. O fluxograma da Figura 1 mostra como foi o procedimento de amostragem durante a rotina de trabalho.

Os questionários foram preenchidos pelos trabalhadores na presença do pesquisador. A ordem das questões foi alterada em cada questionário para evitar que o trabalhador soubesse qual critério estava sendo avaliado. A interpretação do questionário foi baseada no critério quantitativo, verificando a diferença numérica entre o início, meio e final da jornada de trabalho para cada item avaliado.

As coletas sanguíneas foram realizadas lancetando o lóbulo de uma das orelhas de cada voluntário. Foram cole-

tados 25 µl de sangue arterial em cada coleta em capilares de vidro heparinizados e calibrados. O sangue foi imediatamente transferido para microtúbulos tipo Eppendorff de 1,5 ml contendo 50 µl de fluoreto de sódio (NaF a 1%) e então armazenado em gelo para posterior determinação da concentração de lactato sanguíneo no lactímetro eletroquímico da *Yellow Spring Instruments* (YSI), modelo 1500 *Sport* (OH, EUA). Os valores das concentrações de lactato foram expressos em mM.

Figura 1 - Esquema da coleta do lactato sanguíneo e questionário bipolar durante a jornada de trabalho dos indivíduos.



(A1 = primeira amostragem; A2 = segunda amostragem; A3 = terceira amostragem).

Antes da coleta o lóbulo da orelha foi esterilizado com álcool 70%, bem como para tirar o coágulo formado entre uma coleta e outra. Para estancar o sangue e proteger o local, era colocado um pequeno pedaço de algodão hipoalérgico sobre o local lancetado. Todo o procedimento do lactato foi realizado na sala de treinamento, a fim de evitar contaminação com a carne, sendo a distância padronizada para todas as coletas de lactato.

Resultados

Para o questionário bipolar de fadiga as variáveis quantitativas foram apresentadas nas formas de média aritmética e desvio-padrão, podendo verificar o aumento da percepção

da fadiga ao longo da jornada. Para o comportamento do grupo avaliado foi utilizada a análise de variância pelo teste de ANOVA. Os dados foram tabulados e tratados com o programa Stat 6.0.

Na Tabela I encontram-se os dados da média, desvio padrão e diferença percentual do teste bipolar de fadiga e indicadores (A1 e A2) do grupo de trabalhadores. Pode-se observar aumento significativo em praticamente todas as variáveis avaliadas pelo questionário entre os períodos de A1 e A2, apenas as variáveis nervosismo, dor nas coxas, dor nas pernas e dor nos pés não apresentaram diferenças significativas. As duas variáveis que apresentaram maior diferença foram cansaço (154,54%) e dor nos braços (178,57%).

Na Tabela II encontram-se descrita e comparada a média, desvio padrão e diferença percentual do teste bipolar de fadiga e indicadores (A1 e A3) do grupo de trabalhadores. Pode-se observar aumento significativo em praticamente todas as variáveis avaliadas pelo questionário entre os períodos de A1 e A3, apenas as variáveis dor nas coxas, dor nas pernas e dor nos pés não apresentaram diferenças significativas. As duas variáveis que apresentaram maior diferença foram cansaço (254,54%) e dor nos braços (357,13%).

O mesmo indicativo, a partir do lactato coletado pode ser observado, no qual os funcionários apresentaram aumento da média de lactato, de acordo com o aumento do trabalho, como pode ser observado no gráfico da Figura 2. O lactato aumenta sua concentração de acordo com o maior esforço exercido pelo indivíduo, indicando então aumento da atividade muscular durante o trabalho.

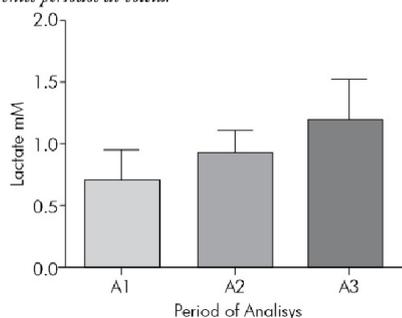
Os grupos de coleta de lactato apresentaram os seguintes resultados: grupo A1 $0,7 \pm 0,24$ mM; grupo A2 $0,93 \pm 0,16$ mM e grupo A3 $1,20 \pm 0,31$ mM. Todos os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significantes, como observado na Tabela III.

Tabela I - Tabela comparativa do questionário bipolar entre os períodos da jornada de trabalho inicial (A1) e após 3 horas de trabalho (A2).

Variáveis de Fadiga	A1	A2	ANOVA	
	X ± SD	X ± SD	*p	Δ%
Cansaço	1,1 ± 0,3	2,8 ± 0,5	<0,001	154,54
Concentração	1,0 ± 0,0	1,8 ± 0,4	<0,001	80
Nervosismo	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,5	ns	0
Produtividade	1,0 ± 0,0	1,6 ± 0,5	< 0.001	60
Cansaço visual	1,0 ± 0,0	2,0 ± 0,3	< 0.001	100
Dor no pescoço e ombros	1,7 ± 0,5	2,9 ± 0,3	< 0.001	70,6
Dor nas costas	1,2 ± 0,4	2,4 ± 0,7	< 0.001	100
Dor na lombar	1,3 ± 0,5	2,4 ± 0,5	< 0.001	84,61
Dor nas coxas	1,1 ± 0,3	1,5 ± 0,6	0,06	36,36
Dor nas pernas	1,1 ± 0,3	1,4 ± 0,5	0,05	27,27
Dor nos pés	1,1 ± 0,3	1,3 ± 0,5	0,14	18,18
Dor de cabeça	1,2 ± 0,4	2,0 ± 0,0	< 0.001	66,66
Dor nos braços	1,4 ± 0,5	3,9 ± 1,0	< 0.001	178,57

Tabela II - Tabela comparativa do questionário bipolar entre os períodos da jornada de trabalho inicial (A1) e após a macro-pausa (A3).

Variáveis de Fadiga	A1	A3	ANOVA	
	X ± SD	X ± SD	*p	Δ%
Cansaço	1,1 ± 0,3	3,9 ± 0,7	<0,001	254,54
Concentração	1,0 ± 0,0	3,9 ± 0,9	<0,001	290
Nervosismo	1,3 ± 0,5	2,6 ± 0,5	<0,001	100
Produtividade	1,0 ± 0,0	3,1 ± 0,5	< 0,001	210
Cansaço visual	1,0 ± 0,0	2,6 ± 0,7	< 0,001	160
Dor no pescoço e ombros	1,7 ± 0,5	3,9 ± 0,9	< 0,001	129,41
Dor nas costas	1,2 ± 0,4	3,4 ± 1,1	< 0,001	183,33
Dor na lombar	1,3 ± 0,5	3,6 ± 0,9	< 0,001	176,92
Dor nas coxas	1,1 ± 0,3	1,3 ± 0,5	0,06	18,18
Dor nas pernas	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	0,05	0
Dor nos pés	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	0,14	0
Dor de cabeça	1,2 ± 0,4	2,8 ± 0,4	< 0,001	133,33
Dor nos braços	1,4 ± 0,5	6,4 ± 0,6	< 0,001	357,13

Figura 2 - Média do lactato sanguíneo (mM) dos voluntários nos diferentes períodos de coleta.

Note que o lactato aumente de acordo com o decorrer da jornada de trabalho.

Tabela III - Comparação entre os grupos analisados pelo lactato coletado e sua relevância estatística.

Comparação entre os grupos	Valor de p
A1 vs A2	** p<0,01
A1 vs A3	*** p<0,001
A2 vs A3	*** p<0,001

Vs (versus)

Discussão

Todas as amostragens foram realizadas sempre no início da semana laboral (segundas-feiras), pois as respostas poderiam apresentar níveis de fadiga mais elevados caso realizados nos dias subsequentes, já que o trabalho acumulativo em ambientes como frigoríficos é alta e a carga horária da jornada de trabalho é de 8 horas diárias.

Trabalhos avaliando a qualidade do sono em relação ao tipo de trabalho desenvolvido por Åkerstedt *et al.* [7,8] mostram que altas demandas no trabalho, principalmente relacionadas às demandas físicas, causam alterações negativas no sono. Es-

tas alterações negativas, como, por exemplo, dificuldades no despertar do indivíduo, favorecem o aumento da fadiga física e mental, e dificuldades de concentração, podendo favorecer acidentes e lesões. Existem alguns trabalhos que relacionam alguns fatores, tal como a excessiva carga de trabalho, com a fibromialgia e também com distúrbios do sono [9].

O questionário bipolar de fadiga é um instrumento qualitativo que indica quais áreas o colaborador apresenta maior desconforto durante a jornada de trabalho, possibilitando uma resposta quantificável para os indicadores de fadiga sobre cada região corporal. Em nosso trabalho, pode-se notar um aumento progressivo da fadiga em praticamente todos os aspectos avaliados, embora os resultados apontem claramente um aumento mais acentuado nos membros superiores.

Este estudo realizado com trabalhadores do setor de desossa em um frigorífico mostrou também aumento da quantidade de lactato sanguíneo nos trabalhadores, indicando haver fadiga muscular, fato observado também no questionário de fadiga bipolar. A maior ação muscular no trabalho que causa fadiga, mostrando o aparecimento desta fadiga muscular, gera correlações com queixas dolorosas [6].

De maneira geral em nosso estudo, houve aumento das queixas principalmente de membros superiores mostradas pelo questionário bipolar, juntamente ao aumento do lactato, indicando exacerbação do uso das demandas físicas na atividade executada [3].

Em um estudo de Østensvik *et al.* [10] foi observado que atividades laborais que exigem contrações musculares sustentadas por mais tempo podem levar o trabalhador a se queixar de dores, mais que trabalhadores com atividade menos intensa, levando ao aumento de distúrbios musculoesqueléticos. Tais distúrbios podem ser percebidos pelas queixas encontradas em nosso estudo pelo questionário aplicado, verificando sua piora no decorrer da jornada de trabalho.

Uma alternativa para reduzir a fadiga seria o emprego de pausas durante o trabalho, mas observamos que mesmo após a macro-pausa não foi possível verificar melhora nos sinais de fadiga (SME e lactato) e nem em sua percepção (questionário bipolar).

Essas pausas são necessárias e importantes para a recuperação física e mental dos trabalhadores, mas é importante observar que não é possível estabelecer pausas específicas com emprego global para os diversos tipos de trabalho e postos dentro de um mesmo trabalho, já que essas pausas são dependentes das especificidades demandadas por cada posto de trabalho, pela carga em cada posto, sem esquecer-se da individualidade fisiológica e antropométrica de cada um. Todos esses fatores atrelados causam efeitos em curto prazo, indicando a necessidade de recuperação e repouso [11]. Esses fatores de curto prazo, somados ao longo da vida do indivíduo podem repercutir de maneira positiva ou negativa na saúde e bem estar do próprio.

A evidência da importância das pausas entre as atividades demandas por esforço físico fica ampliada na utilização do esporte como linha base. Como observado no trabalho desenvolvido por Silva *et al.* [12], relacionando repetições máximas com a pausa, observou-se que quanto menor a pausa, maior a percepção do esforço e fadiga. Mas é importante salientar que o trabalho é realizado sob um escopo produtivista e economicista, e não como lazer, como acontece no esporte. Essa produtividade pode gerar demandas emocionais que colaboram com a exacerbação da fadiga e todos os outros problemas já discutidos.

As micro-pausas ativas podem ser mais interessantes de se realizar comparadas às ativas, já que pela própria contração muscular, pode ocorrer o aumento da circulação local e assim acelerar a remoção de metabólitos da atividade muscular realizada [13]. Portanto, ao invés de serem realizadas pausas prolongadas durante o trabalho, talvez atividades recreacionais lúdicas, as quais mantenham os trabalhadores ativos, podem ser mais interessantes que as pausas passivas, tal como observado em nosso estudo, no qual, mesmo após a pausa A3, o nível de lactato continuou a aumentar e o SME a diminuir.

Taylor e Bronks [14] analisaram as mudanças na atividade EMG dos membros inferiores de atletas durante a corrida em esteira rolante e as mudanças na EMG foram relacionadas ao limiar do lactato. Quando um músculo exibe fadiga localizada após contrações repetidas, as unidades motoras disparam em velocidades crescentes para compensar a queda da força de contração das fibras fadigadas na tentativa de manter o nível de tensão ativa, sendo evidentes em contrações submáximas [15,16]. Esse decréscimo de força pode causar lesões osteomusculares nos trabalhadores, pois os mesmos acabam levando seu corpo a grande desgaste e muitas vezes sem interrupção para compensar a fadiga instalada.

Conclusão

Foi possível relacionar o lactato e o questionário bipolar como metodologia de análise de fadiga para avaliar trabalhadores do setor de desossa de uma indústria frigorífica, sendo que há o aparecimento e aumento da fadiga muscular geral percebida e fisiológica, principalmente da musculatura

extensora do antebraço. Mesmo após uma macro-pausa de trabalho, essa fadiga continua a aumentar nos trabalhadores, por isso são necessários novos estudos para observar a eficácia de outras maneiras de pausa.

Referências

1. Åkerstedt T, Nordin M, Alfredsson L, Westerholm P, Kecklund G. Predicting changes in sleep complaints from baseline values and changes in work demands, work control, and work preoccupation. *The WOLF-project Sleep Medicine* 2012;13:73-80.
2. Enoka RM, Stuart DG. Neurobiology of Muscle Fatigue. *J Appl Physiol* 1992;72(5):1631-48.
3. Filus R, Okimorto ML. The effect of job rotation intervals on muscle fatigue – lactic acid. *Work* 2012;41:1572-81.
4. Pereira CCDA, López RFA, Lima VA. Efeitos de um programa de ginástica laboral sobre os níveis de fadiga em trabalhadores de confecção. *Revista Digital - Buenos Aires*. 2009; 14(133).
5. Gell N, Werner RA, Hartigan A, Wiggermann N, Keyserling WM. Risk Factors for lower extremity fatigue among assembly plant workers. *Am J Ind Med* 2011;54:216-23.
6. Rissén D, Melin B, L Sandsjö, Dohms I, Lundberg U. Surface EMG and psychophysiological stress reactions in women during repetitive work. *U Eur J Appl Physiol* 2000;83(2-3):215-22.
7. Åkerstedt T, Knutsson A, Westerholm P, Theorell T, Alfredsson L, Kecklund G. Sleep disturbances, work stress and work hours - A cross-sectional study. *J Psychosomatic Research* 2002;53:741-8.
8. Åkerstedt T, Knutsson A, Westerholm P, Theorell T, Alfredsson L, Kecklund G. Mental fatigue, work and sleep. *J Psychosomatic Research* 2004;57:427-33.
9. Zurowski M, Shapiro C. Stress, fibromyalgia, and sleep. *J Psychosomatic Research* 2004; 57:415-16.
10. Østensvik T, Veiersted KB, Nilsen P. A method to quantify frequency and duration of sustained low-level muscle activity as a risk factor for musculoskeletal discomfort. *J Electromyogr Kinesiol* 2009;19:283-94.
11. Sluiter JK, de Croon EM, Meijman TF, Frings-Dresen MHW. Need for recovery from work related fatigue and its role in the development and prediction of subjective health complaints. *Occup Environ Med* 2003;60(Suppl 1):62-70.
12. Silva MS, Silva TS, Mota MR, Damasceno VO, Martins da Silva F. Analysis of the effect of different intensities and rest interval on the perceived exertion of athletes. *Motricidade* 2011; 7(1):3-12.
13. Samani A, Holtremann A, Søgaard K, Madeleine P. Active pauses induce more variable electromyographic pattern of the trapezius muscle activity during computer work. *J Electromyogr Kinesiol* 2009;19(6):430-7.
14. Taylor AD, Bronks R. Correlações eletromiográficas da transição do metabolismo aeróbio para o anaeróbio na corrida em esteira. *Eur J Appl Physiol* 1994;69:508-15.
15. Bigland-Ritchie B, Lippold OCJ. The relation between force, velocity and integrated electrical activity in human muscles. *J Phys* 1954;123:214-24.
16. Devries HA. Method for evaluation of muscle fatigue and endurance from electromyographic fatigue curves. *American J Phys Med* 1968;47(3):125-35.