

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E
EDUCAÇÃO FÍSICA**

MESTRADO EM BIOCINÉTICA DO DESENVOLVIMENTO



**INFLUÊNCIA DE EXERCÍCIOS DE RELAXAMENTO NA
PREVENÇÃO DA FADIGA NEUROMUSCULAR DO EXTENSOR
COMUM DOS DEDOS E PRIMEIRO INTERÓSSEO EM
UTILIZADORES DE COMPUTADORES**

CAMILA ALEXANDRA FREITAS GUEDES

COIMBRA

2010

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA PARA OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM BIOCINÉTICA DO DESENVOLVIMENTO NA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO
FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

ORIENTADORA:

**PROF. DOUTORA PAULA CRISTINA VAZ BERNARDO
TAVARES**

CO-ORIENTADOR:

PROF. DOUTOR FONTES RIBEIRO

O Trabalho é uma actividade tão específica nas nossas vidas, pois pode funcionar como fonte de construção, realização, satisfação, riqueza, bens materiais e serviços úteis à sociedade humana. Entretanto, o trabalho também pode significar escravidão, exploração, sofrimento mental, doença e morte (Brandão J, 2000).

Dedicatória

Dedico esta dissertação aos meus pais que sempre me encorajaram e acreditaram em mim, sempre se preocuparam comigo e se esforçaram por me dar oportunidades que nunca tiveram.

Dedico esta dissertação à minha irmã, que sempre me acompanhou ao longo da vida. E a todos os amigos que contribuíram para o meu crescimento como pessoa.

Agradecimentos

Agradeço à Prof. Dra. Paula Tavares pela sua orientação e dedicação.

Agradeço ao Prof. Dr. Fontes Ribeiro pela sua disponibilidade.

Agradeço ao meu colega de mestrado e de profissão Abel Rodrigues, pela ajuda prestada durante todo o estudo.

Agradeço também a todos os participantes deste estudo. Sem a participação deles, o presente estudo não teria acontecido.

Resumo:

Introdução: Uma das consequências da automatização e da sociedade de informação tem sido a alteração das profissões. Actualmente, 75% dos postos de trabalho envolvem a utilização com maior ou menor frequência de computadores. No entanto os problemas relacionados com a segurança e saúde dos trabalhadores não reduziram, ao contrário, têm aumentado. Um desvio na postura do punho no plano de flexão / extensão pode ser um factor de risco para as desordens musculó-esqueléticas que afectam a mão e o punho. A existência de tarefas repetitivas e as pressões devidas a requisitos organizacionais, podem também ser responsáveis por stress no trabalho, lesões no sistema músculo-esquelético e diminuição da produtividade. A implementação de exercícios de alongamento durante as pausas de trabalho é de extrema importância devido aos vários benefícios que trazem para o nosso organismo, nomeadamente no aumento e na manutenção da elasticidade e flexibilidade dos músculos. Esta elasticidade e flexibilidade não só permitem que os músculos funcionem melhor como também lhes confere alguma protecção e resistência contra lesões.

Objectivos: O objectivo deste estudo é verificar se exercícios de relaxamento dos músculos do punho e dedos durante as pausas no trabalho, promovem a diminuição da fadiga muscular do extensor comum dos dedos e do primeiro interósseo. **Metodologia:** A amostra é constituída por 12 indivíduos, 6 do sexo masculina e 6 do sexo feminino. Os indivíduos fazem parte integrante da população activa deste país e as idades estão compreendidas entre os 22 e os 49 anos. Possuem trabalhos sedentários tendo o computador como a sua principal ferramenta. Dividiu-se a amostra em dois grupos aleatoriamente, em que um realizou os exercícios no fim da primeira hora e o outro grupo realizou os exercícios no fim da segunda hora. Foi recolhido o sinal electromiográfico dos músculos extensores do punho e primeiro interósseo e analisados os valores de Root Mean Square (RMS) relativamente ao Pico Máximo da Actividade (PMA) e da Mean Power Frequency (MPF) dos 0-5 minutos, dos 20-25 minutos e dos 40-45 min das três horas da realização da tarefa. **Resultados:** Os resultados apenas foram significativos para os valores do RMS nos 5min da segunda hora comparativamente com os da terceira hora do músculo primeiro interósseo.

Conclusões: A realização dos exercícios de relaxamento, durante a pausa não influenciou significativamente a tarefa. Mas os exercícios de relaxamento, são úteis durante as pausas no trabalho com computadores, porque aumentam a velocidade de condução nervosa dos músculos primeiro interósseo e extensores do punho.

Abstract:

Introduction: One of the consequences of the automatization and the society of information has been the alteration of the professions. Currently, 75% of the work ranks involve the use with more or less frequency of computers. However the problems related with the security and health of the workers had not reduced, in contradiction, have increased. A shunting line in the position of the Wrist in the flexion/extension plan can be a factor of risk for the muscle-esqueletics disorders that affect the hand and the wrist. The existence of repetitive tasks and the pressures due the organizational requirements, can also be responsible for stress in the work, injuries in the muscle-esqueletics system and reduction of the productivity. The implementation of allonge exercises during the pauses of work is of extreme importance due to the some benefits that bring for our organism, nominated in the increase and the maintenance of the elasticity and flexibility of the muscles. This elasticity and flexibility not only allow that the muscles function as well as confer them better some protection and resistance against injuries. **Objectives:** The purpose of this study is to verify if exercises of relaxation of the muscles of the wrist and fingers during the pauses in the work, promote the reduction of the muscular fatigue of the common extensor of the fingers and the first interosseo. **Methodology:** The sample is constituted by 12 individuals, 6 of masculine sex and 6 of the feminine sex. The individuals are integrant part of the active population of this country and the ages are understood between the 22 and 49 years. They have sedentary works and having the computer as its main tool. It was divided randomly sample in two groups, one group carried through the exercises in the end of the first hour and the other group carried through the exercises in the end of the second hour. The electromyographic signal of the muscles extensores of the fist and first interósseo was collected and analyzed the values of Root Mean Square (RMS) relatively to Peak Maximum of Activity (PMA) and Mean Power Frequency (MPF) of the 0-5 minutes, the 20-25 minutes and the 40-45 min of the three hours during the task. **Results:** The results had only been significant for the values of the RMS in 5min of second hour comparatively with the ones of the third hour of the first interosseo muscle. **Conclusions:** The accomplishment of the relaxation exercises, during the pause did not influence the task significantly. But the relaxation exercises are useful during the pauses in the work with

computers, because they increase the velocity of nervous conduction of the first interosseous muscles and extensores of the wrist.

Índice:

	Pág.
Lista de Figuras	XII
Lista de Gráficos	XIII
Lista de Tabelas	XV
Lista de Esquemas	XVI
Lista de Abreviaturas	XVII
1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	5
2.1 Trabalho no computador	5
2.2. Fadiga	6
2.3. Alongamentos	11
2.4. Pausas no trabalho	11
2.5. Electromiografia	12
2.6. Ergonomia	13
2.7. Postura a adoptar	17
2.8. Cadeira de escritório	17
2.9. Secretária de trabalho	20
2.10. Porta – Documentos	21
2.11. Teclados	21
2.12. Ecrã	21
2.13. Rato	23
2.14. Temperatura	24
3. Objectivos	25
3.1.Objectivo Geral	25
3.2. Objectivos específicos	26
4. Metodologia	27

4.1 Amostra	27
4.2. Protocolo do estudo	28
4.3. Tarefa Executada	31
4.4. Exercícios de relaxamento	31
4.5. Análise electromiográfica	35
4.6 Estatística	38
5. Resultados	39
5.1 Caracterização da amostra	39
5.2. Questionário sobre estilo de vida da amostra	39
5.3. Média do tempo de utilização do rato (em segundos) durante a tarefa	44
5.4. Parâmetros de correcção do texto digitado	45
5.4.1. Exercícios de relaxamento, realizados na primeira hora	45
5.4.2. Exercícios de relaxamento, realizados na segunda hora	47
5.4.3. Comparação dos parâmetros de correcção do grupo de indivíduos que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo de indivíduos que realizou os exercícios na segunda hora	50
5.5. Análise electromiográfica	51
5.5.1. Grupo de indivíduos que realizou os exercícios no fim da primeira hora	51
5.5.1.1. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo	51
5.5.1.2. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho	52
5.5.1.3. Comportamento do MPF ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo	53
5.5.1.4. Comportamento do MPF ao longo das três horas para os músculos extensores do punho	54
5.5.2. Grupo de indivíduos que realizou os exercícios no fim da segunda hora.	55
5.5.2.1. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo	55

5.5.2.2. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho	56
5.5.2.3. Comportamento do MPF ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo	57
5.5.2.4. Comportamento do MPF ao longo das três horas para os músculos extensores do punho	58
5.5.3. Comparação do grupo que realizou os exercícios na primeira hora, com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora	59
5.5.3.1. Comparação dos valores de RMS do músculo primeiro interósseo do grupo que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora	59
5.5.3.2. Comparação dos valores de RMS dos músculos extensores do punho do grupo que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora	60
5.5.3.3. Comparação dos valores de MPF do músculo primeiro interósseo do grupo que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora	61
5.5.3.4. Comparação dos valores de MPF dos músculos extensores do punho do grupo que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora	62
6. Discussão	63
7. Conclusões	67
8. Bibliografia	68
ANEXO 1	76
ANEXO 2	77
ANEXO 3	78
ANEXO 4	79

Lista de Figuras

Figura 1. Inclinação da cabeça para o lado direito.

Figura 2. Inclinação da cabeça para o lado esquerdo.

Figura 3. Flexão do polegar.

Figura 4. Extensão do polegar.

Figura 5. Oponência do polegar.

Figura 6. Movimento combinado de flexão do polegar, flexão dos dedos e punho, pronação do antebraço e rotação interna do ombro.

Figura 7. Flexão do punho.

Figura 8. Extensão do punho.

Figura 9. Alongamento de isquio-tibiais da perna direita.

Figura 10. Alongamento de isquio-tibiais da perna esquerda.

Figura 11. Colocação dos eléctrodos nos músculos extensores do punho do braço direito (Biomonitor ME 6000, 2004).

Figura 12. Colocação dos eléctrodos do músculo primeiro interósseo da mão direita (Biomonitor ME 6000, 2004).

.

Lista de Gráficos

- Gráfico 1.** Ilustração das profissões de todos os indivíduos incluídos na amostra.
- Gráfico 2.** Ilustração dos indivíduos incluídos na amostra, que tomam medicação.
- Gráfico 3.** Ilustração dos indivíduos incluídos na amostra, que apresentam doença.
- Gráfico 4.** Ilustração dos indivíduos incluídos na amostra, que apresentam dor nas costas.
- Gráfico 5.** Ilustração do número de horas que os indivíduos incluídos na amostra passam sentados diariamente no local de trabalho.
- Gráfico 6.** Ilustração do número de indivíduos incluídos na amostra que usam computador no local de trabalho.
- Gráfico 7.** Ilustração dos indivíduos incluídos na amostra, que praticam alguma atividade física.
- Gráfico 8.** Ilustração do número de horas em média, que os indivíduos incluídos na amostra dormem diariamente.
- Gráfico 9.** Ilustração do tempo de utilização do rato, nas 3 horas.
- Gráfico 10.** Ilustração do tempo de utilização do rato, nas 3 horas.
- Gráfico 11.** Estatística do número de palavras digitadas ao longo das 3 horas com os exercícios de relaxamento realizados no fim da primeira hora.
- Gráfico 12.** Estatística dos erros ortográficos, omissão de palavras, omissão de linhas e erros de formatação ao longo das 3 horas com os exercícios de relaxamento realizados no fim da primeira hora.
- Gráfico 13.** Estatística do número de palavras digitadas ao longo das 3 horas com os exercícios de relaxamento realizados no fim da segunda hora.
- Gráfico 14.** Estatística dos erros ortográficos, omissão de palavras, omissão de linhas e erros de formatação ao longo das 3 horas com os exercícios de relaxamento realizados no fim da segunda hora.
- Gráfico 15.** Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da primeira hora.
- Gráfico 16.** Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da primeira hora.
- Gráfico 17.** Comportamento do MPF durante as três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da primeira hora.

Gráfico 18. Comportamento do MPF durante as três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da primeira hora.

Gráfico 19. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da segunda hora.

Gráfico 20. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da segunda hora.

Gráfico 21. Comportamento do MPF durante as três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da segunda hora.

Gráfico 22. Comportamento do MPF durante as três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da segunda hora.

Gráfico 23. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados na primeira e na segunda hora.

Gráfico 24. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos Extensores do punho com os exercícios realizados na primeira e na segunda hora.

Gráfico 25. Comportamento do MPF durante as três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados na primeira e na segunda hora.

Gráfico 26. Comportamento do MPF durante as três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados na primeira hora e na segunda hora.

Lista de Tabelas

Tabela I. Características da amostra em estudo. Os valores representam os valores médios (\bar{X}) \pm o erro padrão (SEM), o valor máximo e mínimo da idade, estatura e massa corporal.

Tabela II. Resultados significativos do teste de Spearman's rho dos parâmetros de correção da tarefa realizada.

Tabela III. Resultados obtidos dos parâmetros de correção do texto digitado.

Lista de Esquemas

Esquema 1: Esquema da realização da tarefa e recolha do sinal electromiográfico durante a primeira, segunda e terceira hora.

Lista de Abreviaturas

EMG – Electromiografia

VO₂ máx- Volume máximo de Oxigénio

5-HT - 5-hidroxitriptamina

DA – Dopamina

MF- Mediana da frequência

RMS – “Root mean square”

MPF – “Mean Power Frequency”

CMRR – “Common Mode Rejection Ratio”

SPSS – “Statistical Package for the Social Sciences”

IMC – Índice de massa corporal

DP – Desvio Padrão

AACR – Aminoácidos de cadeia ramificada

TRF – Triptofano

RS – Retículo Sarcoplasmático

iEMG – Integral do sinal electromiográfico

1. INTRODUÇÃO

Uma das consequências da automatização e da sociedade de informação tem sido a alteração das profissões. Actualmente, 75% dos postos de trabalho envolvem a utilização com maior ou menor frequência de computadores. Isto implica passar mais tempo sentado e menos tempo em movimento. No entanto os problemas relacionados com a segurança e saúde dos trabalhadores não reduziram, ao contrário, têm aumentado (Rebelo, 2004).

Em profissões que impliquem estar sentado em frente ao computador por longos períodos de tempo, é importante a realização de pequenas pausas e exercícios de relaxamento muscular. Desta forma, previnem-se as lesões musculoesqueléticas, aumentando a qualidade de vida e o rendimento no trabalho

Quando as exigências das tarefas que os trabalhadores têm que efectuar são maiores que as suas capacidades físicas e cognitivas, ocorrem as lesões. Actualmente, o principal problema é a ocorrência de lesões no sistema músculo-esquelético. Quando comparado com outros problemas, as lesões no sistema músculo-esquelético são responsáveis por um afastamento mais prolongado do trabalho resultando em custos médicos e de segurança social mais elevados (Rebelo, 2004).

Para prevenir as lesões musculoesqueléticas é preciso agir a nível do local de trabalho. Existem medidas preventivas que têm de ser tomadas, mas para os trabalhadores que já sofrem dessas lesões, o desafio consiste em preservar a sua empregabilidade, mantê-los em actividade e se necessário, reintegrá-los no local de trabalho.

A dor musculoesquelética é comum nos utilizadores do computador no local de trabalho. Contudo não existe forte associação entre o tempo de utilização do computador diariamente e a dor, ou o tempo de utilização do rato diariamente e a dor. (Sillãmpa et al, 2003). No estudo de Sillãmpa a dor é mais prevalente no pescoço, antebraço, punho e dedos. Na mulher, mais do que no homem (Eltayeb et al, 2007). O rato pode não ser o problema, mas sim a forma como este é utilizado (Sillãmpa et al, 2003).

Um desvio na postura do punho no plano de flexão/extensão pode ser um factor de risco para as desordens musculó-esqueléticas que afectam a mão e o punho. (Simoneau et al, 2003; Baker e Redfern, 2005).

Mais de 50% dos utilizadores de computador (mais de 15 horas) relatam sintomas musculó-esqueléticos durante o primeiro ano depois de começarem um novo trabalho. As lesões de mão e braço, são menos frequentes que as do pescoço e ombro (Gerr et al, 2002; Eltayeb et al, 2007). Na maior parte dos trabalhadores em computador com sintomas no pescoço/ombro ou mão/braço, a perda de produtividade é o resultado da diminuição da performance no trabalho e não do absentismo por doença (Van den Heuvel et al, 2007). Sintomas nos membros superiores associados ao uso de computador e outras actividades dos membros superiores, é também comum nos estudantes (Katz et al, 2002). Existe evidência de uma relação causal entre o trabalho repetitivo intensamente e as desordens musculó-esqueléticas no pescoço e ombro.

O síndrome do túnel cárpico, diagnosticado pelos sintomas e por critérios electromiográficos, afectam 1% dos utilizadores do computador no seu primeiro ano, num novo trabalho (Gerr et al, 2002). O tempo de utilização do rato e do teclado, prediz a dor do cotovelo e punho/mão para níveis baixos de exposição (Lassen et al, 2004). Assim como a localização do computador está relacionada com as desordens dos membros superiores afectando os nervos periféricos (Jepsen e Thomsen, 2006).

As posturas estáticas prolongadas também aumentam o risco das desordens musculó-esqueléticas no pescoço e ombro (Rocha et al, 2005). O risco de sintomas e desordens musculó-esqueléticas pode ser reduzido pelo encorajamento de posturas sentadas específicas. A postura sentada, com o teclado baixo a alguma distância do operador e o apoio de braços, está associado ao baixo risco de sintomas e desordens musculó-esqueléticas (Marcus et al, 2002).

Na maior parte das situações estes problemas estão relacionados com a utilização de equipamentos de escritório inadequado ou mal desenhado que, após algum tempo de utilização, pode ser responsável pela ocorrência de dores no sistema músculo-esquelético. A existência de tarefas repetitivas e as pressões devidas a requisitos organizacionais, podem também ser responsáveis por stress no trabalho, lesões no sistema músculo-esquelético e diminuição da produtividade. Também as condições ambientais, tais como a utilização frequente de iluminação artificial e a existência de

ambientes térmicos à base de sistemas de ar condicionado, têm sido apontados como responsáveis por problemas respiratórios e de visão (Rebelo, 2004).

Os factores, descritos a seguir, são responsáveis pelo aparecimento de lesões músculo-esqueléticas (Rebelo, 2004):

- Repetição – Fazer movimentos similares, solicitando sempre os mesmos grupos musculares, de uma forma repetida, pode provocar dores articulares nos tecidos envolventes. Se não existirem tempos de pausa para recuperação, esta repetição pode provocar uma lesão (exemplo: digitação de dados via teclado, utilização do rato).

- Posturas Estáticas – As posturas estáticas aumentam o risco de ocorrência de lesões músculo-esqueléticas, especialmente se mantidas por longos períodos de tempo. A ausência de movimentos reduz a circulação sanguínea, provocando tensões musculares que podem contribuir para o agravamento das dores e mais tarde para o aparecimento da lesão. Este quadro é afectado se, adicionalmente, existir uma força aplicada continuamente por longos períodos de tempo (exemplo: manter a cabeça fixa a olhar para o computador; permanecer sentado por longos períodos de tempo, principalmente sem apoio lombar).

- Compressão de tecidos moles – Superfícies duras, pontiagudas ou com arestas, em contacto com os tecidos moles (pele, músculos, tendões, nervos e vasos sanguíneos) podem provocar dores e no final de longos períodos de tempo, lesões (exemplo: permanecer com os punhos ou antebraços no rebordo da mesa, enquanto usa o rato ou o teclado; apoiar os antebraços numa cadeira com apoio de braços muito estreitos e duros; permanecer sentado numa cadeira com o assento ou o apoio lombar muito duros).

- Força – Algumas tarefas de escritório exigem a aplicação de uma força moderada, que quando é efectuada por um grupo muscular pequeno e por longos períodos de tempo, provoca fadiga e mais tarde lesões nos tendões (tendinites) (exemplo: agrafar folhas; manipulação de pastas espessas, livros e resmas de papel).

Para cada um dos factores de risco anteriormente descritos, o aumento da duração de exposição resulta num aumento da probabilidade de ocorrência de lesão (Rebelo, 2004).

Factores ambientais inadequados (iluminação, temperatura, ruído), ou uma má organização do trabalho (horários, pausas), também constituem factores de risco e podem ser responsáveis pelo aumento da ocorrência de problemas de saúde nos trabalhadores.

A implementação de exercícios de alongamento durante as pausas de trabalho é de extrema importância devido aos vários benefícios que trazem para o nosso organismo, nomeadamente no aumento e na manutenção da elasticidade e flexibilidade dos músculos. Esta elasticidade e flexibilidade não só permitem que os músculos funcionem melhor como também lhes confere alguma protecção e resistência contra lesões (Galinsky et al., 2007; Schneider, 2003).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Trabalho no computador

O stress mental pode apresentar vários sintomas tais como a tensão, dores de cabeça, irritabilidade, ansiedade, insónia, diminuição da concentração, aumento do número de erros e depressão. Normalmente, o stress mental no trabalho decorre das exigências das tarefas não serem adequadas às capacidades dos trabalhadores (Rebelo, 2004).

A distinção entre trabalho intelectual e trabalho físico é teoricamente simples. Todavia, em todo trabalho intelectual há uma parte de trabalho físico, e em todo o trabalho físico há uma parte de trabalho intelectual. Entretanto o que caracteriza o trabalho físico é o papel desempenhado pelos movimentos e pelo sistema muscular, enquanto que no trabalho intelectual o que predomina é a concentração de atenção e o jogo da inteligência. Além disso, diz Binet, o trabalho intelectual é extremamente variável, podendo ser curto ou prolongado, voluntário ou automático, intenso ou moderado, e apresentar um grande número de graus intermediários. (Binet e Henri, 1898).

A comunicação mediada por computador é justamente uma situação que requer um elevado nível de atenção, uma vez que o sistema só aceita mensagens compatíveis com a sintaxe na qual trabalha (Abrahão e Pinho, 2002).

A atenção concentrada ou selectiva é a capacidade de focar um ou dois aspectos importantes do estímulo ou da ideia com a qual se está a lidar, enquanto se suprime da consciência de distrações competitivas. A atenção sustentada ou vigilância refere-se à capacidade de manter uma actividade de atenção durante um certo período de tempo (Glina e Rocha, 2004). Considera-se que houve atenção concentrada quando o trabalhador permaneceu a olhar para o texto por mais de cinco segundos (Glina e Rocha, 2004).

A atenção sobre a tarefa depende não só das características da tarefa, mas também do estado interno do operador, cuja variação decorre de inúmeros factores como a hora do dia, período digestivo ou hora de sono (Glina e Rocha, 2004).

A complexidade dos sistemas produtivos tem-se tornado uma realidade, a competência dos trabalhadores constitui uma variável determinante. Ela manifesta-se na sua capacidade em lidar com universos dinâmicos e na habilidade em adaptar rotinas em

face da variabilidade do processo de trabalho, que é constituído por diferentes componentes e factores que se relacionam, cujo valor é passível de variações frequentes (Abrahão e Pinho, 2002).

2.2. Fadiga

A incapacidade de produzir repetidamente no tempo um determinado nível de força ou potência muscular designa-se por fadiga neuromuscular (Green, 1997; Silva et al, 2006; Santos et al, 2003), fenómeno que pode manifestar-se de forma aguda e que pode persistir durante dias ou mesmo semanas (Ascensão et al, 2003).

A fadiga funciona como um mecanismo de protecção para impedir que se esgote completamente as reservas de energia do organismo, já que, os processos fisiológicos da homeostase depois de determinado tempo e intensidade de realização do exercício não conseguem equilibrar convenientemente as condições do meio interno. Manifesta-se por declínio do nível da actividade realizada, queda da força, espasmos musculares e diminuição da velocidade. (Sagaard et al, 2006).

Vários factores actuando em conjunto com diferentes graus de influência contribuem para o desenvolvimento da fadiga dependendo do tipo de trabalho realizado. A duração e intensidade do trabalho, o tipo de fibra muscular recrutada, a forma de contracção requisitada, a capacidade física do indivíduo, além de outros factores tais como: alimentação, condições ambientais e motivação que se combinam e podem levar um ou mais elementos envolvidos a um estado de limitação do desempenho. Os limiares de sofrimento e tolerância são determinados tanto fisiológica como psicologicamente. (Sagaard et al, 2006).

Uma contracção de baixa intensidade e sustida, produz progressivamente fadiga central e periférica (Sagaard et al, 2006).

As causas da fadiga muscular durante o exercício residem nas regiões corticais e sub-corticais (fadiga de origem central) e ao nível do tecido muscular esquelético (fadiga de origem periférica) (Ascensão et al, 2003).

A fadiga central refere-se a um declínio progressivo na capacidade de activação voluntária dos músculos, podendo estar relacionada com alteração da excitabilidade do córtex motor (Neto, 2007). Os distúrbios nos centros motores altos e em reflexos de

“feedback” podem também alterar a excitabilidade do neurónio motor-alfa, afectando a região da junção neuromuscular (Neto, 2007).

Sobre os mecanismos centrais de fadiga, na maioria das vezes creditados a “factores psicológicos”, sugere-se a hipótese de que a instalação do quadro de deterioração da performance esteja ligado a um aumento de serotonina no cérebro, o que resulta em fadiga central/ mental (Neto et al, 2007). O aumento da síntese de serotonina (5-HT ou 5-hidroxitriptamina) como mediador de fadiga ocorre em resposta a um aumento de triptofano (TRF), um aminoácido precursor de 5-HT, elevado em exercício prolongado e que se dirige para o cérebro por via sanguínea. Um outro mecanismo por “feedback” parece actuar também, interligando défice metabólico ao funcionamento do sistema nervoso central: mudanças metabólicas no músculo (aumento em lactato, redução no pH) poderiam levar a uma redução no comando central em direcção ao recrutamento das unidades motoras; porém, tal relação não está totalmente consolidada (Neto et al, 2007).

A serotonina tem um papel importante na investigação do desenvolvimento da fadiga central, actuando na formação da memória, na letargia, no sono, no humor, na supressão do apetite e nas alterações da percepção do esforço. (Rohlf et al, 2005).

Os aminoácidos de cadeia ramificada (AACR) (leucina, isoleucina e valina), funcionam como inibidores do aumento da síntese cerebral de serotonina (5-hidroxitriptamina (5-HT) (Ascensão et al, 2003).

Efectivamente, existem duas formas sob as quais o TRF se encontra em equilíbrio no plasma – uma forma livre e uma ligada à albumina. Durante a realização de exercícios prolongados, este equilíbrio parece ser alterado a favor da forma livre, uma vez que, por estimulação da lipólise, quando a concentração de ácidos gordos aumenta, estes ligam-se à albumina, contribuindo para o aumento das concentrações de TPF livre, forma sob a qual este aminoácido é transportado através da barreira hemato/encefálica. Este aumento conduz ao incremento da concentração de TPF cerebral e, conseqüentemente, da síntese de serotonina. Deste modo, e uma vez que os AACR e o TPF concorrem pela entrada no cérebro pela mesma via, a suplementação ergogénica com este tipo de aminoácidos é referida por alguns autores como benéfica no atraso de fadiga em exercícios de longa duração (Ascensão et al, 2003).

A ingestão de suplementos dietéticos enriquecidos em hidratos de carbono parece atrasar a manifestação da fadiga de origem central, uma vez que poderá promover, durante o exercício prolongado, um aumento dos níveis de glicose plasmática com uma consequente redução relativa das concentrações de ácidos gordos plasmáticos ligados à albumina. Esta alteração parece favorecer um incremento das concentrações de TPF ligado à albumina e, deste modo, uma diminuição das concentrações de TPF livre/AACR e da produção de 5-HT (Ascensão et al, 2003).

As mudanças nas estratégias neuronais relacionadas à fadiga podem incluir alterações no comando motor, afectando de forma quantitativa e qualitativa o padrão do movimento. Quando um sujeito é requisitado a sustentar contracções musculares por um dado tempo, ele não tem a condição de aumentar a magnitude do comando motor quando a força começar a declinar. Por outro lado, quando a tarefa envolve contracções submáximas, o indivíduo é capaz de aumentar o comando motor para solucionar a redução em força devido a mecanismos periféricos – propagação neuromuscular, aparelho contráctil (Neto et al, 2007).

O mecanismo intracelular responsável pela fadiga que, provavelmente, menos contestação tem sofrido na literatura é, de facto, a diminuição da libertação de Ca^{2+} pelo RS e, conseqüentemente, o decréscimo da concentração intracelular ou mioplasmática de Ca^{2+} . Efectivamente, tem sido demonstrado que, durante o exercício intenso e de curta duração, reduções na libertação de Ca^{2+} pelo RS comprometem a tensão desenvolvida pelas fibras musculares. Assim, devido ao facto de a funcionalidade do RS estar claramente associada quer com os processos de contracção, quer com os de relaxamento, as alterações na capacidade de libertação e/ou de captação de Ca^{2+} são apontadas como factores que afectam, de forma marcante, o desenvolvimento da tensão pelas fibras musculares. Deste modo, alterações nas propriedades funcionais do RS podem estar na génese da fadiga muscular (Ascensão et al, 2003).

A evidência clara de que as concentrações de Ca^{2+} são um factor determinante na manutenção de um determinado nível de força provém dos resultados de alguns estudos, nos quais a diminuição da força, em consequência da fadiga, é atenuada pela administração de cafeína, um agente estimulador da libertação de Ca^{2+} pelo RS através da activação dos canais de Ca^{2+} (Ascensão et al, 2003). (No presente estudo os

indivíduos foram incentivados a não tomarem café antes e durante a realização da tarefa).

A maioria dos efeitos do ácido láctico no desenvolvimento da fadiga muscular, resulta do aumento da concentração de iões H^+ e conseqüente diminuição do pH, decorrente da rápida dissociação do ácido láctico. Contudo, apesar da fadiga ser muitas vezes associada ao decréscimo do pH, a literatura é controversa relativamente à existência de uma relação directa entre a diminuição do pH intracelular e a diminuição da força muscular, assim como da influência dos iões lactato e H^+ na fadiga muscular. (Ascensão et al, 2003).

O aumento das concentrações intersticiais de K^+ , em conseqüência do seu movimento para o exterior da célula durante o potencial de acção, tem sido referido como um importante factor no desenvolvimento da fadiga durante o exercício intenso de curta duração. Este aumento poderá resultar da incapacidade de manter o gradiente iónico em torno da membrana sarcoplasmática das fibras musculares esqueléticas, por falência conjunta ou isolada das bombas de membrana de Na^+/K^+ responsáveis pela recaptação do K^+ do espaço extracelular para o interior da célula. Consequentemente, verifica-se uma diminuição progressiva da amplitude do potencial de acção, da excitação do sarcolema e dos tubulos T, bem como uma redução da libertação de Ca^{2+} para o citoplasma da força produzida. (Ascensão et al, 2003).

Tem sido proposto que a resposta dos músculos à fadiga, durante um exercício sub-máximo, se traduz num aumento do número de unidades motoras recrutadas e/ou na sua sincronização, de forma a compensar a redução da capacidade de gerar força pelas unidades motoras e que esta resposta é responsável pelo aumento da amplitude do sinal EMG, normalmente expressa pelos parâmetros Integral EMG (iEMG) (mV.seg) e RMS (mV). A compressão do espectro EMG, ou seja, o desvio da frequência de mediana e de média (Hz) para as zonas de baixa frequência durante a fadiga muscular, parece ser influenciado predominantemente, pela diminuição da velocidade de condução do potencial de acção, em conseqüência, pelo menos em parte, do aumento da concentração de ácido láctico durante o exercício e conseqüente diminuição do pH (Masuda et al, 1999).

Alguns autores verificaram uma diminuição da velocidade de condução do impulso com conseqüente diminuição da frequência de mediana e um aumento da amplitude

média do potencial de acção durante os dois tipos de contracção (dinâmica e isométrica), a par de um natural decréscimo da força muscular (Masuda et al, 1999; Silva et al, 2005; Oliveira et al, 2005).

Após a realização de exercícios prolongados têm sido registados decréscimos do iEMG e RMS médios e máximos (Lepers et al, 2000), o que é demonstrativo da diminuição da capacidade de recrutamento de unidades motoras após a realização de um exercício indutor de fadiga (Lepers et al, 2000).

A fadiga tem sido, igualmente, sugerida como um mecanismo de protecção contra possíveis efeitos deletérios da integridade da fibra muscular esquelética (Williams e Klug, 1995; Santos et al, 2003).

A fadiga muscular possui a sua etiologia multifatorial e a sua origem e extensão depende da especificidade do exercício, do tipo de fibra muscular e do nível de aptidão física. Nos esforços de longa duração e baixa intensidade a fadiga está relacionada às fontes energéticas e a outros factores tais como dor, desidratação, aumento da temperatura corporal, hipoglicemia e aos processos de transmissão neuromuscular. Em exercícios de alta intensidade (60-90% do VO₂ máx) a fadiga está associada a uma redução do conteúdo muscular de glicogénio (Santos et al, 2003).

As interacções do sistema serotonérgico e dopaminérgico possuem importante relação no controle da fadiga central, uma baixa razão 5-HT/DA pode favorecer o desenvolvimento de motivação, estimulação e coordenação neuromuscular, e em contrapartida, uma alta razão 5-HT/DA está associada à ocorrência de fadiga (Santos et al, 2003).

Foi verificado que outros factores como alterações no sistema imunológico e depleção excessiva de substratos também podem estar envolvidas com a etiologia da fadiga central. Em exercícios de alta intensidade, a etiologia da fadiga muscular aguda periférica pode estar associada a trocas metabólicas, enquanto nos exercícios de intensidade sub-máxima, esta esteja relacionada a outros processos fisiológicos, como uma deterioração da activação muscular (acoplamento excitação - contracção) (Santos et al, 2003).

A modulação do gradiente electroquímico transmembrana no sarcolema pode afectar a transmissão do potencial de acção no músculo, e portanto, a frequência da contracção, conduzindo à fadiga (Santos et al, 2003).

2.3. Alongamentos

Vries, defende que o estiramento realizado após o exercício contribui para a redução do espasmo muscular instalado, aliviando assim, a manifestação clínica imposta pela agressão do exercício (Torres, 2005).

Qualquer programa de exercícios de alongamento deve ser concebido para conduzir o corpo ou algumas partes do corpo na direcção oposta daquela que é determinada pela postura de trabalho. Quanto ao tempo de duração de cada alongamento e o intervalo entre os exercícios ainda não está muito bem definido, sendo por isso um pouco empírico todos os valores que se possam utilizar (Payne, 2003).

Da revisão da literatura, resulta que os alongamentos devem ser realizados de forma lenta, com a duração entre 5 e 10 segundos, seguindo-se um período de relaxamento que poderá ir dos 30 aos 60 segundos (Payne, 2003).

2.4. Pausas no trabalho

As pausas no trabalho podem ser definidas como intervalos de tempo entre as actividades diárias. Estas actividades podem ser tanto de lazer como de trabalho, e são adoptadas de acordo com a necessidade de recuperação ou de repouso dos indivíduos (Poletto, 2002).

As pausas laborais são interrupções temporárias dentro de um turno de trabalho, que podem ocorrer em diferentes intervalos de tempo (Galinsky et al., 2007).

As micro-pausas podem reduzir ou eliminar sinais de dor provenientes da fadiga ou isquemia (Bystrom et al, 1991; Poletto, 2002).

Vários trabalhos tem sido efectuados nos últimos anos tendo como objectivo determinar os benefícios das pausas e/ou micro pausas na prevenção das desordens músculo-esqueléticas em trabalhadores que usam computadores.

A implementação de exercícios de alongamento durante as pausas de trabalho é de extrema importância devido aos vários benefícios que trazem para o nosso organismo, nomeadamente no aumento e na manutenção da elasticidade e flexibilidade dos músculos. Esta elasticidade e flexibilidade não só permitem que os músculos funcionem melhor como também lhes confere alguma protecção e resistência contra lesões (Galinsky et al., 2007; Schneider, 2003).

2.5. Electromiografia

A Electromiografia é um método de estudo da actividade neuromuscular, na qual existe uma representação gráfica da actividade eléctrica do músculo (Pezarat-Correia et al, 1993).

A entrada da fibra muscular em contracção, é sempre antecedida por uma corrente electroquímica que percorre a membrana, dando origem a uma diferença de potencial. Esta diferença de potencial, produz uma corrente que se difunde à distância e pode ser detectada e registada por eléctrodos (Pezarat-Correia et al, 1993).

O potencial recolhido não é o verdadeiro potencial de acção muscular, mas um fenómeno eléctrico consecutivo à sua passagem (Pezarat-Correia et al, 1993).

Assim podemos concluir que a electromiografia estuda o comportamento motor do músculo. Os eléctrodos colocados sobre a pele, permitem o registo da soma da actividade eléctrica das fibras musculares activas. Daí ser possível estabelecer uma relação entre a representação gráfica obtida e as características da contracção da globalidade do músculo (Pezarat-Correia et al, 1993).

A electromiografia de superfície é normalmente escolhida para os estudos cinesiológicos, porque é mais confortável para o executante e possibilita a análise global do comportamento dos músculos, ao contrário da electromiografia de profundidade. Permite também um fácil manuseamento e controlo para o experimentador (Pezarat-Correia et al, 1993).

O sinal de EMG amplificado e condicionado pelo eléctrodo é transmitido para o electromiografo onde é digitalizado e enviado para o computador. As características do electromiografo variam no número de canais de electromiografia, na relação sinal ruído, na capacidade de integração com outros sensores e dispositivos e na liberdade de movimentos permitida (Matias e Gambôa, 2005).

A fim de se poder comparar resultados de diferentes execuções, quer intra-sujeito, quer inter-sujeitos, dever-se-á normalizar o sinal electromiográfico. Este procedimento consiste na transformação dos valores absolutos respeitantes à intensidade do sinal electromiográfico, em valores relativos a um valor electromiográfico de referência. (Soderberg e Knutson, 2000; Silva e Gonçalves, 2003).

O sinal EMG captado no corpo humano é um sinal analógico (um sinal continuo no tempo) que então deve ser convertido para sinal digital (um sinal discreto, que é

definido somente para certos intervalos de tempo), para poder ser registado pelo computador.

Com a electromiografia pode-se investigar os efeitos da fadiga sobre o padrão de controle da contracção muscular, a partir do sinal mioeléctrico, através da sua raiz média quadrática (RMS), nas frequências médias e com frequência mediana utilizando padrões estatísticos (Garcia et al, 2004).

2.6. Ergonomia

A Ergonomia pode ser definida como “o estudo de aspectos do trabalho e sua relação como o conforto e bem estar do trabalhador”, ou ainda, o estudo da adaptação do trabalho ao homem (Lida, 1990).

Altos níveis de força e más condições ergonómicas, aumentam a actividade muscular e isto tem um papel importante no desenvolvimento de desordens musculoesqueléticas (Huang et al, 2003; Lundberg, 2002).

Factores ergonómicos, como as más posturas, ciclos de trabalho inadequados, força excessiva, tem sido implicado no desenvolvimento e exacerbação de sintomas ou disfunções dos membros superiores relacionados com o trabalho.

A ergonomia considera como critério de avaliação do trabalho, três eixos: a segurança dos homens e dos equipamentos, a eficiência do processo produtivo e o bem estar dos trabalhadores nas situações de trabalho. Busca estabelecer uma articulação entre estes três eixos, visando uma solução de compromisso na avaliação do trabalho (Abrahão e Pinho, 1999).

A análise ergonómica do trabalho, é um modelo metodológico de intervenção que possibilita a compreensão dos determinantes das situações de trabalho. Portanto, tem como pressuposto básico, a distinção entre o trabalho prescrito, de uma forma comum denominada de tarefa e o trabalho real, que é aquele efectivamente realizado pelo trabalhador, inserido em um contexto específico, para atingir os objectivos prescritos pela tarefa. Esta análise é permeada por várias fases, e tem como fio condutor a dialéctica entre análise da demanda e análise da actividade (Abrahão e Pinho, 1999).

A finalidade de uma análise ergonómica é sempre melhorar as condições de trabalho, dentro de limites considerados aceitáveis para a produção. (Abrahão e Pinho, 1999)

A ergonomia é actualmente distinta entre ergonomia de correcção e de concepção. A primeira procura melhorar as condições de trabalho existentes e, frequentemente, é parcial e de eficácia limitada e, de uma forma geral, bastante onerosa do ponto de vista económico. A ergonomia de concepção, ao contrário, tende a introduzir os conhecimentos sobre o homem desde o projecto do posto, do instrumento, da máquina ou dos sistemas de produção. (Laville, 1977).

As novas tecnologias e seus impactos no trabalho humano têm sido abordados sob vários ângulos, variando conforme as áreas do conhecimento e a natureza da problemática analisada. A ergonomia tem sido solicitada, cada vez mais, a actuar na análise de processos de reestruturação produtiva, sobretudo, no que se refere às questões relacionadas à caracterização da actividade e à inadequação dos postos de trabalho, em especial em situações de mudanças ou de introdução de novas tecnologias (Abrahão, 2000)

A inadequação dos postos de trabalho, à população de trabalhadores, constitui um problema social importante com reflexos nas questões de requalificação, saúde e produtividade (Abrahão, 2000).

A ergonomia, reconhecida inicialmente na luta pela saúde do trabalhador contra os acidentes e pela melhoria das condições de trabalho, trouxe contribuições significativas para a adequação do sistema técnico, propiciando vantagens económicas e financeiras quando da introdução das novas tecnologias (Wisner, 1996).

Reconhecer e compreender a variabilidade inter e intra individual nas diferentes etapas de um projecto industrial/organizacional possibilita a introdução de elementos flexíveis desde a concepção como, por exemplo, a valorização de um saber constituído ao longo do tempo, incorporado na experiência do trabalhador (Abrahão, 2000).

Na perspectiva da organização do trabalho, devem ser incluídos desde os materiais, os equipamentos e os procedimentos, até a gestão dos incidentes. Quanto às características do trabalhador, a literatura aponta as fontes de variabilidade do indivíduo como as de natureza inter e intra individuais, levando-se em conta os aspectos físicos, psíquicos e cognitivos, neles inseridos, a experiência como história das representações

mentais, o envelhecimento como história biológica e outras intrinsecamente ligadas à história do trabalho (Abrahão, 2000).

A análise ergonômica do trabalho permite identificar, por intermédio da observação do contexto real de trabalho, quais são as variáveis que o operador busca para compreender os problemas aos quais ele é confrontado e, desta forma, associar os processos cognitivos que ele mobiliza na execução do seu trabalho. Estes dados são fundamentais para a melhoria do dispositivo técnico, da organização e da formação (Abrahão, 2000).

È necessário o conhecimento do Homem, no que diz respeito às suas características físicas (antropométricas, biomecânicas e fisiológicas, etc), cognitivas (memória, atenção, vigilância, etc) e socio-culturais (classe social, nível cultural, etc). Este conhecimento é essencial para prever as consequências para a saúde e segurança decorrentes da interacção com produtos mal concebidos (Rebelo, 2004).

A antropometria pode ser definida como as medidas do corpo Humano, estudando os aspectos relacionados com as proporções corporais (Antropometria Estrutural) e o deslocamento dos segmentos corporais no espaço (Antropometria Funcional). No que se refere à Antropometria Estrutural, são estudadas as estruturas corporais externas, normalmente caracterizadas por comprimentos segmentares, larguras e profundidades corporais. Com a evolução tecnológica e a necessidade de uma adequação Humana perfeita aos produtos, passaram também a ser consideradas as superfícies e os volumes corporais. Na Antropometria Funcional, são estudados aspectos relacionados com o deslocamento dos segmentos corporais no espaço, as trajectórias dos segmentos distais como, por exemplo, a mão e as correspondentes velocidades e acelerações (Rebelo, 2004).

O projecto de dimensionamento de um equipamento ou espaço de trabalho, não deve ser desenvolvido para a média da população. Em Ergonomia, os produtos devem ser concebidos de modo a possibilitar que os extremos de uma população possam interagir de uma forma confortável e segura, promovendo assim a eficácia do sistema. Este processo é conseguido procurando encontrar uma relação de compromisso para os extremos. Se estes estiverem em condições adequadas, significa que todos os outros também estarão (Rebelo, 2004).

A interacção com o meio envolvente impõe a realização de movimentos e consequentemente de trabalho muscular, que pode ser mais ou menos intenso, de acordo com a natureza das tarefas a realizar. O conhecimento do funcionamento do músculo enquanto sistema de transformação de energia, é um requisito importante para a elaboração de estratégias que visem optimizar os gastos energéticos e a fadiga física, nas tarefas em que a componente muscular é importante (Rebelo, 2004).

Quando o músculo se contrai, estrangula as paredes dos capilares dificultando a circulação sanguínea. Este processo dificulta a chegada de oxigénio e dos nutrientes às células, provocando fadiga muscular. Assim, posturas estáticas mantidas durante longos períodos de tempo são responsáveis por fadiga muscular, havendo necessidade de alterações posturais constantes para promover a circulação sanguínea. Quando um trabalhador utiliza mais de 60% da sua força máxima numa tarefa, está a provocar fadiga muscular. Se o músculo for solicitado até 15% da sua força máxima, não há o risco de ocorrência de fadiga, na medida em que a circulação sanguínea não é afectada, mantendo-se o equilíbrio de trocas energéticas (Rebelo, 2004).

A biomecânica é uma ciência que estuda as forças internas e externas que actuam nos seres vivos e os efeitos produzidos por essas forças. Em particular, os contributos da Biomecânica para a Ergonomia traduzem-se na quantificação de variáveis mecânicas, a nível articular e muscular e os seus efeitos nestas estruturas.

Durante o movimento os ossos, músculos e articulações funcionam como um sistema de alavancas, à semelhança de um sistema mecânico. Num movimento existem pelo menos dois músculos que funcionam de forma antagónica, enquanto um se contrai o outro distende-se. Este processo é responsável por um movimento suave. A coluna vertebral e os membros superiores são as estruturas que mais estão sujeitas a sofrer lesões por causas mecânicas.

Em Ergonomia são definidos um conjunto de princípios que contribuem para a redução dos problemas músculo-esqueléticos. Deve evitar-se efectuar torções da coluna vertebral durante o alcance a objectos que não se encontram à frente do indivíduo. Este movimento é responsável por um acréscimo significativo das forças nos discos intervertebrais que podem ser responsáveis por lesões. Em alternativa, deve movimentar-se utilizando os membros inferiores para fazer rodar todo o corpo. As posturas estáticas mantidas durante longos períodos de tempo são responsáveis por

esforços localizados que podem provocar fadiga. Deve alterar de postura com frequência, diversificando por exemplo, as tarefas. Os movimentos repetitivos realizados com elevada frequência solicitam sempre os mesmos grupos musculares e as mesmas articulações, podendo provocar lesões graves. Deve diversificar os movimentos, procurando por exemplo, outras estratégias para evitar a solicitação frequente dos mesmos músculos (Rebelo, 2004).

2.7. Postura a adoptar

Do ponto de vista postural, a forma mais simples de melhorar um posto de trabalho é estar em posturas neutras, são aquelas em que os segmentos corporais estão naturalmente alinhados e correctamente apoiados.

A postura a adoptar no ambiente de trabalho (e adoptada durante o presente estudo) deve ser com os ombros relaxados, braços ao longo do tronco e antebraços com um ângulo de 90° em relação ao braço. Tendo como referência esta postura, os antebraços podem ainda rodar 20° para baixo e 20° para cima. O tronco deve estar ligeiramente inclinação para trás, utilizando o apoio na zona lombar (quando está em descanso). Os joelhos sensivelmente ao mesmo nível das ancas, os pés situados ligeiramente à frente dos joelhos e perfeitamente apoiados no chão, a cabeça no alinhamento do tronco, podendo fazer uma flexão à frente até um máximo de 5° (Rebelo, 2004).

Apesar de se considerar que nesta postura as pressões articulares e a força muscular são menores, a sua manutenção por longos períodos de tempo não é indicada. É aconselhável que o trabalhador faça pequenos ajustes frequentemente.

2.8. Cadeira de escritório

A cadeira é talvez o elemento mais crítico de um posto de trabalho informatizado, na medida em que ela fornece o suporte para a postura de trabalho. A importância de uma boa cadeira é ainda maior se considerarmos que um trabalhador de escritório passa, durante a sua carreira profissional, mais de 80 000 horas sentado (Rebelo, 2004).

O corpo humano não está preparado para estar sentado longos períodos de tempo.

Uma cadeira para ser confortável deve proporcionar a adopção de posturas neutras dos diversos segmentos corporais, evitando assim o aparecimento de lesões no sistema músculo-esquelético. Em simultâneo a cadeira deve ser estável evitando que o trabalhador possa cair se a usar indevidamente (Rebelo, 2004).

A escolha de uma cadeira de escritório numa perspectiva ergonómica, deve obedecer a critérios que emergem das tarefas que o trabalhador tem que realizar e das suas características antropométricas, biomecânicas e fisiológicas (Rebelo, 2004).

Os seguintes aspectos devem ser considerados na análise ou selecção de uma cadeira de escritório (Rebelo, 2004):

- **Altura da superfície do assento** - A cadeira deve ter ajuste da superfície do assento, de modo a que todos os trabalhadores possam ter os pés assentes no chão. O valor recomendado de ajuste em altura deve variar entre os 350 e os 530 milímetros de modo a acomodar os trabalhadores pequenos e grandes. Nas cadeiras em que o limite de ajuste inferior é superior a 350 milímetros, as pessoas mais pequenas vêm-se impossibilitadas de colocar os pés no chão. Recomenda-se nesta situação a utilização de um apoio para os pés, de modo a permitir que o trabalhador possa colocar os pés numa superfície rígida.

- **Profundidade do assento** - O assento deve ter uma profundidade entre os 380 e os 430 milímetros. Com a utilização do apoio lombar, a parte da frente da superfície do assento não deve tocar na parte de trás dos joelhos. Profundidades do assento inferiores a 380 milímetros não permitem o suporte adequado, o peso corporal concentra-se numa área menor, provocando o aparecimento de picos de pressão nos tecidos moles. Esta situação quando mantida por longos períodos de tempo, é responsável pelo desconforto do trabalhador. Profundidades do assento superiores a 430 milímetros impedem que o trabalhador mais pequeno utilize o apoio lombar. Esta dificuldade resulta do facto da parte posterior dos joelhos do trabalhador, entrar em contacto com o bordo anterior da superfície do assento, não lhe permitindo a utilização correcta do apoio lombar.

- **Largura da superfície do assento** - A superfície do assento deverá ser larga o suficiente para permitir que os trabalhadores mais pesados e com maior largura de anca, tenham no mínimo as coxas apoiadas. Recomenda-se um valor mínimo de 430 milímetros. A parte de trás da superfície do assento deve ser mais larga, podendo ser um pouco mais estreita à frente.

▪ Inclinação da superfície do assento - A superfície do assento deve fazer búscula, cinco graus para a frente e cinco graus para trás. Este ajuste permite ao trabalhador fazer uma alternância postural, que lhe permite responder de forma mais eficaz e confortável às exigências das tarefas. Deve existir um mecanismo de fácil acesso, que fixe a cadeira em cada uma destas posições.

▪ Almofada da superfície do assento - A almofada da superfície do assento deve ser firme. Uma almofada muito mole provoca instabilidade no trabalhador e afundamento no assento, dificultando a sua mobilidade. Uma almofada dura, provoca o aparecimento de picos de pressão nos tecidos moles que, mantidos por longos períodos de tempo, são responsáveis por desconforto. Os rebordos da superfície do assento devem ser almofadados e arredondados, de modo a não provocar lesões ou incómodo aos trabalhadores. A cobertura da almofada deve ser porosa, de modo a favorecer a ventilação do assento e favorecer a transpiração do trabalhador. Deve-se evitar a utilização de revestimentos escorregadios, que podem provocar instabilidade do trabalhador no assento, devido à falta de atrito.

▪ Apoio das costas - A superfície de apoio das costas deve ser no mínimo de 380 milímetros de altura e 305 milímetros de largura, devendo dar suporte às curvaturas lombar e dorsal. O apoio das costas deve permitir a sua inclinação para trás, até 15 graus, para o caso do trabalhador querer encostar-se e relaxar durante uns momentos. Em situações em que o trabalhador passe em média mais de 6 horas por dia sentado, realizando tarefas relacionadas com a utilização de computadores, é aconselhável um apoio lombar regulável em profundidade e em altura. É também recomendável um apoio cervical, com regulação em altura, para acomodar um maior número de trabalhadores. A cobertura do encosto deve ser porosa, de modo a poder favorecer a ventilação e conseqüentemente potenciar a transpiração.

▪ Apoio dos antebraços - Os apoios de braços devem ser amovíveis e com regulação da distância entre os antebraços. Devem ter um ajuste vertical, de modo a acomodar trabalhadores de todas as dimensões antropométricas, para que fiquem com os ombros relaxados. Esta regulação em altura deve variar entre os 18 e os 27 milímetros de amplitude. Devem ter um comprimento que resulta de um compromisso entre o apoio do antebraço e a facilidade da cadeira em aproximar-se sem dificuldade da superfície de trabalho. Devem ter uma largura e superfície almofada, que permita suportar os

antebraços, sem ocorrer incómodos provocados por pressões nos tecidos moles. No caso dos trabalhadores que tenham uma anca muito larga, é mais confortável trabalhar sem os apoios para os antebraços.

- Base de apoio da cadeira - A cadeira deve ter uma base robusta suportada por cinco pernas para prevenir quedas dos trabalhadores. As pernas da cadeira devem ter rodízios de modo a facilitar pequenos deslocamentos no chão, em várias direções. A cadeira deve poder rodar sobre o seu eixo central 360°, de modo a facilitar a saída e a entrada dos trabalhadores, do posto de trabalho.

- Comandos da cadeira - Os controles devem ser de fácil alcance a partir da postura sentada. A cadeira deve ser facilmente ajustável, apenas com uma mão. Os controlos devem dar uma informação de retorno imediata. As acções sobre os controlos devem ser lógicas e consistentes. O sistema de ajuste em altura da superfície do assento deve ser pneumático. Deve ser possível regular o encosto da cadeira numa posição fixa, sempre que desejado pelo trabalhador.

2.9. Secretária de trabalho

Sempre que se passe mais de 6 horas sentado, ou o posto de trabalho seja utilizado por mais do que um trabalhador, justifica-se a aquisição de uma mesa com alguns elementos ajustáveis em altura. Considera-se importante que tenha uma superfície de base, com dimensões que permitam acomodar o monitor e documentos de suporte às tarefas que realizar; ter uma superfície ajustável em altura para a colocação do teclado do computador, não ter rebordos ou arestas salientes, que possam ferir o trabalhador; não ter elementos colocados debaixo do tampo, que sejam obstruções à movimentação dos membros inferiores; superfícies de trabalho com ajuste em altura (devem ter uma amplitude de regulação entre os 580 e os 710 mm, as superfícies de trabalho fixas devem ter 700 mm de altura (não são recomendáveis para crianças)); o tampo da superfície da mesa deve ter uma cor neutra e um acabamento tosco, para não reflectir luz (Rebelo, 2004).

2.10. Porta–Documentos

Os porta–documentos são dispositivos muito importantes para evitar a ocorrência de problemas músculo-esqueléticos, na medida em que evitam a rotação ou torções da cabeça, quando os documentos se encontram sobre a superfície de trabalho e reduzem a fadiga visual, colocando o documento numa posição mais favorável para o trabalhador (Rebelo, 2004).

2.11. Teclados

Os teclados com apoio para a articulação do punho e antebraço encorajam posturas neutras, tendo sido considerados muito confortáveis e menos fatigantes. Resolvem também outro problema, relacionado com a existência de bordos salientes existentes em alguns teclados ou mobiliário, que comprimem os tendões e os tecidos moles (Rebelo, 2004).

Considerações na interacção com o teclado do computador de forma a reduzir o risco de ocorrências de lesão (Rebelo, 2004):

- Posicionar o teclado na superfície de trabalho de modo a que os antebraços fiquem paralelos ao chão, os braços ao longo do tronco e os ombros relaxados.
- Manter a articulação do punho na posição neutra enquanto utiliza o teclado.
- Fazer pausas periódicas durante o tempo de trabalho. Em tarefas de entrada de dados utilizando um teclado normal, realizar pausas de 10 minutos por cada hora de trabalho contínuo.
- Fazer pouca força quando pressionar as teclas.
- Não apoiar os punhos no bordo do teclado ou no bordo da secretária, para evitar a compressão de tecidos moles.

2.12. Ecrã

A localização do ecrã no espaço é de extrema importância. Se ele estiver muito alto, ou muito baixo, pode provocar no final do dia de trabalho dores na nuca e coluna cervical (Rebelo, 2004).

Para reduzir o risco de desenvolver estes problemas:

- Deve colocar o ecrã em frente, de modo a poder vê-lo sem rodar ou inclinar a cabeça.

- Posicionar o ecrã num local onde não ocorram reflexos de fontes externas de iluminação. Particularmente as janelas e a iluminação artificial são fontes de reflexos nos ecrãs, que podem ser responsáveis por fadiga visual.

- Se o ecrã tiver 14 polegadas, o seu centro deve estar 15° abaixo da linha horizontal de visão. Para um ecrã de 17 polegadas, o seu centro deve localizar-se 20° abaixo da linha horizontal de visão.

- Nunca inclinar o ecrã para baixo, deve estar ligeiramente inclinado para cima. O sistema visual está adaptado para funcionar melhor quando o plano de observação está perpendicular ao plano de visão.

- Se usar lentes bifocais, colocar o ecrã ainda mais baixo, de modo a permitir a utilização da parte inferior das lentes.

- Ajustar o contraste e o brilho para que os caracteres e gráficos apareçam bem definidos.

- Posicionar o ecrã de modo a que consiga tocá-lo com os dedos no seu topo, com o membro superior completamente estendido.

- Os caracteres devem ser bem definidos, aconselhando-se letras sem serifa, por exemplo do tipo Arial.

- Filtros anti-reflexo podem ser usados para evitar o aparecimento de reflexos.

- A iluminação artificial colocada no tecto deve estar paralela à secretária, de modo a evitar o aparecimento de reflexos no ecrã.

- Pela mesma razão, nunca virar o ecrã do computador directamente para uma janela. As janelas são a fonte de reflexos mais comuns nos ecrãs.

- Nunca deve estar de frente para uma janela, as diferenças de luminosidade entre o plano de trabalho e o exterior provocam fadiga visual.

- A combinação inadequada das cores no ecrã é responsável pela dificuldade do utilizador em identificar as informações apresentadas e conseqüentemente, por fadiga visual. Como medida geral, recomenda-se a utilização de fundos cinzentos-claros com texto, a preto.

- Manter o ecrã limpo, a acumulação de pó e as impressões digitais diminuem a legibilidade.

- Utilizar um braço articulado para suporte do ecrã, quando o posto de trabalho é utilizado por vários trabalhadores.

2.13. Rato

Apesar do rato facilitar a vida dos utilizadores, verifica-se que o seu uso frequente é responsável por um aumento do risco de ocorrência de lesões no sistema músculo-esquelético (Rebelo, 2004).

Enquanto que no teclado o trabalho é dividido por dez dedos, no rato é apenas por dois, para além disso, os deslocamentos do ponteiro do rato no ecrã exigem movimentos pequenos e precisos da articulação do punho. E são estes movimentos dos músculos e tendões do antebraço que, quando mantidos por longos períodos de tempo, provocam problemas músculo-esqueléticos.

É pois, essencial ter alguns cuidados com a utilização do rato de modo a evitar a ocorrência de dores e lesões graves. Neste sentido recomenda-se:

- Colocar o rato ao mesmo nível do teclado e num local facilmente acessível, mantendo o alinhamento da mão com o antebraço enquanto move o rato.
- Agarrar o rato com todos os dedos mas com suavidade.
- Utilizar todo o membro superior para fazer mover o rato, não apenas a articulação do punho.
- Pressionar os botões do rato com pouca força, tentando a alternância com todos os dedos.
- Limpar o rato com frequência para evitar falhas na deslocação do ponteiro no ecrã. Um rato sujo é responsável por movimentos acrescidos do punho e membro superior, logo aumenta o risco de lesão.
- Sempre que possível optar pela compra de um rato óptico, estes estão menos sujeitos a falhas por acumulação de sujidade.
- Usar o rato com movimentos suaves, evitando movimentos bruscos e de rotação.
- Colocar a possibilidade de utilizar outros dispositivos para mover o cursor no ecrã.
- Verificar se a dimensão do rato é a mais adequada. Existem no mercado várias dimensões de rato.
- Limitar o tempo de utilização do rato, utilizar as combinações de teclas para copiar texto
- Tentar usar as duas mãos para utilizar o rato. Partilhar a carga, diminui o risco de desenvolver uma lesão.

- Se utilizar um “trackball”, colocar um apoio para o punho e antebraço, pois isto facilita a manutenção do membro superior numa postura estável. Utilizar todos os dedos para interagir com a esfera do “trackball”.

- Escolher um rato simétrico, uma vez que há estudos que mostram que contornos assimétricos provocam pontos de pressão nos tecidos moles da mão.

2.14. Temperatura

Um ambiente térmico adequado é essencial para nos sentirmos bem no local de trabalho. Quando os factores climáticos estão adaptados aos trabalhadores que utilizam o espaço do escritório, o seu bem – estar e produtividade aumentam (Rebelo, 2004).

Sabe-se que temperaturas muito altas estão associadas com fadiga, lassidão, irritabilidade, dores de cabeça, diminuição do desempenho, coordenação e alerta dos trabalhadores. Temperaturas muito frias provocam nos trabalhadores diminuição da atenção e distração, podendo provocar problemas graves na segurança dos sistemas (Rebelo, 2004).

O conforto térmico está associado com a ausência de sensação de frio ou de calor. Em particular, a temperatura confortável para trabalhadores de escritório, situa-se entre os 20°C e os 26°C (20°C – 23°C no verão e 23°C-26°C no Inverno), com uma humidade relativa entre os 45% e os 50% (Rebelo, 2004).

3. OBJECTIVOS

O trabalho no computador está relacionado com várias patologias musculoesqueléticas causadoras de absentismo ao trabalho, baixas de produção e mais grave, com incapacidade dos trabalhadores. Entre as patologias relacionadas com o trabalho estão as epicondilites que se devem, entre outros factores, a esforços grandes e/ou repetidos, ou ainda a gestos executados de maneira imprópria pelas mãos, punhos e ombros, na prática de vários tipos de trabalho.

No presente estudo, a fadiga muscular verificada após os exercícios de relaxamento efectuados durante os 10 min de pausa, será comparada com a fadiga muscular verificada nos 10 min de pausa sem os referidos exercícios, com o objectivo de verificar se estes diminuem a fadiga muscular. Para se proceder a esta comparação, a fadiga muscular terá que ser quantificada. Isto é possível devido à relação existente entre a fadiga muscular e as alterações do espectro de frequências do sinal electromiográfico. Este terá que ser processado no domínio temporal e da frequência (Cabri et al 2005).

3.1. Objectivo Geral

O objectivo deste estudo é verificar se exercícios de relaxamento dos músculos do punho e dedos durante as pausas no trabalho, promovem a diminuição da fadiga muscular do extensor comum dos dedos e do primeiro interósseo.

Diminuindo a fadiga muscular, previne-se algumas lesões relacionadas com o trabalho, diminuindo o absentismo ao trabalho, assim como as despesas do Sistema Nacional de Saúde.

3.2. Objectivos específicos

Na sequência do objectivo geral pretende-se investigar a influência de exercícios de relaxamento (inclinação da cabeça para a direita e para a esquerda; flexão, extensão e oponência do polegar; movimento combinado de flexão do polegar, flexão dos dedos e punho, pronação do antebraço e rotação interna do ombro; flexão e extensão do punho e alongamento dos isquio-tibiais das duas pernas) na contracção muscular do extensor comum dos dedos e primeiro interósseo através da análise electromiográfica dos respectivos músculos (análise dos valores da percentagem do RMS relativamente ao Pico Máximo da Actividade (PMA) e da MPF); avaliar a influência dos exercícios de relaxamento na melhoria da concentração e atenção através da contagem de erros ortográficos, omissão de palavras, omissão de linhas e falhas de formatação na digitação de um texto e ainda avaliar o efeito dos exercícios de relaxamento na melhoria das condições de trabalho em computadores e possível prevenção de lesões musculoesqueléticas.

4. METODOLOGIA

4.1. Amostra

A amostra foi constituída por 12 indivíduos, 6 do sexo masculino e 6 do sexo feminino. Os indivíduos faziam parte integrante da população activa deste país e as idades estavam compreendidas entre os 22 e os 49 anos. Possuíam trabalhos sedentários tendo o computador como a sua principal ferramenta.

Estes leram uma carta de explicação do estudo realizado, onde informava que o estudo visava a elaboração de uma tese de mestrado em Biocinética do Desenvolvimento, o local onde se desenvolvia, quais os objectivos de trabalho e os orientadores. Explicava que o estudo não acarretava qualquer risco nem vantagem para os intervenientes. Todo o material recolhido era tratado de forma confidencial e ficava à responsabilidade dos investigadores. A participação era voluntária podendo abandonar o estudo a qualquer momento. A identidade dos participantes nunca seria revelada e que os resultados estariam à disposição dos interessados.

Após o esclarecimento de todas as dúvidas os intervenientes assinaram um consentimento informado onde afirmaram estar devidamente informados sobre os procedimentos do estudo e esclarecidas todas as dúvidas, assim como a possibilidade de fazer qualquer pergunta durante o estudo relacionada com o mesmo e a liberdade de o abandonar a qualquer momento (ver anexo 1).

A determinação da massa corporal foi efectuada com o auxílio de uma balança electrónica Seca ® 720 com uma casa decimal, previamente aferida. Pediu-se aos intervenientes para tirarem os sapatos, subirem para a balança com os pés paralelos e olharem em frente. Depois de estabilizado o valor da massa corporal, este foi registado.

A estatura foi determinada com o auxílio de um estadiómetro Harpenden com graduação a 1 mm. Os intervenientes descalços, na posição de pé com os pés juntos e com o corpo erecto, colocaram os calcanhares, nádegas, costas e parte posterior da cabeça em contacto com o estadiómetro, pediu-se que fizessem uma inspiração máxima na posição erecta seguindo as recomendações de Gordon et al (1998). A

cabeça foi ajustada pelo investigador de forma a orientar correctamente o Plano Horizontal de Frankfort.

Todos os intervenientes antes de iniciar o estudo, preencheram um questionário sobre o estilo de vida com 16 perguntas. Com este questionário procurou-se saber qual a idade, género e profissão dos intervenientes (tinham que possuir profissões sedentárias e trabalhar no computador diariamente), saber se eram portadores de alguma doença e se tomavam alguma medicação (poderia interferir na concentração e atenção), quantas horas por dia despendiam no computador, se utilizavam computadores portáteis ou de secretária, se utilizavam muito o rato e em que mão (podia interferir no tipo e local das lesões), se praticavam alguma actividade física e com que frequência (podia interferir na fadiga física e psicológica e tipo de lesão) e se realizavam tarefas da vida diária em casa (podia interferir no local das lesões) (ver anexo 2).

4.2. Protocolo do estudo

Para executar o protocolo experimental foram recriadas as condições de trabalho com computador, mais especificamente numa tarefa de dactilografia. Para tal a cada indivíduo foi pedido que dactilografasse um texto num computador de secretária durante 2 horas e 50 min, com uma pausa de 10 minutos no fim da primeira e da segunda hora. Estes estavam com os músculos extensores do punho e primeiro interósseo do braço direito monitorizados para recolha do sinal electromiográfico.

Pedi-se que se sentassem na cadeira em frente a um computador de secretária com as pernas em ângulo recto, os pés no chão, os braços apoiados sobre a mesa e a coluna encostada ao espaldar da cadeira. A cadeira utilizada possuía uma base com 5 rodas, permitia o ajuste em altura e o tecido respirável. O computador e o teclado estavam em frente ao indivíduo, o rato do lado direito e o texto num suporte de papel do lado esquerdo. A secretária estava disposta na sala para que a luz natural incidisse do lado esquerdo do indivíduo.

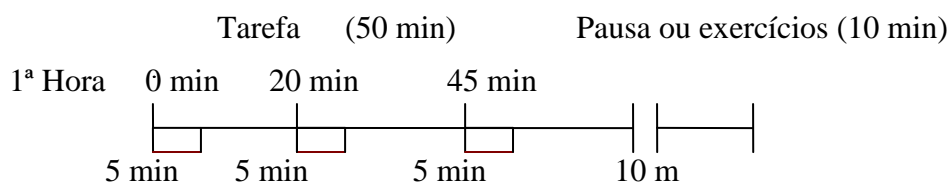
A amostra foi dividida em dois grupos, um grupo realizou exercícios de relaxamento muscular nos 10 minutos de pausa da primeira hora, o outro grupo

realizou exercícios de relaxamento muscular nos 10 minutos de pausa da segunda hora (a inclusão dos indivíduos nos grupos foi aleatória).

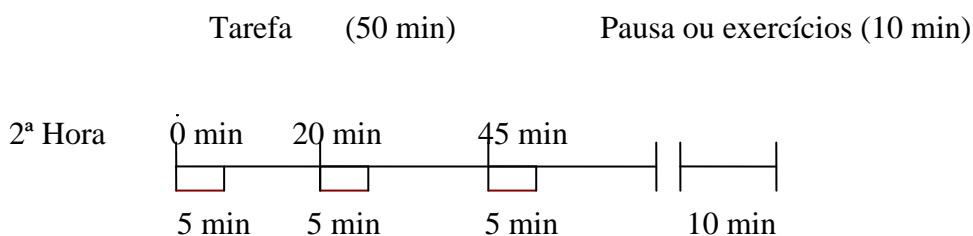
O **primeiro grupo** no final dos primeiros 50 minutos realizou a pausa activa na qual executou os exercícios de relaxamento muscular. Nos últimos 10 minutos da segunda hora realizou a pausa passiva, na qual os sujeitos tinham liberdade para fazerem o que entendessem.

O **segundo grupo** no final dos primeiros 50 minutos realizou a pausa passiva e no final dos segundos 50 minutos de execução da tarefa, realizou a pausa activa, em que executou os exercícios de alongamento muscular (ver esquema 1).

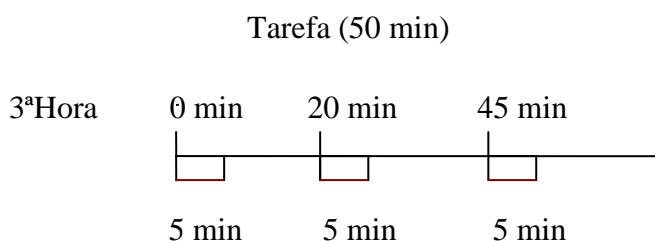
A sala utilizada na recolha dos sinais electromiográficos da amostra era ampla, isenta de barulho, vibrações e a temperatura era constante, 23°.O estudo desenvolveu-se no laboratório de Biocinética do Desenvolvimento da Faculdade de Ciências e Desporto da Universidade de Coimbra.



— Tempo do sinal electromiográfico utilizado para análise



— Tempo do sinal electromiográfico utilizado para análise.



— Tempo do sinal electromiográfico utilizado para análise.

Esquema 1: Esquema da realização da tarefa e recolha do sinal electromiográfico durante a primeira, segunda e terceira hora.

4.3. Tarefa Executada

A tarefa consistiu em dactilografar um texto escrito em Português do Brasil, com letra pequena e sem grandes espaçamentos, cujo conteúdo não fazia parte da área de conhecimentos dos intervenientes. Todas estas características aumentavam a dificuldade de transcrição e exigiam uma maior concentração do indivíduo (anexo3).

Antes de iniciar a tarefa os participantes da amostra foram instruídos para darem início à tarefa apenas com a ordem do investigador e que deveriam transcrever o texto, mantendo a mesma formatação do texto a copiar.

O grupo de indivíduos que realizou a pausa activa nos últimos 10 minutos da primeira hora iniciou a digitação do texto na segunda hora, enquanto que o grupo que realizou a pausa passiva continuou a transcrição do texto na segunda hora.

O grupo de indivíduos que realizou a pausa activa nos últimos 10 minutos da segunda hora, iniciou a digitação do texto na terceira hora, os que realizaram a pausa passiva continuaram a transcrição do texto na terceira hora.

Os textos foram corrigidos e foram registados o número de erros ortográficos, as omissões de palavras e linhas e o número de erros de formatação, com o objectivo de avaliar a fadiga psicológica antes e após os exercícios de relaxamento.

4.4. Exercícios de relaxamento

Os exercícios de relaxamento muscular, seguiram o seguinte protocolo:

- Sentada na cadeira com as costas direitas, inclinar a cabeça para a direita e depois para a esquerda (ver figura 1 e 2);
- Sentada na cadeira com as costas direitas, o braço flectido a 90°, cotovelo em extensão e antebraço na posição neutra, fazer extensão do polegar, flexão e oponência do polegar (ver figura 3, 4 e 5);
- Sentado na cadeira com as costas direitas, o braço flectido a 90° cotovelo em extensão e antebraço em posição neutra, fazer flexão do polegar, flexão dos dedos e punho, pronação do antebraço e rotação interna do ombro, o braço esquerdo ajuda a completar o movimento de forma a alongar os extensores do punho (ver figura 6);

- Sentada na cadeira com as costas direitas, o braço flectido a 90°, cotovelo em extensão e antebraço em pronação, fazer a flexão e extensão do punho (ver figura 7 e 8);
- Na posição de pé, colocar o pé direito sobre a cadeira e inclinar à frente, de forma a alongar os isquio-tibiais (ver figura 9);
- Na posição de pé, colocar o pé esquerdo sobre a cadeira e inclinar à frente, de forma a alongar os isquio-tibiais (ver figura 10).

Os movimentos do punho são, a flexão (a face anterior da mão, aproxima-se da face anterior do antebraço), a extensão (a face posterior da mão aproxime-se da face posterior do antebraço), a adução (a mão aproxima-se do eixo do corpo) e a abdução (a mão afasta-se do eixo do corpo). (Kapandji, 1987).

Os dois movimentos, cujo excesso é a maior causa de lesões anatómicas, são a abdução e a extensão, frequentemente combinados (Kapandji, 1987).

Os músculos responsáveis pelo movimento de flexão são, o cubital anterior, palmar maior e palmar menor (Kapandji, 1987).

Os músculos responsáveis pelo movimento de extensão são, o cubital posterior e os radiais (Kapandji, 1987).

Os músculos responsáveis pelo movimento de adução são, o cubital anterior e o cubital posterior (Kapandji, 1987).

Os músculos responsáveis pelo movimento de abdução são, o palmar maior, palmar menor e radiais (Kapandji, 1987).

O extensor longo radial do carpo, tem origem na crista supracondilar lateral do úmero e inserção na base do segundo metacarpo. A enervação deste músculo é da responsabilidade do nervo radial (Seeley et al, 1998).

O extensor curto radial do carpo, tem origem no epicondilo lateral do úmero e inserção na base do terceiro metacarpo. É enervado pelo nervo radial (Seeley et al, 1998).

O extensor cubital do carpo, tem origem no epicondilo lateral do úmero e inserção na base do quinto metacarpo. É enervado pelo nervo radial (Seeley et al, 1998).

O extensor comum dos dedos, tem origem no epicondilo lateral do úmero e inserção nas falanges próximas (por expansões fibrosas dorsais). É enervado pelo nervo radial (Seeley et al, 1998).

O primeiro interósseo dorsal, tem origem na face medial do primeiro metacarpiano e face lateral do segundo metacarpiano e insere-se no tendão do extensor comum dos dedos para o segundo dedo. O movimento realizado é a abdução do segundo dedo. Este músculo é enervado pelo nervo cubital (Seeley et al, 1998).

O Nervo Radial é um ramo do plexo braquial e tem origem no cordão posterior. Passa no sulco radial do úmero (região posterior do braço) e enerva o braquial e o braquioradial. Depois passa posteriormente no epicondilo lateral e é responsável pela parte posterior do antebraço e mão (Seeley et al, 1998).

O Nervo Cubital é um ramo do plexo braquial e tem origem no cordão medial. É responsável pela enervação medial do lado do cúbito. Passa superficialmente ao retináculo dos flexores e lateralmente ao pisiforme. Enerva o flexor profundo dos dedos, o flexor cubital do carpo e os músculos da mão, excepto região tenar (Seeley et al, 1998).



Figura 1. Inclinação da cabeça para o lado direito.



Figura 2. Inclinação da cabeça para o lado esquerdo.



Figura 3. Flexão do polegar.



Figura 4. Extensão do polegar.



Figura 5. Oponência do polegar.



Figura 6. Movimento combinado de flexão do polegar, flexão dos dedos e punho, pronação do antebraço e rotação interna do ombro.

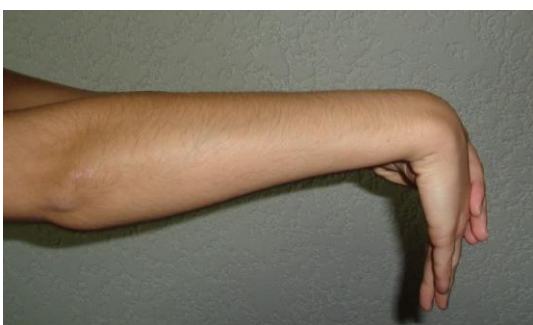


Figura 7. Flexão do punho.



Figura 8. Extensão do punho.



Figura 9. Alongamento de isquio-tibiais da perna direita.



Figura 10. Alongamento de isquio-tibiais da perna esquerda.

Os indivíduos incluídos na amostra mantiveram o alongamento durante 6 segundos com cerca de 10 segundos de intervalo realizaram três repetições de cada exercício.

4.5. Análise electromiográfica

Para a recolha do sinal electromiográfico, o primeiro passo consistiu na colocação dos electrodos. Para tal, preparou-se previamente a pele nos locais anatómicos de colocação dos electrodos.

Uma preparação adequada da pele permite reduzir a sua impedância para níveis mais práticos e recolher um sinal mais limpo. Foram realizados os seguintes passos para a preparação da pele (Correia e Mil-Homens, 2004):

- Depilação (com lâmina de barbear) da área do músculo onde iriam ser colocados os eléctrodos.
- Abrasão da pele e remoção da superfície morta da pele com uma lixa dérmica.
- Limpeza da pele com álcool a 70% para remoção da gordura cutânea, da sujidade e de detritos provenientes da passagem da lixa sobre a pele.

- Depois da pele seca foram colocados os eléctrodos de superfície bipolares descartáveis auto-adesivos da Blue Sensor[®] (Ambu), modelo “ECG Electrodes” e fixos com adesivo.

Os eléctrodos foram colocados sobre os músculos extensores do punho direito e primeiro interósseo da mão direita. Os eléctrodos foram colocados conforme a figura 11 e 12 (Biomonitor ME 6000, 2004). Os eléctrodos activos aparecem na fig.1 e 2 com a cor azul e o eléctrodo terra com a cor preta. Colocaram-se os cabos nos eléctrodos e ligaram-se ao “Wireless” do electromiografo.



Figura 11. Colocação dos eléctrodos nos músculos extensores do punho do braço direito (Biomonitor ME 6000, 2004).



Figura 12. Colocação dos eléctrodos do músculo primeiro interósseo da mão direita (Biomonitor ME 6000, 2004).

Para o registo electromiográfico foi utilizado um sistema Megawin[®] da Megaelectronics[®], modelo ME 6000. O amplificador diferencial deste sistema apresentava um factor de rejeição de modo comum (CMRR) - capacidade de eliminar actividades eléctricas estranhas no ambiente circundante - de 110 dB, com sensibilidade de 1 μ V, filtrado analogicamente numa banda de passagem de 10 a 500Hz (*high-pass cutoff* = 10 Hz; *low-pass cutoff* = 500Hz).

A detecção e edição do sinal EMG foram realizadas com o auxílio do software Megawin[®], instalado num computador de secretária com um sistema Pentium 4.

Depois de terminada a tarefa, o sinal foi rectificado e normalizado no programa Megawin[®] do Biomonitor ME6000 e retirados os valores RMS e o MPF, durante os 50 minutos de cada hora e calculados os valores de percentagem (%) do RMS (Raiz Quadrada Média do Sinal) relativamente ao pico máximo da actividade (PMA) encontrado para os músculos extensores do punho e primeiro interósseo entre os 0-5 minutos, os 20-25 min e os 45-50 min de cada hora. Foram calculados também os valores do MPF (Frequência Média do Espectro) para os músculos extensores do punho e primeiro interósseo entre os 0-5 minutos, os 20-25 min e os 45-50 min de cada hora.

4.6 Estatística

A análise estatística foi realizada para uma confiança de 95%. Para a descrição das variáveis em estudo foram utilizadas medidas de tendência central e dispersão. O teste *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para averiguar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre pares de valores médios. O teste de Spearman's rho foi utilizado para averiguar a existência de correlações entre os parâmetros de correcção da tarefa executada.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização da amostra

A amostra é constituída por 12 indivíduos, 6 do sexo masculino (50%) e 6 do sexo feminino (50%).

Tabela I. Características da amostra em estudo. Os valores representam os valores médios (\bar{X}) \pm o erro padrão (SEM), o valor máximo e mínimo da idade, estatura e massa corporal.

	X \pm SEM	Valor máximo	Valor mínimo
Idade (anos)	37,33 \pm 9,39	49	22
Estatura (metros)	1,70 \pm 8,60	1,84	1,59
Massa Corporal (Kg)	72,85 \pm 13,09	91,8	52,3

Relativamente ao Índice de Massa Corporal (IMC), verifica-se que em média a amostra apresentava um valor de 24,99 \pm 2,72.

O Índice de Massa Corporal foi calculado segundo a formula Mc/E^2 , em que **Mc** é a massa corporal e **E** é a estatura. Este índice foi calculado à posteriori, dividindo a massa corporal (em quilogramas) pela estatura (em metros) elevada ao quadrado.

Podemos dizer que segundo a classificação da Organização Mundial de Saúde, com base no índice de massa corporal, os indivíduos incluídos na amostra têm uma média de IMC normal (WHO 1998).

5.2. Questionário sobre estilo de vida da amostra

Tal como foi referido na metodologia os indivíduos incluídos na amostra antes de iniciar o teste, responderam a um questionário sobre o estilo de vida, no sentido de caracterizar a amostra relativamente ao estilo de vida, uso do computador e tipo de profissão. Procurou-se saber se eram portadores de alguma alteração metabólica, do foro muscular e/ou neurológicos, não podiam apresentar alterações degenerativas da

coluna vertebral, mal formações congénitas ou história de trauma recente, nem podiam ser portadores da síndrome do túnel cárpico, epicondilite crónica ou história recente de epicondilite.

De seguida são apresentados gráficos que ilustram algumas das respostas da amostra a perguntas efectuadas no referido questionário.

Perguntas

Profissão?

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra, 5 são Administrativos, 1 Escriturária, 1 Professor, 3 Fisioterapeutas, 1 Técnico de Informática e 1 Desempregada.

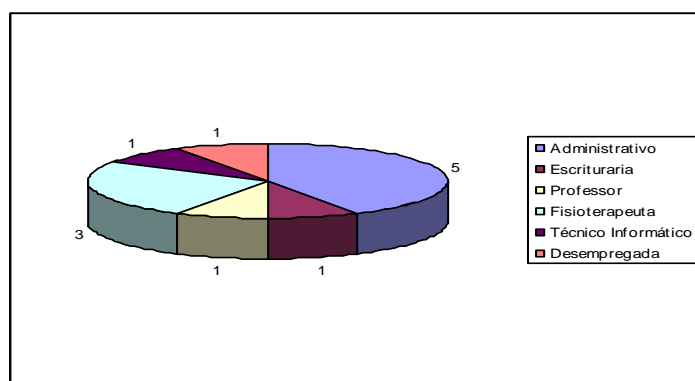


Gráfico 1. Ilustração das profissões de todos os indivíduos incluídos na amostra.

Toma alguma medicação?

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra apenas 2 tomam medicação, um toma Ferro e o outro um anti-depressivo.

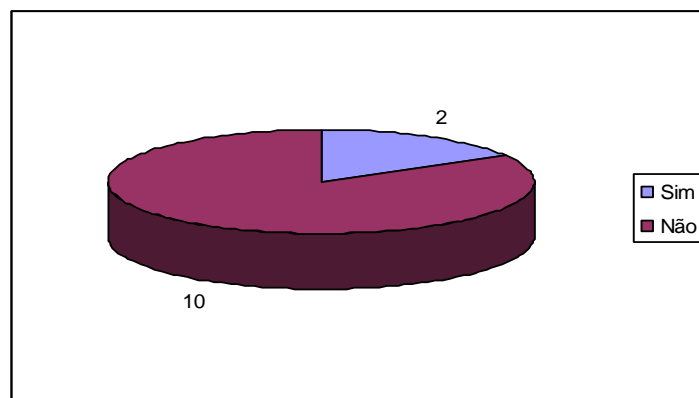


Gráfico 2. Ilustração dos indivíduos incluídos na amostra, que tomam medicação.

Tem alguma doença?

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra apenas 2 apresentam doença, um tem Anemia e o outro Rinite.

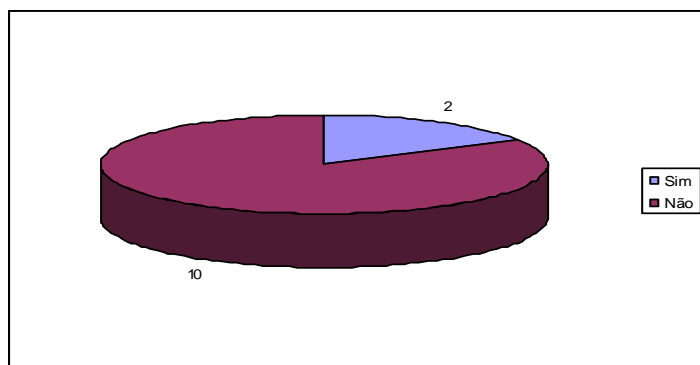


Gráfico 3. Ilustração dos indivíduos incluídos na amostra, que apresentam doença.

Costuma ter dor nas costas?

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra, um apresenta dor nas costas muitas vezes e 11 apresentam dor nas costas poucas vezes.

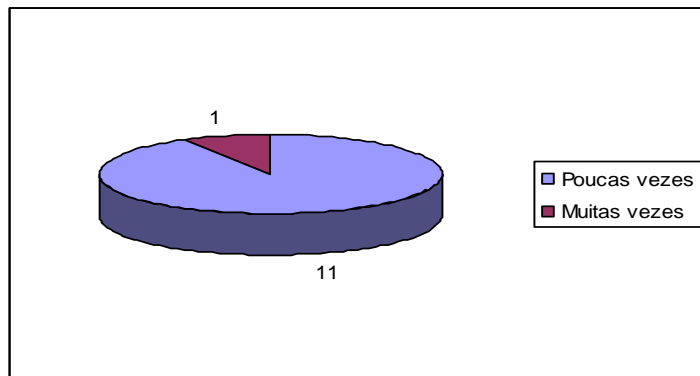


Gráfico 4. Ilustração dos indivíduos incluídos na amostra, que apresentam dor nas costas.

Quantas horas está sentado (a) diariamente no local de trabalho?

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra, 7 passam 2-4 h sentados diariamente no local de trabalho, 3 passam 4-6 h sentados diariamente no local de trabalho e 1 passa 6-8 h sentado diariamente no local de trabalho.

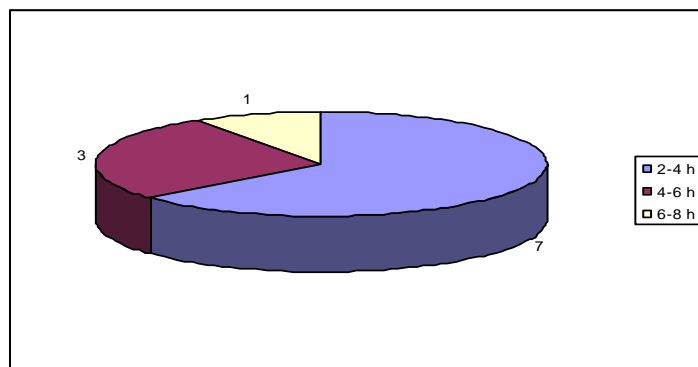


Gráfico 5. Ilustração do número de horas que os indivíduos incluídos na amostra passam sentados diariamente no local de trabalho.

Usa computador no local de trabalho?

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra, 1 não utiliza computador no local de trabalho (o Fisioterapeuta) e 10 indivíduos utilizam computador no local de trabalho, 1 utiliza computador portátil e 9 de secretária. (ver anexo 3).

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra, 1 trabalha 0-2 h no computador diariamente no local de trabalho, 2 trabalham 2-4 h no computador diariamente no local de trabalho, 5 trabalham 4-6 h diariamente no local de trabalho e 1 trabalha 6-8 h diariamente no local de trabalho (ver anexo 3).

Todos os indivíduos que utilizam computador no local de trabalho, utilizam o rato com a mão direita e do lado direito do computador (ver anexo 3).

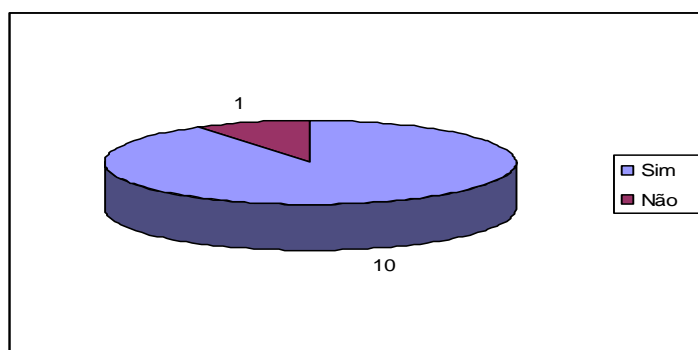


Gráfico 6. Ilustração do número de indivíduos incluídos na amostra que usam computador no local de trabalho.

Tem alguma actividade física?

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra, 7 indivíduos não praticam qualquer actividade física e os restantes 5 indivíduos, praticam alguma actividade física, 1 pratica Hidroginástica, 1 pratica Ténis, 1 pratica Futebol, 1 caminha e 1 pratica Yoga (ver anexo 3).

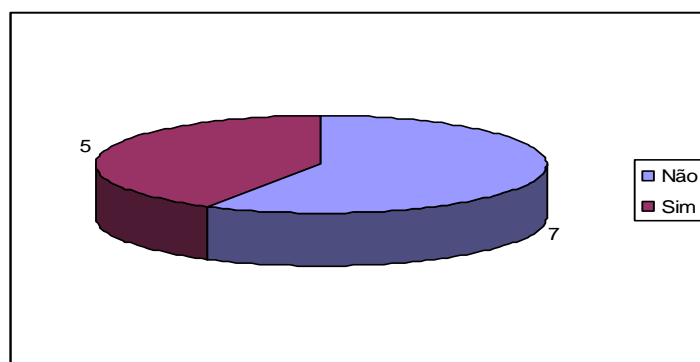


Gráfico 7. Ilustração dos indivíduos incluídos na amostra, que praticam alguma actividade física.

Em média quantas horas dorme por dia?

Dos 12 indivíduos incluídos na amostra, 10 dormem em média 4-6 h diariamente, 1 dorme em média 6-8 h diariamente e 1 dorme em média 8-10 h diariamente.

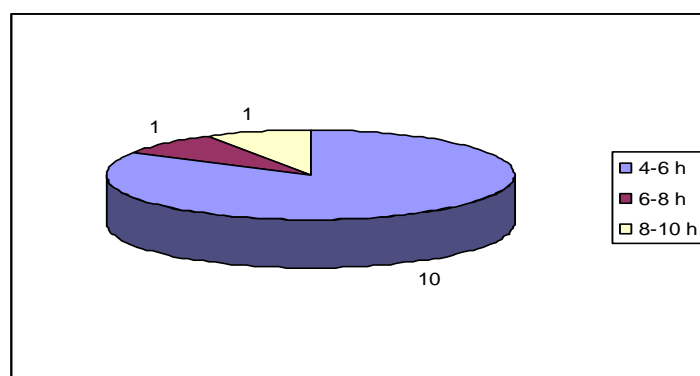


Gráfico 8. Ilustração do número de horas em média, que os indivíduos incluídos na amostra dormem diariamente.

Os gráficos das restantes perguntas do questionário encontram-se em anexo (ver anexo 4).

5.3. Média do tempo de utilização do rato (em segundos) durante a tarefa.

O grupo de indivíduos que realiza os exercícios no fim da segunda hora, utiliza mais o rato do que os indivíduos que realizam os exercícios no fim da primeira hora.

Após a realização dos exercícios em ambos os grupos diminui o tempo de utilização do rato.

Exercícios realizados na primeira hora

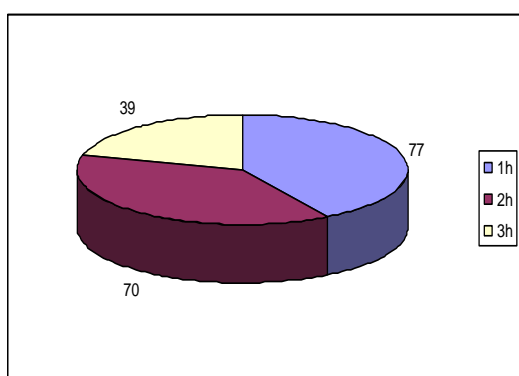


Gráfico 9. Ilustração do tempo de utilização do rato, nas 3 horas.

Exercícios realizados na segunda hora

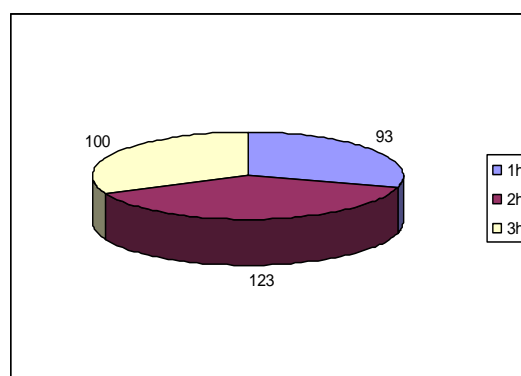


Gráfico 10. Ilustração do tempo de utilização do rato, nas 3 horas.

5.4. Parâmetros de correcção do texto digitado

5.4.1. Exercícios de relaxamento, realizados na primeira hora

O gráfico ilustra o número de palavras digitadas em cada hora durante a transcrição de um texto para o computador com os exercícios de relaxamento (inclinação da cabeça para a direita e para a esquerda; flexão, extensão e oponência do polegar; movimento combinado de flexão do polegar, flexão dos dedos e punho, pronação do antebraço e rotação interna do ombro; flexão e extensão do punho e alongamento dos isquio-tibiais das duas pernas) realizados nos últimos 10 min da primeira hora. Verificou-se uma diminuição de digitação do número de palavras ao longo das três horas, mesmo após a realização dos exercícios de alongamento.

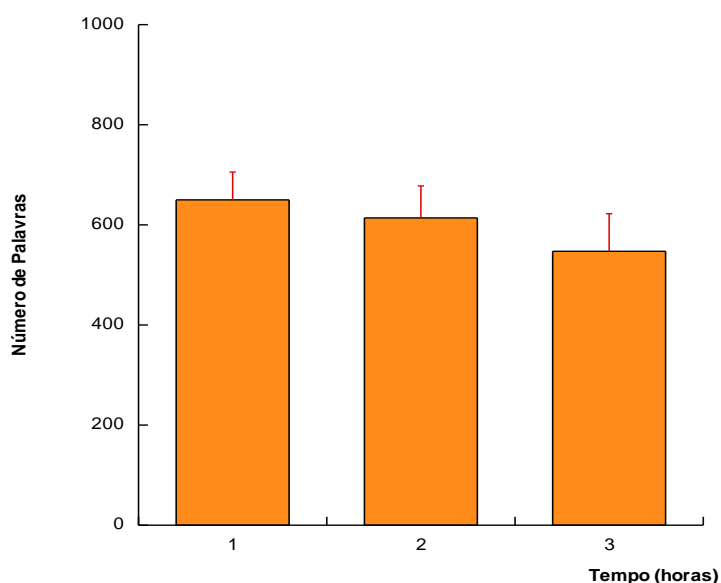


Gráfico 11. Estatística do número de palavras digitadas ao longo das 3 horas com os exercícios de relaxamento realizados no fim da primeira hora.

O gráfico ilustra o número de erros ortográficos, omissão de palavras, omissão de linhas e erros de formatação em cada hora durante a transcrição de um texto para o computador com os exercícios de relaxamento (inclinação da cabeça para a direita e para a esquerda; flexão, extensão e oposição do polegar; movimento combinado de flexão do polegar, flexão dos dedos e punho, pronação do antebraço e rotação interna do ombro; flexão e extensão do punho e alongamento dos isquio-tibiais das duas pernas) realizados nos últimos 10 min da primeira hora. Verificou-se que o número de erros de ortografia diminuiu da primeira para a segunda hora e depois estabilizou, a omissão de palavras na primeira hora foi ligeiramente maior que na segunda hora e na terceira hora o número de omissões foi idêntico ao registado na primeira hora.

Quanto à variável Omissão de linhas verificou-se que na primeira hora não houve qualquer erro, e aumentaram na segunda e terceira horas.

Foram ainda contabilizados os erros de formatação, que mantiveram-se constantes na segunda hora e depois aumentaram consideravelmente na terceira hora.

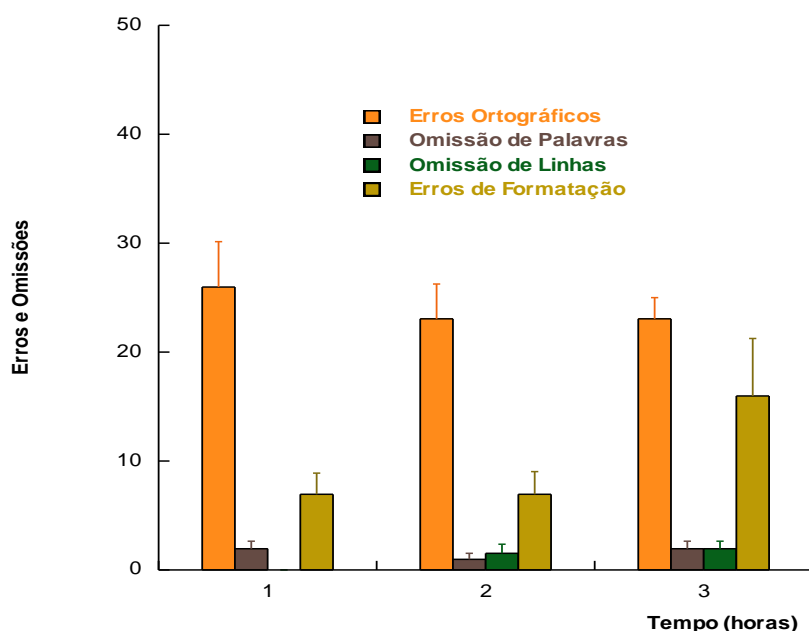


Gráfico 12. Estatística dos erros ortográficos, omissão de palavras, omissão de linhas e erros de formatação ao longo das 3 horas com os exercícios de relaxamento realizados no fim da primeira hora.

5.4.2. Exercícios de relaxamento, realizados na segunda hora

O gráfico ilustra o número de palavras digitadas em cada hora durante a transcrição de um texto para o computador com os exercícios de relaxamento (inclinação da cabeça para a direita e para a esquerda; flexão, extensão e oponência do polegar; movimento combinado de flexão do polegar, flexão dos dedos e punho, pronação do antebraço e rotação interna do ombro; flexão e extensão do punho e alongamento dos isquio-tibiais das duas pernas) realizados nos últimos 10 min da segunda hora. Verificou-se que o número de palavras digitadas manteve-se constante na segunda hora e aumentou na terceira hora, após a realização dos exercícios.

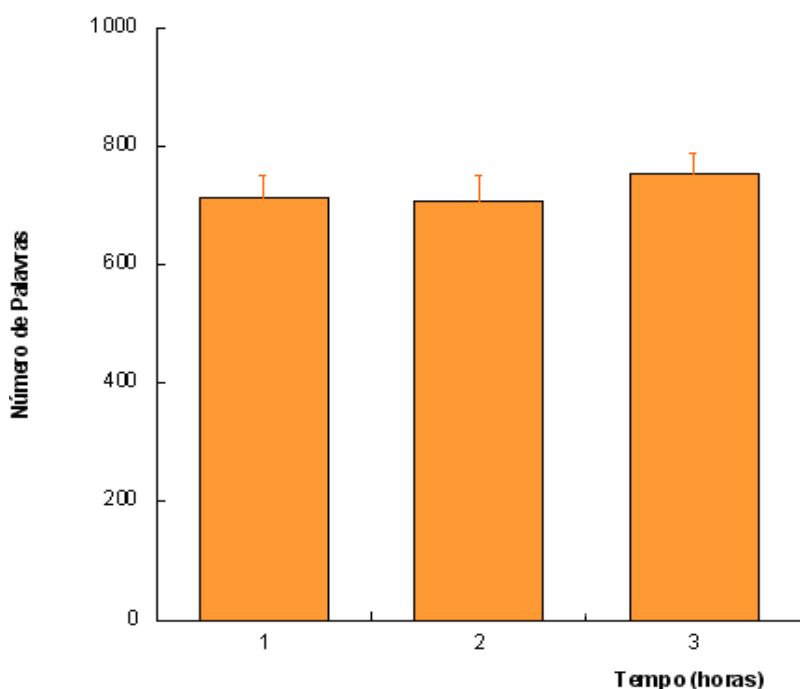


Gráfico 13. Estatística do número de palavras digitadas ao longo das 3 horas com os exercícios de relaxamento realizados no fim da segunda hora.

O gráfico ilustra o número de erros ortográficos, omissão de palavras, omissão de linhas e erros de formatação em cada hora durante a transcrição de um texto para o computador com os exercícios de relaxamento (inclinação da cabeça para a direita e para a esquerda; flexão, extensão e oposição do polegar; movimento combinado de flexão do polegar, flexão dos dedos e punho, pronação do antebraço e rotação interna do ombro; flexão e extensão do punho e alongamento dos isquio-tibiais das duas pernas) realizados nos últimos 10 min da segunda hora. Verificou-se que os erros ortográficos diminuíram ligeiramente da primeira para a segunda hora e mantiveram-se constantes ao longo da terceira hora. A omissão de palavras aumentou da primeira para a segunda hora e voltou a diminuir na terceira hora, após a realização dos exercícios, a omissão de linhas manteve-se constante ao longo das três horas e os erros de formatação diminuíram ligeiramente da primeira para a segunda hora e aumentaram da segunda para a terceira hora.

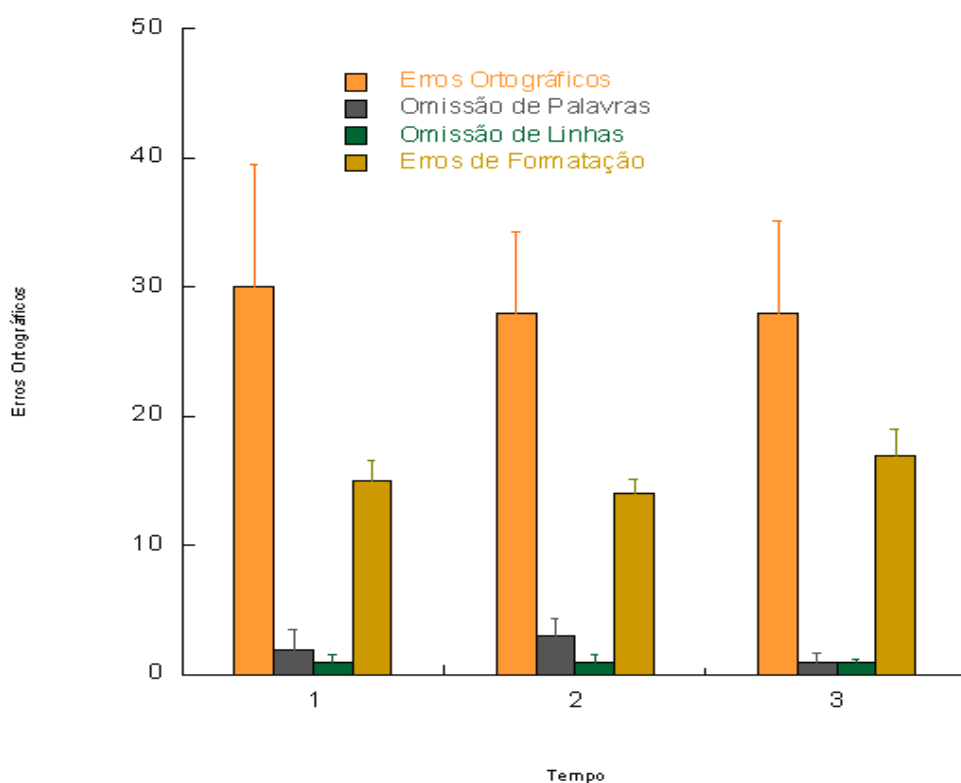


Gráfico 14. Estatística dos erros ortográficos, omissão de palavras, omissão de linhas e erros de formatação ao longo das 3 horas com os exercícios de relaxamento realizados no fim da segunda hora.

Os resultados são significativos para valor de $p < 0,05$. Para os parâmetros de correcção com os exercícios realizados nos últimos 10 min da primeira hora, apenas existe correlação no número de palavras digitadas na primeira hora com a omissão de palavras da primeira hora e da omissão de linhas na terceira hora com os erros de formatação na terceira hora. Para os parâmetros de correcção com os exercícios realizados nos últimos 10 min da segunda hora apenas existe correlação no número de palavras digitadas na segunda hora com os erros de formatação na segunda hora, do número de palavras digitadas na terceira hora com os erros de formatação na terceira hora e dos erros ortográficos da terceira hora com a omissão de palavras na terceira hora.

Tabela II. Resultados significativos do teste de Spearman's rho dos parâmetros de correcção da tarefa realizada com os exercícios realizados no fim da primeira e segunda horas.

Exercícios realizados no fim da primeira hora		Exercícios realizados no fim da segunda hora	
Nº palavras 1ªh – Omissão palavras 1ª h		Nº palavras 2ªh – Erros formatação 2ªh	
r	p	r	p
-0,883	0,020	-0,928	0,008
Omissão linhas 3ªh – Erros formatação 3ªh		Nº palavras 3ªh – Erros formatação 3ªh	
r	p	r	p
0,824	0,044	0,829	0,042
		Erros ortográficos 3ªh – Omissão palavras 3ªh	
		r	p
		0,880	0,021

5.4.3. Comparação dos parâmetros de correcção do grupo de indivíduos que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo de indivíduos que realizou os exercícios na segunda hora

Tabela III. Resultados obtidos dos parâmetros de correcção do texto digitado.

	Exercícios no fim da primeira hora				
	Contagem de palavras	Erros ortográficos	Omissão de palavras	Omissão de linhas	Erros de formatação
1 para a 2 h	↓	↓	↓	↑	–
2 para a 3 h	↓	–	↑	–	↑
	Exercícios no fim da segunda hora				
1 para a 2 h	↓	↓	↑	–	↓
2 para a 3 h	↑	–	↓	–	↑

O grupo de indivíduos que realizou os exercícios na primeira hora, diminuiu a digitação de palavras após a realização dos exercícios, enquanto que o grupo de indivíduos que realizou os exercícios na segunda hora, aumentou a digitação de palavras após os exercícios.

Os indivíduos que realizaram os exercícios na primeira hora, diminuíram os erros ortográficos e a omissão de palavras após a realização dos exercícios, a omissão de linhas aumentou e os erros de formatação mantiveram-se constantes. Os indivíduos que realizaram os exercícios no fim da segunda hora, diminuíram os erros ortográficos e os erros de formatação, a omissão de palavras aumentou e a omissão de linhas manteve-se constante.

5.5. Análise electromiográfica

5.5.1. Grupo de indivíduos que realizou os exercícios no fim da primeira hora

5.5.1.1. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo

Da análise dos valores de RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da primeira hora, verificou-se que os valores de RMS mantiveram-se constantes ao longo da primeira hora. Durante a segunda hora os valores de RMS diminuíram aos 20 minutos e depois mantiveram-se constantes. Na terceira hora os valores de RMS tiveram tendência para aumentar aos 20 minutos e depois aumentaram aos 45 minutos.

Foram comparados os valores de RMS do músculo primeiro interósseo das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados apenas foram significativos para o RMS nos 5min da segunda hora comparativamente com os da terceira hora.

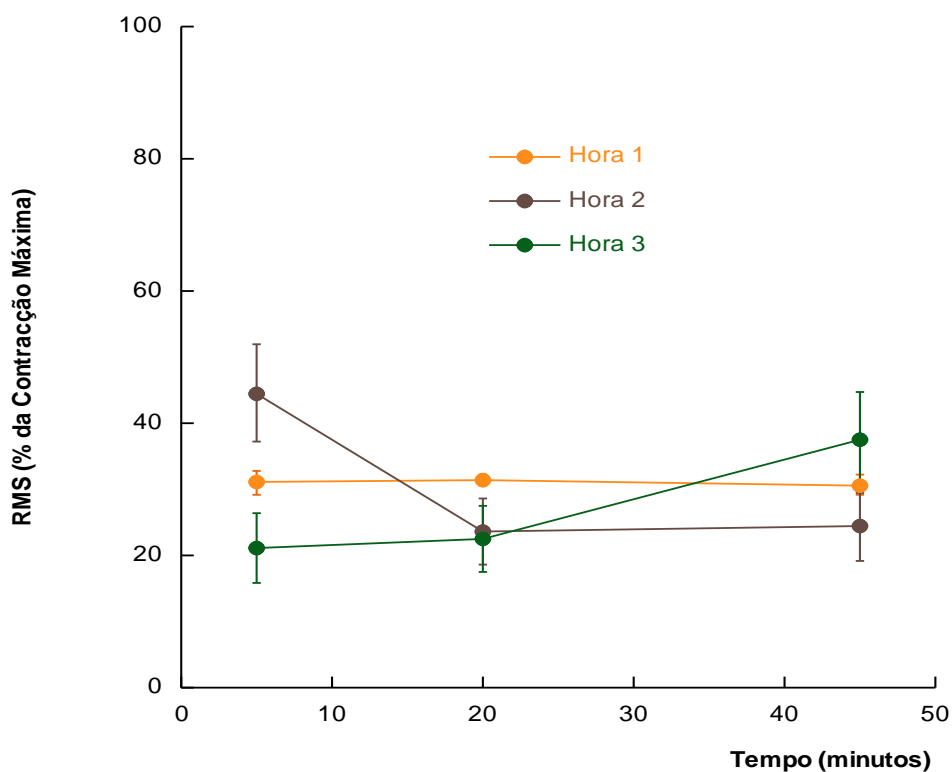


Gráfico 15. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da primeira hora.

5.5.1.2. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho

Da análise dos valores de RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da primeira hora, verificou-se que os valores de RMS têm tendência para diminuir ao longo da primeira hora. Durante a segunda hora os valores de RMS têm tendência para diminuir aos 20 minutos e depois tendência para aumentar aos 45 minutos. Na terceira hora os valores de RMS têm tendência para aumentar ao longo da hora.

Foram comparados os valores de RMS dos músculos extensores do punho das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados não foram significativos.

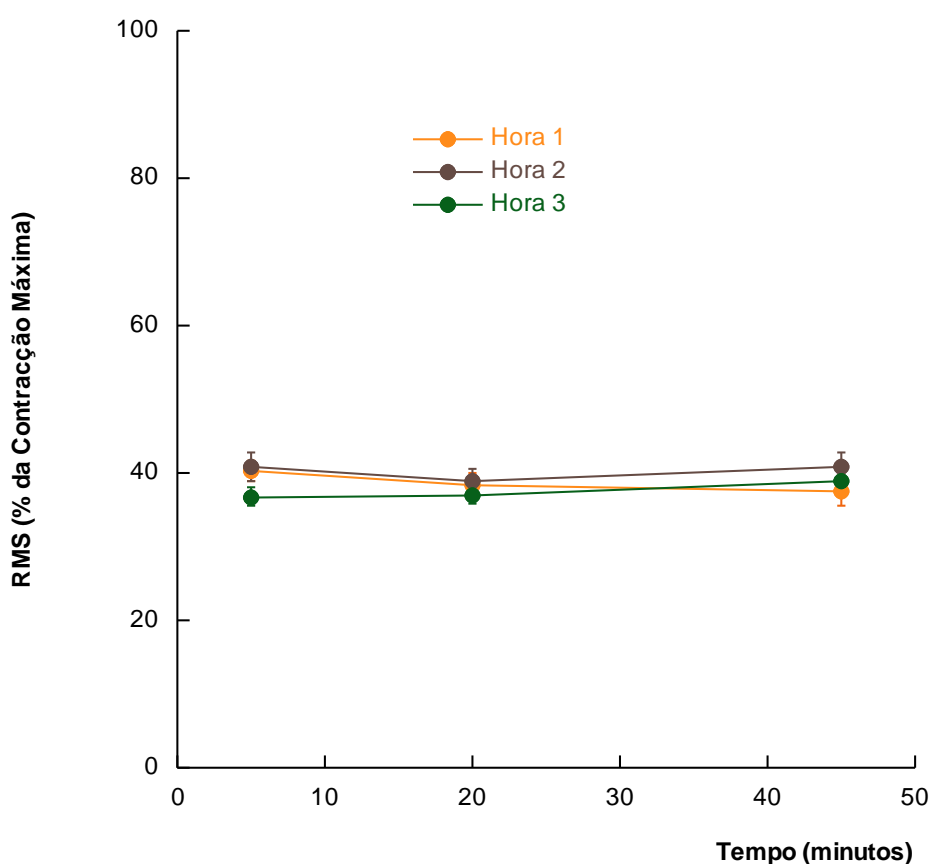


Gráfico 16. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da primeira hora.

5.5.1.3. Comportamento do MPF ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo

Da análise dos valores de MPF ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da primeira hora verificou-se que, na primeira hora os valores do MPF tiveram tendência para diminuir aos 20 minutos e tendência para aumentar aos 45 minutos. Durante a segunda hora foram diminuindo ao longo do tempo e na terceira hora tiveram tendência para diminuir aos 20 minutos e depois tendência para aumentar aos 45 minutos.

Foram comparados os valores do MPF do músculo primeiro interósseo das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados não foram significativos.

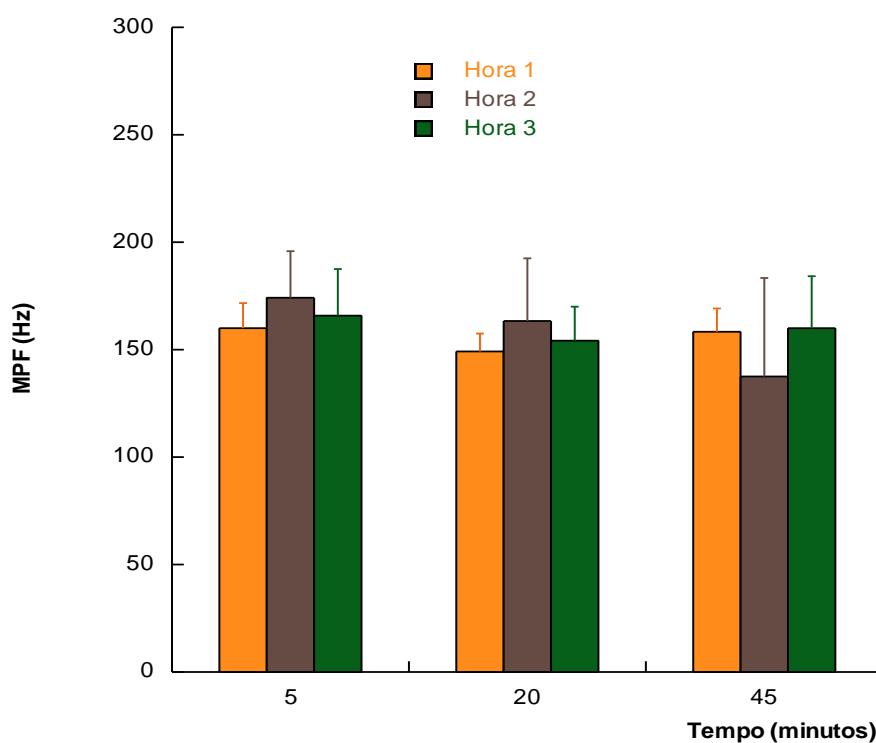


Gráfico 17. Comportamento do MPF durante as três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da primeira hora.

5.5.1.4. Comportamento do MPF ao longo das três horas para os músculos extensores do punho

Da análise dos valores de MPF ao longo das três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da primeira hora verificou-se que, os valores do MPF ao longo das três horas tiveram variações quase imperceptíveis.

Foram comparados os valores do MPF dos músculos extensores do punho das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados não foram significativos.

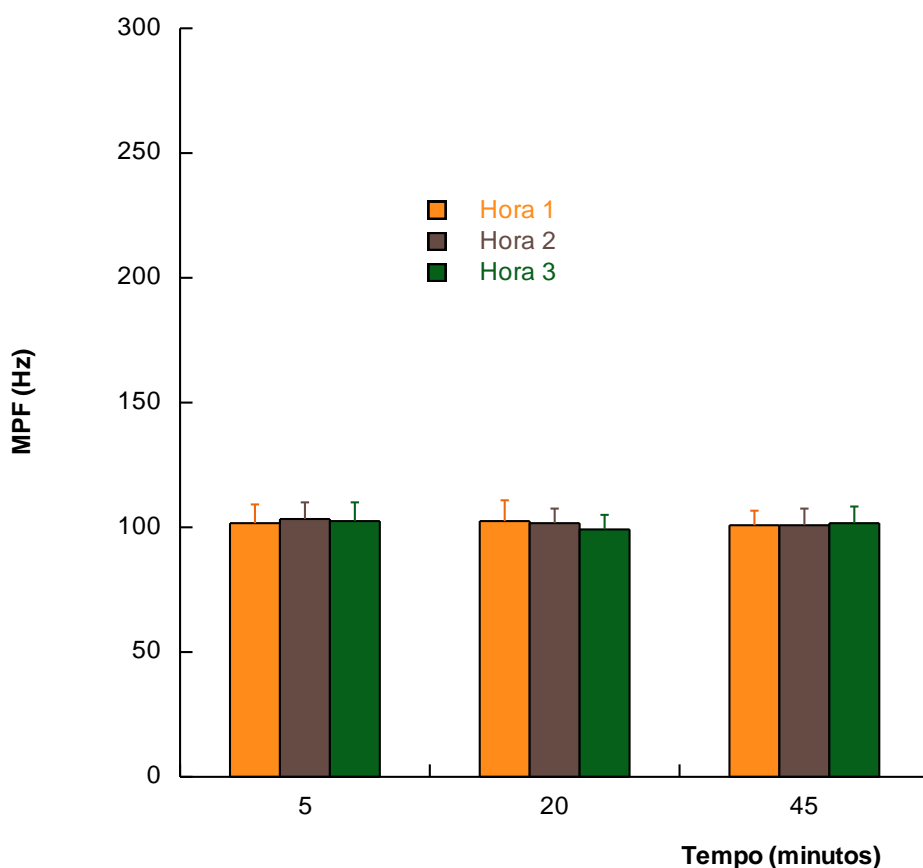


Gráfico 18. Comportamento do MPF durante as três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da primeira hora.

5.5.2. Grupo de indivíduos que realizou os exercícios no fim da segunda hora.

5.5.2.1. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo

Da análise dos valores de RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da segunda hora, verificou-se que os valores de RMS diminuíram aos 20 minutos da primeira hora e depois tiveram tendência para aumentar aos 45 minutos. Durante a segunda hora tiveram tendência para aumentar aos 20 minutos e tendência para diminuir aos 45 minutos. Na terceira hora mantiveram-se constantes aos 20 minutos e aumentaram aos 45 minutos.

Foram comparados os valores de RMS do músculo primeiro interósseo das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados não foram significativos.

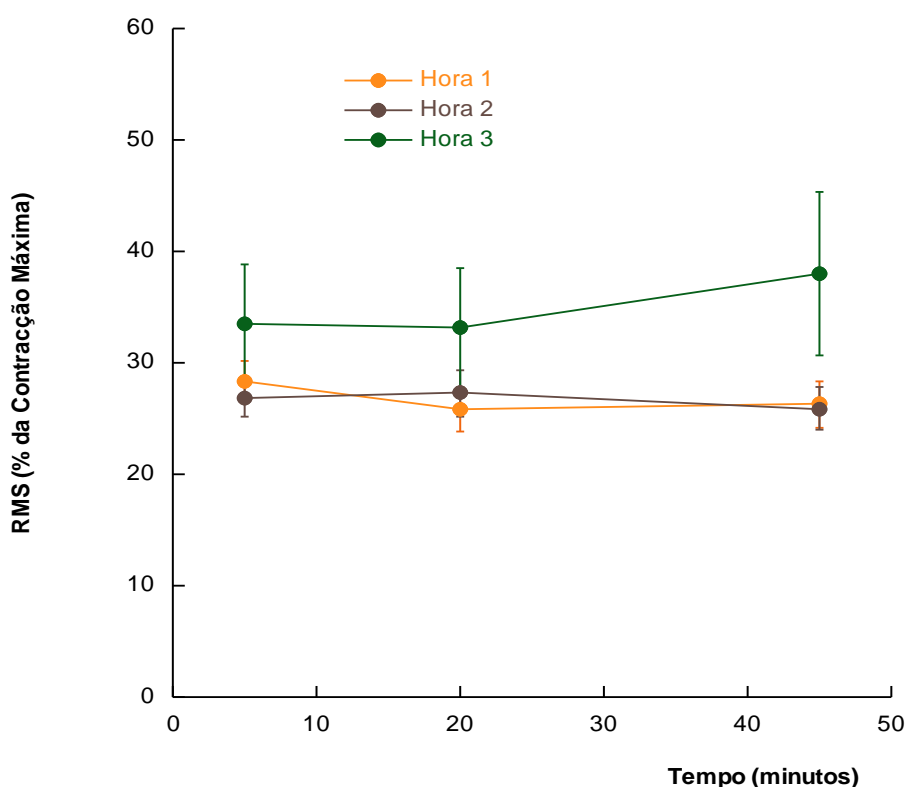


Gráfico 19. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da segunda hora.

5.5.2.2. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho

Da análise dos valores de RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da segunda hora, verificou-se que durante a primeira e a terceira hora, os valores do RMS foram diminuindo ao longo da hora. Na segunda hora os valores de RMS tiveram tendência para aumentar aos 20 minutos e tendência para diminuir aos 45 minutos.

Foram comparados os valores de RMS dos músculos extensores do punho das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados não foram significativos.

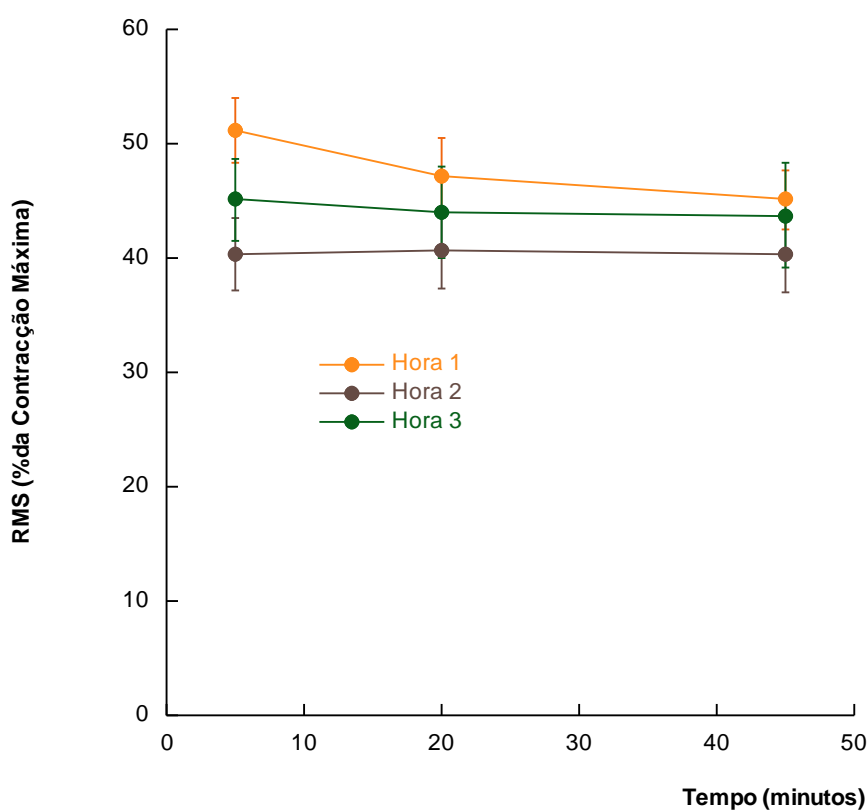


Gráfico 20. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da segunda hora.

5.5.2.3. Comportamento do MPF ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo

Da análise dos valores de MPF ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da segunda hora verificou-se que durante a primeira hora os valores de MPF tiveram variações quase imperceptíveis. Na segunda hora, não sofreram variações aos 20 minutos e depois aumentaram aos 45 minutos. Na terceira hora, tiveram tendência para diminuir ao longo da hora.

Foram comparados os valores do MPF do músculo primeiro interósseo das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados não foram significativos.

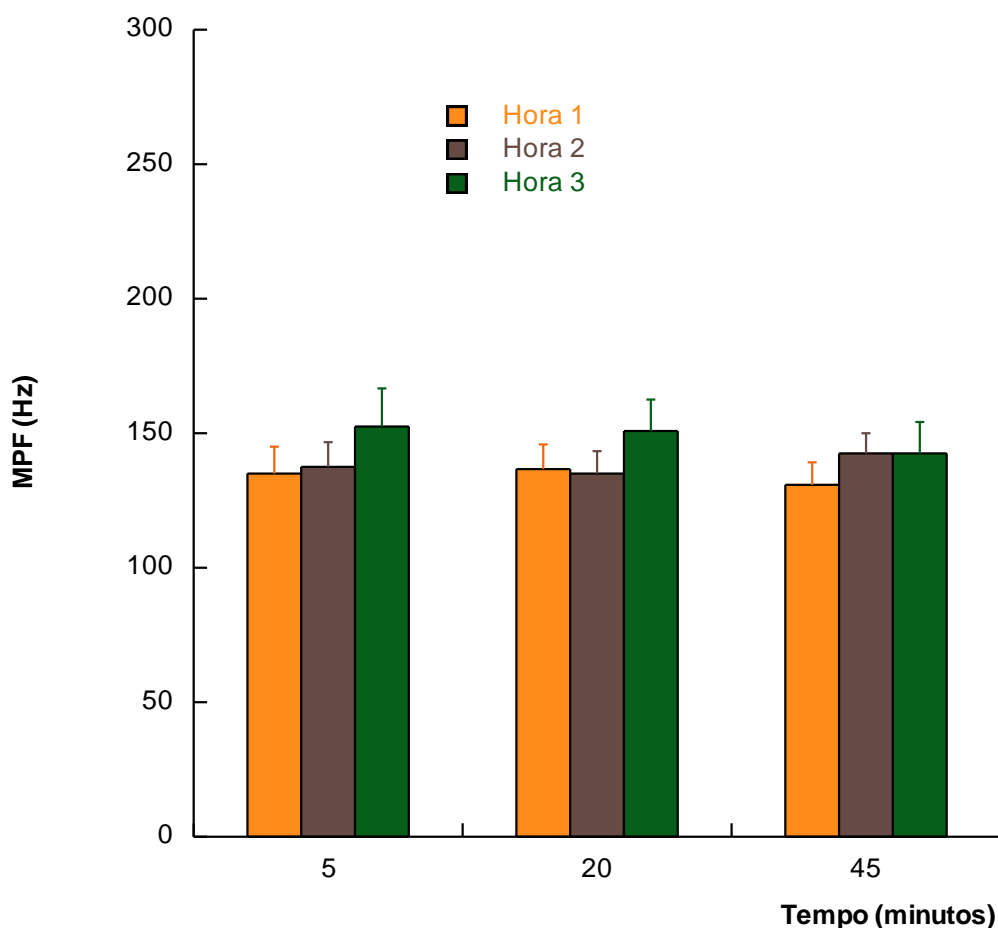


Gráfico 21. Comportamento do MPF durante as três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da segunda hora.

5.5.2.4. Comportamento do MPF ao longo das três horas para os músculos extensores do punho

Da análise dos valores de MPF ao longo das três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da segunda hora verificou-se que, os valores do MPF, quase não variaram ao longo de cada hora.

Foram comparados os valores do MPF dos músculos extensores do punho das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados não foram significativos.

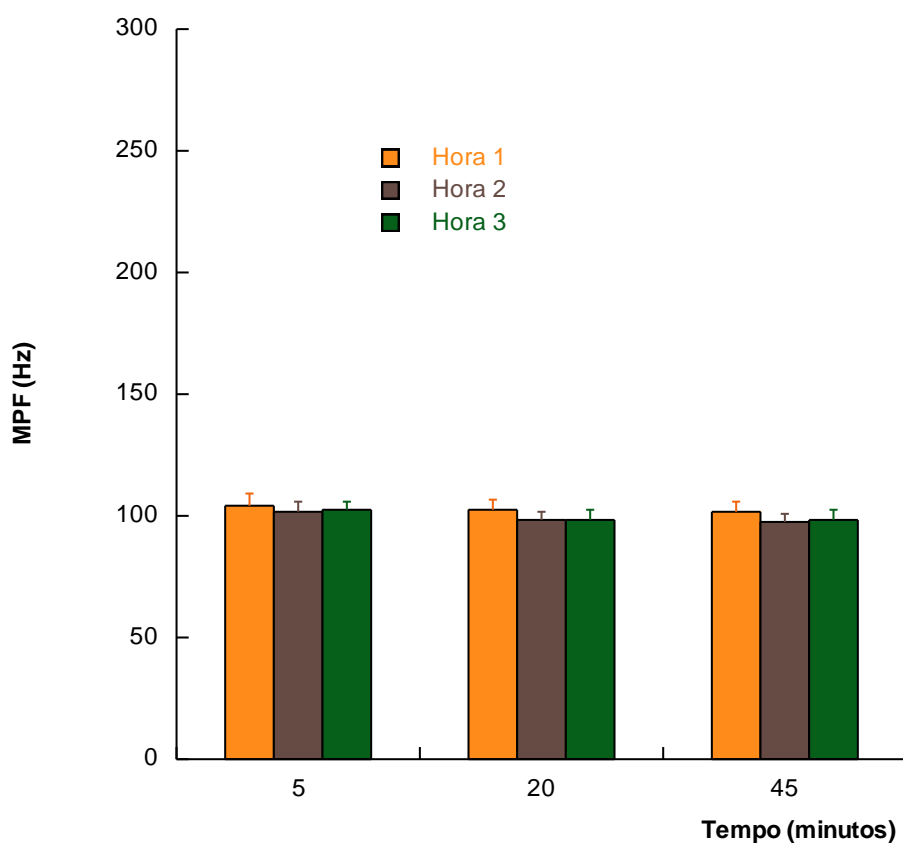


Gráfico 22. Comportamento do MPF durante as três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios de relaxamento realizados no fim da segunda hora.

5.5.3. Comparação do grupo que realizou os exercícios na primeira hora, com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora

5.5.3.1. Comparação dos valores de RMS do músculo primeiro interósseo do grupo que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora

Os valores de RMS aumentaram em ambos os grupos após a realização dos exercícios para o músculo primeiro interósseo. No grupo que realizou os exercícios no fim da primeira hora, houve uma diminuição do RMS após a pausa passiva, no grupo que realizou os exercícios no fim da segunda hora os valores de RMS tiveram tendência para aumentar após a pausa passiva.

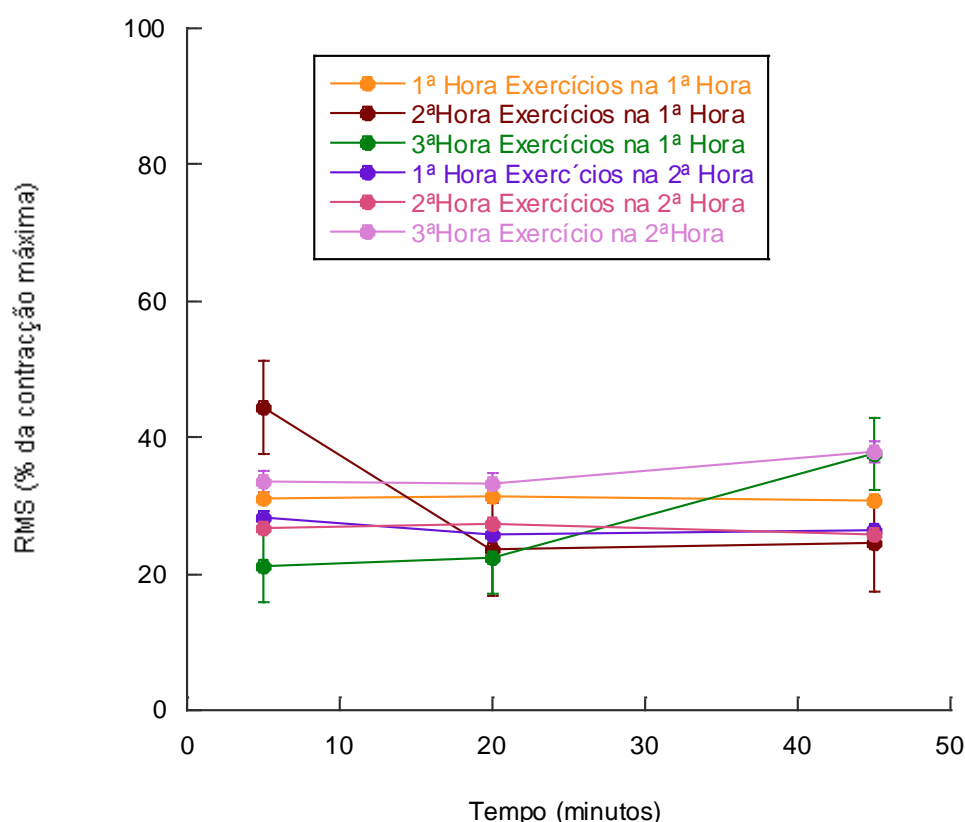


Gráfico 23. Comportamento do RMS ao longo das três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados na primeira e na segunda hora.

5.5.3.2. Comparação dos valores de RMS dos músculos extensores do punho do grupo que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora

Os valores de RMS aumentaram em ambos os grupos após a realização dos exercícios para os músculos extensores do punho e diminuíram após a pausa passiva em ambos os grupos.

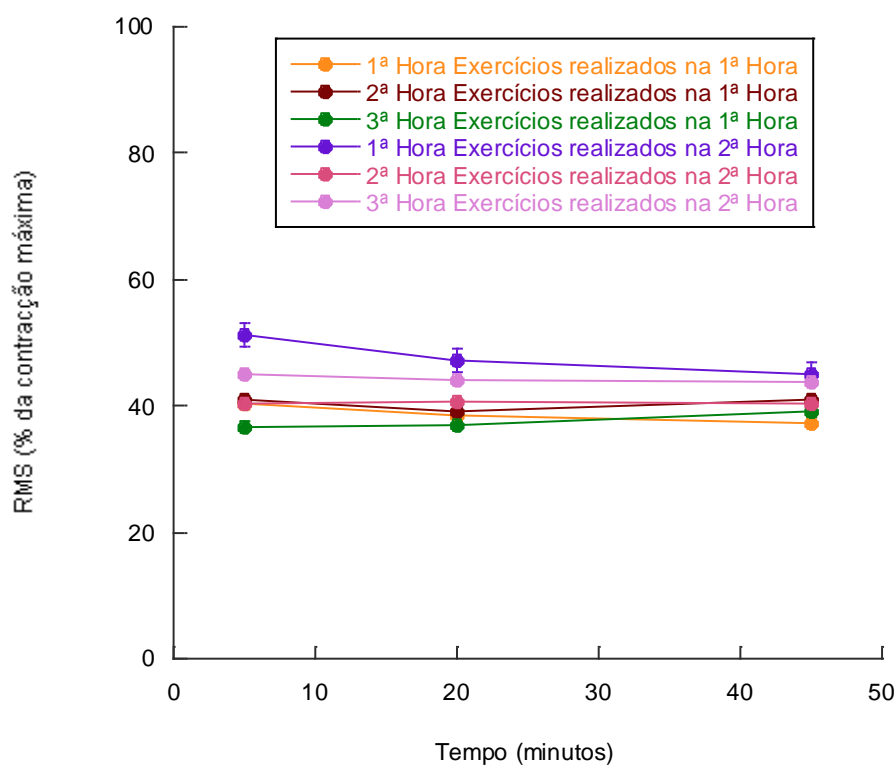


Gráfico 24. Comportamento do RMS ao longo das três horas para os músculos Extensores do punho com os exercícios realizados na primeira e na segunda hora.

5.5.3.3. Comparação dos valores de MPF do músculo primeiro interósseo do grupo que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora

O grupo que realizou os exercícios no fim da primeira hora apresentou valores de MPF dos músculos extensores do punho mais elevados comparativamente com o grupo que realizou os exercícios no fim da segunda hora. Os valores de MPF aumentaram após a realização dos exercícios em ambos os grupos, e aumentou também após a pausa passiva em ambos os grupos.

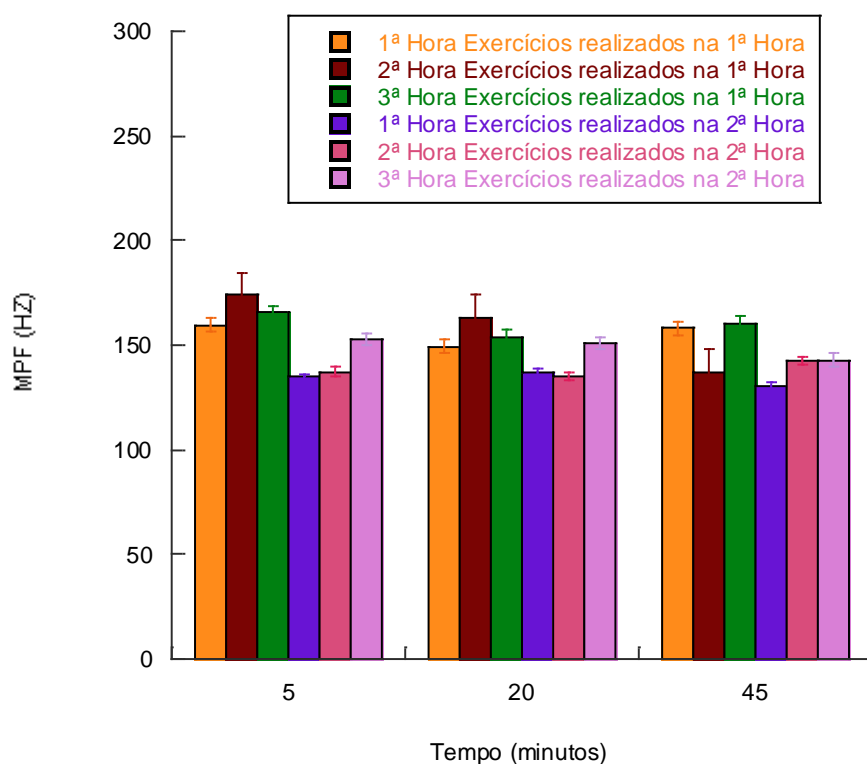


Gráfico 25. Comportamento do MPF durante as três horas para o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados na primeira hora e na segunda hora.

5.5.3.4. Comparação dos valores de MPF dos músculos extensores do punho do grupo que realizou os exercícios na primeira hora com o grupo que realizou os exercícios na segunda hora

Para os músculos extensores do punho os valores de MPF foram muito próximos nos dois grupos e quase não variaram ao longo das horas.

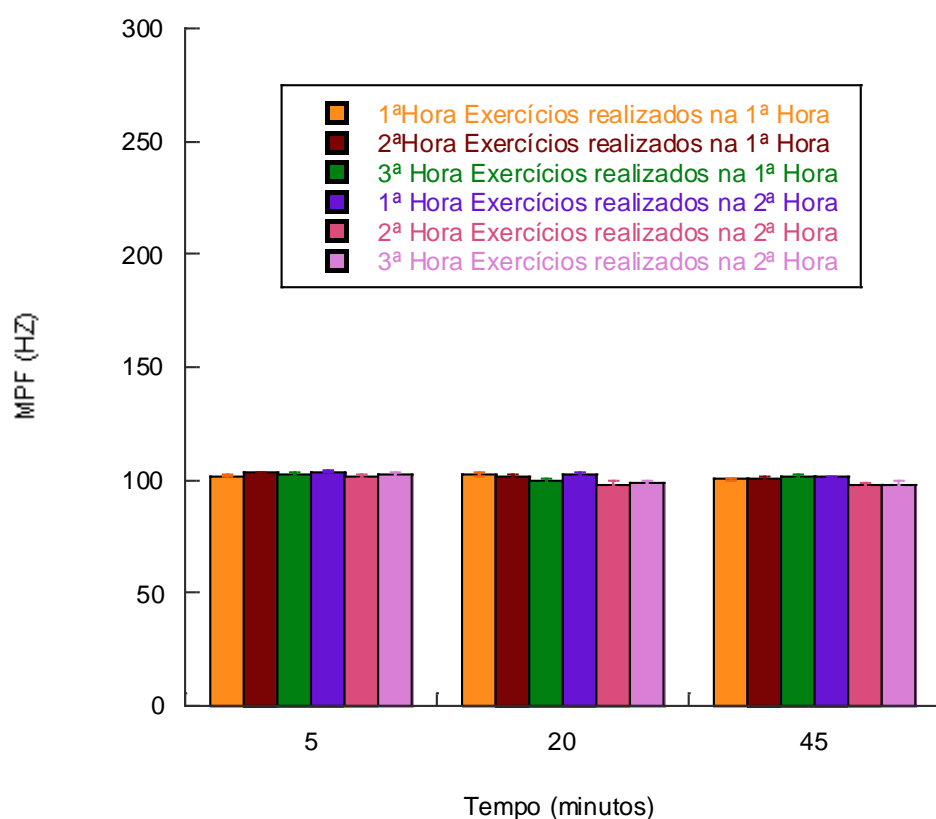


Gráfico 26. Comportamento do MPF durante as três horas para os músculos extensores do punho com os exercícios realizados na primeira hora e na segunda hora.

6.DISSCUSSÃO

No presente estudo, o número de palavras aumenta após os exercícios de relaxamento, apenas quando estes são realizados no fim da segunda hora. Uma hipótese explicativa para este acontecimento é a possível diminuição da fadiga psicológica com a aplicação dos exercícios de relaxamento, esta provoca um aumento da concentração, aumentando o número de palavras. Mas os resultados não são coerentes com os resultados obtidos quando os exercícios são realizados no fim da primeira hora, porque o aumento do número de palavras não se verificou, quando os exercícios foram realizados no fim da primeira hora. Isto pode ter acontecido, porque uma hora pode ser insuficiente para atingir a fadiga psicológica.

Os erros ortográficos diminuíram com os exercícios realizados no fim da primeira hora e a omissão de palavras diminuiu após os exercícios de relaxamento no fim de ambas as horas. Estes resultados talvez se devam à diminuição da fadiga psicológica e consequente aumento da concentração, embora não seja possível tirar esta conclusão, porque os erros ortográficos mantiveram-se constantes com os exercícios realizados no fim da segunda hora, a omissão de linhas manteve-se constante apenas quando os exercícios foram realizados no fim da segunda hora e quando os exercícios foram realizados no fim da primeira hora a omissão de linhas aumentou. Os erros de formatação mantiveram-se constantes apenas quando estes foram realizados no fim da primeira hora. Com os exercícios realizados no fim da segunda hora os erros de formatação aumentaram.

A variabilidade inter-pessoal existe, sendo uma explicação lógica para os resultados obtidos nos parâmetros de correcção do texto introduzido no “Word”, porque os indivíduos atingem a fadiga psicológica em estádios diferentes da tarefa realizada, ou seja os níveis de serotonina produzida variam de individuo para individuo, dependendo do tipo de alimentação (as quantidades de ácidos gordos, glicose e AACR no sangue variam de pessoa para pessoa).

A variabilidade na natureza e na forma como o trabalho se apresenta para o sujeito, associada à sua história pessoal, determina como são activados os mecanismos psíquicos que possibilitam uma resposta apropriada à situação (Abrahão e Pinho, 2002). Este factor também interfere no resultado dos parâmetros de correcção individuais.

Os indivíduos incluídos neste estudo, apresentam diferentes capacidades em lidar com a tarefa realizada assim como diferentes habilidades. Este factor pode ter interferido nos resultados do estudo, impedindo que estes fossem significativos.

Os limites das abordagens metodológicas, especialmente da Ergonomia, situam-se no modelo de funcionamento do homem que ela se propõe a analisar. Este modelo prediz que em toda a actividade de trabalho, coexistem três componentes: o físico, o psíquico e o cognitivo. E, conforme a natureza do trabalho, um destes componentes predomina em relação ao outro, determinando uma carga de trabalho diferenciada (Abrahão e Pinho, 2002). Relativamente ao estudo desenvolvido e devido à variabilidade inter-pessoal o predomínio dos componentes físico, psíquico e cognitivo, variou de indivíduo para indivíduo, fazendo variar a carga de trabalho sofrida individualmente e assim a variação da fadiga quer física quer psicológica.

Para a actividade neuromuscular, foram analisados os valores da percentagem do RMS relativamente ao Pico Máximo da Actividade (PMA) e da MPF nos músculos primeiro interósseo e extensores do punho, para cada um dos grupos. Um grupo realizou os exercícios de relaxamento no final da primeira hora e outro grupo realizou os exercícios de relaxamento durante a pausa da segunda hora. Foram analisados os parâmetros electromiográficos dos 0-5 minutos, dos 20-25 minutos e dos 45-50 minutos em cada hora.

No presente estudo, existiu um aumento do MPF, após os exercícios realizados no fim de ambas as horas (nos dois grupos) dos músculos primeiro interósseo e extensores do punho, ou seja, um aumento da velocidade de condução do impulso nervoso. Mas não podemos dizer que existiu diminuição da fadiga muscular, porque o RMS seguiu o mesmo padrão do MPF. Apenas podemos dizer que houve um aumento da velocidade de condução do impulso nervoso. Quando não foram realizados os exercícios de relaxamento muscular, na transição de uma hora para a outra, existiu uma diminuição do MPF, ou seja uma diminuição da velocidade de condução do impulso nervoso. A pausa realizada no fim de cada hora, se não for acompanhada de exercícios de relaxamento muscular, não é suficiente para aumentar a velocidade de condução do impulso nervoso.

Foram comparados os valores do RMS e MPF dos músculo primeiro interósseo e extensores do punho das três horas com o Teste PosHoc Bonferroni (ANOVA) e os resultados não foram significativos.

No estudo realizado, o RMS seguiu o mesmo padrão que o MPF, mas segundo a literatura, devia seguir um padrão contrário ou seja o RMS devia aumentar e o MPF devia diminuir com a fadiga muscular. Uma possível explicação para este acontecimento, talvez seja a variabilidade inter-pessoal, existência de quantidades diferentes de fibras tipo I nos diferentes indivíduos incluídos na amostra. Segundo Gonçalves os músculos compostos de fibras primariamente do tipo I (contração lenta) apresentam um período mais prolongado para demonstrar a fadiga através da electromiografia (Gonçalves, 2006).

A fadiga muscular durante uma contração sustida de baixa intensidade, é associada a uma alternância na actividade muscular com os músculos sinergistas. O sistema nervoso pode aumentar a alternância de actividade muscular nos músculos sinergistas para atenuar a fadiga muscular. Se o sistema nervoso aumentar esta estratégia neural específica, o tempo de “endurance” durante a contração sustida pode ser prolongada. (Kouzaki e Shinohara, 2006). Esta pode ser uma possível explicação para os resultados obtidos.

A contração isométrica mantida leva à oclusão dos vasos sanguíneos, induzindo aumento da concentração de metabólitos, fundamentalmente de ácido láctico. Isto leva à diminuição do pH intra-muscular alterando a excitabilidade das membranas celulares, principal factor responsável pela diminuição da velocidade de condução das fibras musculares. A redução da velocidade de condução traduz-se numa maior duração dos potenciais de unidades motoras recolhidos o que leva a uma diminuição dos componentes de alta frequência do sinal electromiográfico e aumento dos de baixa frequência (Cabri et al 2005).

Assim sendo, podemos aferir que o tempo utilizado no presente estudo, pode não ter sido suficiente para mostrar alterações da fadiga muscular com os exercícios de relaxamento.

O músculo primeiro interósseo do grupo de indivíduos que realizou os exercícios no fim da primeira hora não seguiu um padrão de fadiga muscular ao longo das horas. Uma

explicação para este acontecimento, talvez seja a variabilidade de utilização do rato ao longo do tempo, que varia de pessoa para pessoa e de hora para hora.

Os músculos extensores do punho do grupo de indivíduos que realizou os exercícios no fim da primeira hora, demonstrou fadiga muscular ao longo do tempo. O RMS diminuiu ao longo da primeira hora, mostrando que não existe fadiga na primeira hora, sendo a prova de que uma hora não é suficiente para que ocorra fadiga muscular através do RMS. Ao longo da segunda e terceira hora o RMS aumentou, traduzindo fadiga muscular ao longo do tempo. O MPF seguiu o padrão contrário do RMS (excepto o MPF no fim da terceira hora), aumentou no início da primeira hora, traduzindo inexistência de fadiga e depois diminuiu ao longo do tempo, isto é a fadiga muscular aumentou ao longo de cada hora como seria esperado.

Mais uma vez o músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da segunda hora, não seguiu um padrão de fadiga muscular ao longo das horas. Uma explicação para este acontecimento, talvez seja a variabilidade de utilização do rato ao longo do tempo, que varia de pessoa para pessoa e de hora para hora.

Os músculos extensores do punho, com os exercícios realizados no fim da segunda hora, não mostraram fadiga muscular ao longo das horas. Mas existiu diminuição da velocidade de condução ao longo das três horas. O RMS diminuiu ao longo das três horas (excepto no início da segunda hora), ou seja, não houve aumento do número de unidades motoras recrutadas. O sistema nervoso pode ter aumentado a alternância de actividade muscular nos músculos sinergistas para atenuar a fadiga muscular.

7. CONCLUSÕES

A realização dos exercícios de relaxamento, durante a pausa não influenciou significativamente a tarefa. A variabilidade inter-pessoal pode explicar este facto, os indivíduos atingem a fadiga psicológica em estadios diferentes da tarefa realizada.

No presente estudo existe aumento do MPF dos músculos primeiro interósseo e extensores do punho após a realização dos exercícios de relaxamento muscular no fim da primeira e segunda hora, ou seja existe aumento da velocidade de condução do impulso nervoso. O RMS não diminui como seria esperado, para podermos dizer que os exercícios de relaxamento diminuem a fadiga muscular. Talvez o tempo de realização da tarefa (3 horas) seja insuficiente para traduzir alterações da fadiga muscular com os exercícios de relaxamento (o sistema nervoso pode aumentar a alternância de actividade muscular nos músculos sinergistas para atenuar a fadiga muscular) ou a variabilidade inter-pessoal da constituição muscular tenha um peso importante nos resultados obtidos (os músculos compostos de fibras primariamente do tipo I (contração lenta) apresentam um período mais prolongado para demonstrar a fadiga através da electromiografia).

O músculo primeiro interósseo com os exercícios realizados no fim da primeira e segunda hora, não segue um padrão de fadiga muscular ao longo das horas. Uma explicação para este acontecimento, talvez seja a variabilidade de utilização do rato ao longo do tempo, que varia de pessoa para pessoa e de hora para hora.

Os músculos extensores do punho com os exercícios realizados no fim da primeira e segunda hora, traduzem uma diminuição da velocidade de condução do impulso nervoso ao longo das horas.

Podemos concluir que os exercícios de relaxamento, são úteis durante as pausas no trabalho com computadores, porque aumentam a velocidade de condução nervosa dos músculos primeiro interósseo e extensores do punho, mas não diminuem o número de unidades motoras recrutadas dos referidos músculos.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Abrahão, JI; Pinho DLM. Teoria e prática Ergonómica: seus limites e possibilidades. Editora Universidade de Brasília; 1999.
2. Abrahão, JI. Reestruturação Produtiva e Variabilidade do Trabalho: Uma Abordagem da Ergonomia. *Psic: Teor e Pesq* 2000; 16(1).
3. Abrahão JI; Pinho DLM. As transformações do trabalho e desafios teórico-metodológicos da Ergonomia. *Estud Psicol(Natal)* 2002; 7.
4. Ascensão A; Magalhães J; Oliveira J; Duarte J; Soares J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de ciências do Desporto* 2003; 3(1): 108-123.
5. Bagrichevsky M, Estevão A. Methodological aspects on resistance exercises prescription: analysis from a study conducted with college female students. *RBPS* 2006; 19(2): 92-99.
6. Baker N; Redfern M. Developing an observational instrument to evaluate personal computer keyboarding style. *Applied Ergonomics* 2005; 36: 345-354.
7. Binet A; Henri V. A fadiga intelectual – um século de investigação em psicologia Escolar. Paris: Schleicher Freres, 1898.
8. Bystrom et. al. 1991 cit in Lundberg Ulf. Psychophysiology of Work: Stress, Gender, Endocrine Response, and Work- Related Upper Extremity Disorders. *Am J Ind Med* 2002; 41: 383-392.

9. Cabri J, Pezarat-Correia P, Mil-Homens P. EMG data processing. In: Fontes Ribeiro CA, Tavares P, editores. *Molecular Physiology of Skeletal Muscle*. Coimbra: Center of Biokinetic Studies; 2005. P. 132-34.
10. Eltayeb S, Staal JB, Kennes J, Lamberts PHG, Bie RA. Prevalence of complaints of arm, neck and shoulder among computer office workers and psychometric evaluation of a risk factor questionnaire. *BMC Musculoskeletal Disord* 2007; 8:68.
11. Galinsky TL, Swanson NG, Sauter SL, Dunkin R, Hurrell JJ, Schleifer LM. Supplementary Breaks and Stretching Exercises for Data Entry Operators: A Follow-Up Field Study. *Am J Ind Med* 2007; 50: 519-527.
12. Garcia MAC; Magalhães J; Imbiriba LA. Comportamento temporal da velocidade de condução de potenciais de acção de unidades motoras sob condições de fadiga muscular. *Ver Brás Med Esp* 2004; 10(4).
13. Gerr F, Marcus M, Ensor C, Kleinbaum D, Cohen S, Edwards A et. al. A Prospective Study of Computer Users: I. Study Design and Incidence of Musculoskeletal Symptoms and Disorders. *Am J Ind Med* 2002; 41: 221- 235.
14. Glina DMR; Rocha LE. A análise ergonómica do trabalho como instrumento para compreensão das exigências mentais e físicas do trabalho: o caso do impressor tipográfico em uma empresa localizada em São Paulo, Brasil. *Saúde, Ética & Justiça* 2004; 9(1/2): 9-18.
15. Gonçalves M. Electromiografia e a identificação da fadiga muscular. *Ver Brás Educ Fis Esp* 2006; 20(5): 91-93.
16. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF (1988). Stature, recumbent length, and weight. In TG Lohman, AF Roche, R Martorell (Eds). *Anthropometric*

standardization reference manual. Human Kinetics Publishers, INC. Champaign, Illinois. Pp3-8.

17. Green H. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *J Sports Sci* 1997; 15: 247-256.

18. Haufler AJ, Feuerstein M, Huang GD. Job Stress, Upper Extremity Pain and Functional Limitation in symptomatic Computer Users. *Am J Ind Med* 2000; 38: 507- 515.

19. Hedge PA. Effects of an Electric Height- Adjustable Work Surface on self- assessed Musculoskeletal discomfort and productivity in computer Workers. Cornell University, Design & Environmental Analysis. Ithaca, NY14853; 2004.

20. Huang GD, Feuerstein M, Kop WJ, Schor K, Arroyo F. Individual and Combined Impacts of Biomechanical and Work Organization Factors in Work-Related Musculoskeletal Symptoms. *Am J Ind Med* 2003; 43: 495-506.

21. Ijmker S, Blatter BM, Beek AJ, Mechelen W, Bongers P. Prospective research on musculoskeletal disorders in office workers (PROMO): Study protocol. *BMC Musculoskelet Disord* 2006; 7:55.

22. Jepsen J; Thomsen G. A cross-sectional study of the relation between symptoms and physical findings in computer operators. *BMC Neurol* 2006; 6:40.

23. Kapandji I.A. *Fisiologia Articular*. Editora Manole Lda; 1987.

24. Katz J; Amick III B; Hupert N; Cortes M; Fossel A; Robertson M; Coley C. Assessment of upper extremity role functioning in students. *Am J Ind Med* 2002; 41:19-26.

25. Kouzaki M; Shinohara M. The frequency of alternate muscle activity is associated with the attenuation in muscle fatigue. *J Appl Physiol* 2006; 101:715-72.
26. Lassen CF, Mikkelsen S, Kryger AI, Brandt LPA, Overgaard E, Thomsen JF et. al. Elbow and Wrist/Hand Symptoms Among 6,943 Computer Operators: A 1-year Follow-Up Study (The NUDATA Study). *Am J Ind Med* 2004; 46: 521-533.
27. Laville, A. *Ergonomia*. São Paulo: EPU; 1977.
28. Lepers R, Hausswirth C, Maffiuletti N, Brisswalter J, Van Hoecke J. Evidence of neuromuscular fatigue after prolonged cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(11): 1880-1886.
29. Lida, Itiro. *Ergonomia – Projecto e produção*. Editora Edgard Blucher Ltda; 1990.
30. Lundberg Ulf. *Psychophysiology of Work: Stress, Gender, Endocrine Response, and Work- Related Upper Extremity Disorders*. *Am J Ind Med* 2002; 41: 383-392.
31. Marcus M, Gerr F, Monteilh C, Ortiz DJ, Gentry E, Cohen S et. al. A Prospective Study of Computer Users: II. Postural Risk Factors for Musculoskeletal Symptoms and Disorders. *Am J Ind Med* 2002; 41: 236- 249.
32. Merletti R, Rainoldi A, Farina D. Surface electromyography for non-invasive characterization of muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 2001; 29(1): 20-25.

33. Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamics fatiguing contractions. *J Electroyogr Kinesiol* 1999; 9: 39-46.

34. Matias, R; Gamboa, H. Avaliação do movimento e função humana: Análise cinemática tridimensional e electromiografia. *ESSFisiOnline* 2005; 1(3).

35. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. NIOSH publication. N°.97-141.

36. Neto JMFA; Baroni M; Freitas AL. Caracterização Metabólica de uma partida de Futsal: Uma análise critica através da Bioquímica e Fisiologia do Exercício. *Movimento & Percepção, Espírito Santo do Pinhal* 2007; 8(11): 1679-8678.

37. Oliveira ASC; Gonçalves M; Cardoso AC; Barbosa FSS. Electromiographic fatigue threshold of biceps brachii muscle during dynamic contraction. *Electromiogr. Clin. Neurophysiol* 2005; 45: 167-75.

38. Ozkaya N, Nordin M. *Fundamentals of Biomechanics Equilibrium, Motion, and Deformation*. 2nd Edition.

39. Payne, R. A. *Técnicas de Relaxamento: Um Guia Prático para profissionais de Saúde* (2º ed.). Loures: Lusociência; 2003.

40. Pezarat-Correia P, Mil-homens P, Veloso A. *Electromiografia. Fundamentação Fisiológica. Métodos de Recolha e Processamento. Aplicações Cinesiológicas*. Faculdade de Motricidade Humana; 1993.

41. Poletto S. Avaliação e implantação de programas de ginástica laboral: Implicações metodológicas. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção; 2002.

42. Rebelo F. Ergonomia no dia a dia. 1ª edição; Lisboa: Edições Silabo, Lda; 2004.

43. Rocha LE; Glina DMR; Marinho MF; Nakasato D. Risk Factors for musculoskeletal symptoms among call center operators of a bank in São Paulo, Brazil. *Industrial Health* 2005; 43: 637-646.

44. Rohlfs ICPM; Mara LS; Lima WC; Carvalho T. Relação da síndrome do excesso de treinamento com estresse, fadiga e serotonina. *Ver Bras Med Esporte* 2005; 11(6).

45. Sogaard K; Gandevia S; Todd G; Petersen N; Taylor JL. The effect of sustained low-intensity contraction on supraspinal fatigue in human elbow flexor muscles. *J Physiol* 2006; 573(2): 511-523.

46. Santos MG; Dezan VH; Sarraf TA. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Ver Brás Ciên E Mov Brasília* 2003; 11(1): 07-12.

47. Schneider S.. Stretching at Work for Injury Prevention: Issues, Evidence, and Recommendations. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*; 2003, 18 (5), 331-338.

48. Seeley, Stephens & Tate. *Anatomy & Physiology*. 4th Edition, McGraw-Hill; 1998.

49. Sillampää J; Huikkos S; Nyberg M; Kivi P; Laippada P; Uitti J. Effect of work with visual display units on musculo-skeletal disorders in the Office environment. *Occupational Medicine* 2003; 53:443-451.

50. Silva B; Martinez F; Pacheco A; Pacheco I. Efeitos da fadiga muscular induzida por exercícios no tempo de reacção dos fibulares em indivíduos sadios. Ver Brás Med Esporte 2006; 12(2).

51. Silva S; Gonçalves M. Comparação de protocolos para verificação da fadiga muscular pela electromiografia de superfície. Motriz, Rio Claro 2003; 9(1): 51-58.

52. Silva SRD; Gonçalves M; Amadio AC; Serrão JC. Electromiographic interpretation of vastus medialis and vastus lateralis muscles fatigue in isometric contraction test. Revista Brasileira de Biomecânica 2005; 10: 35-40.

53. Simoneau G; Marklin R; Berman J. Effect of computer keyboard slope on wrist position and forearm electromyography of typists without musculoskeletal disorders. Physical Therapy 2003; 83: 9.

54. Soderberg, GL; Knutson, LM. A guide for use and interpretation of electromyographic data. Phys Ther 2000; 80(5):485-98.

55. Sousa DSS; Tavares JMRS; Correia MV; Mendes E. Análise clínica da marcha, exemplo de aplicação em movimento. 2º Encontro Nacional de Biomecânica. Évora, Portugal, 8 e 9 de Fevereiro 2007.

56. Stoller, David W. Ressonância Magnética em Ortopedia & Medicina Desportiva, Cap. 10. Segunda Edição; 2000.

57. Torres R; Carvalho P; Duarte JÁ. Influência da aplicação de um programa de estiramentos estáticos após contracções excêntricas, nas manifestações clínicas e bioquímicas de lesão muscular esquelética. Rev Port Cien Desp 2005; 3: 274-297.

58. Van den Heuvel SG, Ijmker S, Blatter BM, Korte EM. Loss of productivity due to neck/shoulder symptoms and hand/arm symptoms: Results from the PROMO-study. *J Occup Rehabil* 2007; 17(3):370-382.

59. Williams J, Klug G. Calcium exchange hypothesis of skeletal muscle fatigue: a brief review. *Muscle and Nerve* 1995; 18: 421-434.

60. Wisner, A. Questions épistémologiques en ergonomie et en analyse du travail. Em: Daniellou, F. (Org.). *L'ergonomie en quête de ses principes - Débats épistémologiques*. Toulouse: Octarès Editions; 1996.

61. <http://www.wgate.com.br/fisioweb>.

62. Citado Dez. 19, 2007; disponível a partir de : <http://boasaude.uol.com.br>.

63. Ergonomia.com.br - Copyright © 1999-2001.

64. Biomonitor ME6000 – Manual de Formação. Finland: Mega Electronics Ltd, Kuopio; Copyright © 2004.

65. Brandão J, Paulo S. Biossegurança e AIDS: as dimensões psicossociais do acidente com material biológico no trabalho em hospital. [Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2000. 124 p.

ANEXO 1

ANEXO 2

ANEXO 3

ANEXO 4