

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**TESE DE DOUTORADO**

**AVALIAÇÃO DAS DEMANDAS FÍSICA E MENTAL NO TRABALHO  
DO CIRURGIÃO EM PROCEDIMENTOS ELETIVOS**

*Raimundo Lopes Diniz*

**ORIENTADOR: LIA BUARQUE DE MACEDO GUIMARÃES, PhD, CPE.**

**CO-ORIENTADOR: PAULO F. GUERREIRO CARDOSO, Dr.**

Doutorado em Engenharia de Produção

Porto Alegre

Maio de 2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**AVALIAÇÃO DAS DEMANDAS FÍSICA E MENTAL NO TRABALHO  
DO CIRURGIÃO EM PROCEDIMENTOS ELETIVOS**

*Raimundo Lopes Diniz*

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

**ORIENTADOR: LIA BUARQUE DE MACEDO GUIMARÃES, *PhD*, CPE.**

**CO-ORIENTADOR: PAULO F. GUERREIRO CARDOSO, Dr.**

Doutorado em Engenharia de Produção

Porto Alegre

Maio de 2003

Esta tese foi julgada para a obtenção do título de DOUTOR EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO e aprovada na sua forma final pelos orientadores e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Lia Buarque de Macedo Guimarães, *PhD*, CPE**

Orientadora

**Paulo F. Guerreiro Cardoso, Dr.**

Co-orientador

Banca Examinadora

**Anamaria de Moraes, Dra.** (Departamento de Artes e Design - PUC-Rio)

**Paulo Antônio Barros Oliveira, Dr.** (CEDOP - UFRGS)

**Paulo Ivo Homem de Bittencourt Jr., Dr.** (Departamento de Fisiologia - UFRGS)

Esta tese é dedicada à minha mãe, Erotildes, e à minha irmã Eliane, duas pessoas de grande importância na minha vida, as quais não mediram consequências ao conceder-me total amor, incentivo e apoio nesta grande empreitada rumo à carreira acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os colaboradores, diretos e indiretos, que contribuíram para a elaboração desta tese e, em especial:

À Deus, sempre.

À toda minha família, pelo amor, atenção especial e apoio (em todos os sentidos).

A todos amigos e, em especial, a Michael Mendes, Hugo Vinicius, Paula Rafaela e Fabio Vinicius Andrade Santos, Felipe Brandão, Klauss Tasso Souza de Lira, Karol Fook e Rodrigo Pessoa, pela energia positiva e pelo incentivo.

À profa. *PhD* Lia Buarque de Macedo Guimarães, orientadora da tese, pelos seus brilhantes *insights*, profissionalismo, orientação sempre acessível, segura e competente, pela sua confiança e força incentivadora.

Ao prof. Dr. Paulo F. Guerreiro Cardoso, pela atenção e co-orientação sempre acessível, segura e competente, pelo incentivo e apoio fundamentais para a coleta de dados da tese.

Ao prof. Dr. Paulo Ivo Homem de Bittencourt Jr., e toda a equipe do Laboratório de Fisiologia Celular (UFRGS), pelas tardes de muito raciocínio e muita descontração, para “digerir” os dados da tese, pela atenção e incentivo.

Aos amigos cirurgiões que participaram da pesquisa e, ainda, ao Dr. Mirandolino B. Mariano, (cirurgião) e a toda equipe do Bloco Cirúrgico do Hospital Mãe de Deus, ao Dr. Antônio Kalil (cirurgião) do Bloco Cirúrgico do Hospital Santa Rita e, em especial, ao Dr. José Carlos Felicetti (cirurgião sênior), Antônio Rodrigues Burlamaque (Chefe de anestesia), Spencer Camargo (cirurgião), Mario Bustos (cirurgião), Pablo Sanchez (cirurgião), Luis Gustavo Abdalla (cirurgião), Patrícia Juchem (cirurgiã), Leandro Orlandini (cirurgia), Eduardo Pila (cirurgião), Nilo de Souza Antunes Filho (cirurgião), Simone (cirurgiã), Luci Florentino (enfermeira chefe), Flavia Castro (enfermeira), Caroline Osório (secretária) e a toda equipe do Bloco Cirúrgico do Hospital Pereira Filho.

Aos professores, funcionários e colegas do Laboratório de Otimização de Processos e Produtos (LOPP) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e, em especial, a Jeanete Martins, Keli Valente dos Santos, Vera Regina de Abreu Gomes, Andreia Berenice da Silva dos Santos, Patricia Mähler, Claudio de Souza, Thiago Leão Melo, Juliane Silveira Freire da Silva, Istefani Carísio de Paula, e Denise Chagas, ao Prof. Dr. José Luis Duarte Ribeiro, ao Prof. *PhD* Flávio Sanson Fogliatto e ao Prof. Dr. Paulo Antônio Barros Oliveira, pelo incentivo e colaborações dadas.

Aos prof. Dr. Aluísio Otavio Vargas Avila e ao prof. Mario César de Andrade do Instituto de Biomecânica (CEFID-UDESC), pelas contribuições dadas.

Aos amigos Paulo Portich, Maria Inês Plentz, Léo Plentz Portich, Júlia Plentz Portich, Simone Antunes da Silva, Silvério Kmita, Léria Rosane Holsbach, Daniela Fisher, Tatiana Pastre, Luis Fernando Ribeiro, Danilo Silva, Aline Kirsch Figueiredo, Eloísa Silva, Ed Neves, Henrique Salis, Andrei Santos, Patricia Biasoli, Cristiano Fae, Tarcisio Saurin, Gabriela Zubaran de Azevedo, Antônio Sérgio Falcão, Cíntia Schaeffer, Benjamin Tobias Hinrichs, Celso Fritch e Jacinta Renner, pelas palavras de incentivo, boa convivência e apoio.

E, por fim, ao setor de **Design & Ergonomia** da UFRGS, coordenado pela Profa. *PhD* Lia Buarque de Macedo Guimarães, pelo apoio financeiro para a análise em laboratório das coletas do plasma, realizadas para a implementação da presente tese e para a aquisição de materiais para o desenvolvimento e elaboração desta pesquisa, e a CAPES pela bolsa concedida.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>14</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>16</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 Objetivos.....	21
1.1.1 Objetivo geral .....	21
1.1.2 Objetivos específicos.....	22
1.1.3 Objetivos operacionais .....	22
1.2 Hipóteses .....	23
1.3 Variáveis.....	23
1.3.1 Variáveis Independentes.....	23
1.3.2 Variáveis Dependentes .....	23
1.3.3 Variáveis Sob Controle.....	23
1.3.4 Variáveis intervenientes .....	24
1.4 Estrutura do trabalho .....	24
<b>2 BREVE DESCRIÇÃO DE CIRURGIAS ELETIVAS.....</b>	<b>26</b>
2.1 A ergonomia e a sala cirúrgica .....	28
2.2 Intervenções ergonômicas no trabalho dos cirurgiões em cirurgias eletivas abertas	40
<b>3 AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO.....</b>	<b>51</b>
3.1 Avaliação da Carga Física de Trabalho (CFT).....	53
3.2 Avaliação da Carga Mental de Trabalho (CTM).....	55
3.2.1 CTM: conceito, características e terminologias adotadas. ....	56
3.3 Avaliação fisiológica da Carga de Trabalho (aspectos físico e mental).....	67
3.3.1 Frequência Cardíaca (FC).....	67
3.3.2 Pressão Arterial (PA).....	77
3.3.3 Mensuração de níveis hormonais para a avaliação da Carga de Trabalho (físico e mental)	79
3.3.4 Escalas de avaliação subjetiva da CT .....	86

3.3.5	Técnica de análise de posturas: REBA ( <i>Rapid Entire Body Assessment</i> ) (HIGGNETT & McATMANEY, 2000).....	88
<b>4</b>	<b>MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS NA PESQUISA .....</b>	<b>91</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>111</b>
5.1	Fase I: apreciação ergonômica .....	111
5.2	Fase II: diagnose ergonômica.....	129
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>150</b>
6.1	Desdobramentos da pesquisa.....	156
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>158</b>
	<b>ANEXO A – EXEMPLO DE TRATAMENTO DE DADOS DA TÉCNICA NASA/TLX.</b> .....	<b>171</b>
	<b>ANEXO B – DIAGRAMAS E ESCORES DOS SEGMENTOS CORPORIAS</b> <b>DEFINIDOS PELO REBA.....</b>	<b>172</b>
	<b>ANEXO C – TABELAS DE ESCORES PARA AVALIAÇÃO DAS POTURAS</b> <b>OBSERVADAS PELA TÉCNICA REBA.....</b>	<b>173</b>
	<b>ANEXO D – ESQUEMA DA SOMA ENTRE OS ESCORES REFERENTES A CADA</b> <b>SEGMENTO CORPORAL AVALIADO, PARA A OBTENÇÃO DO SCORE FINAL</b> <b>REBA E TABELA DE CATEGORIAS DE AÇÕES.....</b>	<b>174</b>
	<b>ANEXO E – TABELA DE PROCEDIMENTOS MÉDICOS DA ASSOCIAÇÃO</b> <b>MÉDICA BRASILEIRA (AMB) PARA CIRURGIAS ELETIVAS TORÁCICAS. ....</b>	<b>175</b>
	<b>ANEXO F – CARTA DA ASSOCIAÇÃO MÉDICA BRASILEIRA (AMB)</b> <b>JUSTIFICANDO A CLASSIFICAÇÃO DO PORTE DAS CIRURGIAS. ....</b>	<b>177</b>
	<b>ANEXO G – EXEMPLO DO TERMO DE CONSENTIMENTO APRESENTADO AOS</b> <b>CIRURGIÕES QUE PARTICIPARAM DA FASE II DA PRESENTE TESE.....</b>	<b>178</b>
	<b>ANEXO H – QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS CIRURGIÕES RESIDENTES,</b> <b>DO <i>STAFF</i> E AOS CIRURGIÕES PROFESSORES NA FASE I DA PRESENTE TESE.</b> .....	<b>179</b>
	<b>ANEXO I – RESPOSTAS DOS QUESITOS ABERTOS DO QUESTIONÁRIO</b> <b>APLICADO AOS CIRURGIÕES NA FASE I DA PRESENTE TESE.....</b>	<b>201</b>

<b>ANEXO J – EXEMPLO DO PROTOCOLO DE REGISTRO DAS ATIVIDADES DAS TAREFAS DOS CIRURGIÕES PARA A PADRONIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS DURANTE A FASE DE DIAGNOSE ERGONÔMICA DA PRESENTE TESE. ....</b>	<b>203</b>
<b>ANEXO K – EXEMPLO DO QUESTIONÁRIO NASA/TLX ADAPTADO PARA A APLICAÇÃO AOS CIRURGIÕES DURANTE A FASE II DA PRESENTE TESE....</b>	<b>205</b>
<b>ANEXO L – GRÁFICOS ILUSTRATIVOS DAS FREQUÊNCIAS CARDÍACAS DOS CIRURGIÕES (EXPERIENTES, <i>STAFF</i> E RESIDENTES) ATUANDO EM CIRURGIAS DE PEQUENO, MÉDIO E GRANDE PORTE, DURANTE A FASE II (DIAGNOSE ERGONÔMICA) DA PRESENTE TESE. ....</b>	<b>210</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figure 1 - Principais tempos/fases de uma cirurgia de grande porte (MAGALHÃES, 1983).	26
Figure 2 - Subdivisão de cirurgia (MAGALHÃES, 1983).....	27
Figure 3 - Quadro cronológico de pesquisas realizadas pela ergonomia nas salas cirúrgicas..	28
Figure 4 - Representação esquemática do equipamento de cirurgia endoscópica montado em racks pendurados no teto (LUTTMANN et al, 1996. Pp. 923).	30
Figure 5 - O posicionamento dos monitores em racks: 1. monitores posicionados em racks; 2. monitor posicionado na lateral do cirurgião obrigando a manter a postura de rotação de pescoço (SCHLÖNDORFF, 1998).....	31
Figure 6 - Cabos de instrumentos de VL comparados em testes de usabilidade nas pesquisas de MATERN et al., 1999.....	33
Figure 7 - A comparação entre um protótipo e um cabo de argolas de instrumentos de VL, conforme análise de flexão de punho, na pesquisa de VEELLEN et al., 2001.....	34
Figure 8 - Fotografia de sujeito portando um instrumento de endoscopia durante análises eletromiográficas na pesquisa de BERGUER, 1998. ....	35
Figure 9 - Banco de pé/sentado projetado por Scurr et al. (1999).....	36
Figure 10 - Console do sistema integrado robotizado DA VINCI (CADIÈRE, 2001). ....	37
Figure 11 - Sistema <i>Zeus</i> de cirurgia robótica para procedimentos de vídeolaparoscopia ( <i>Computer Motion</i> , Santa Barbara, CA, U.S.A.).....	39
Figure 12 - A primeira cirurgia intercontinental realizada com a ajuda de robôs (revista <i>Época</i> , edição nº 175, 24/09/2001 - Editora Globo S.A.).....	39
Figure 13 - Tipo de afastador usado em cirurgias realizadas no abdômen ( <a href="http://www.mdinternational.com">www.mdinternational.com</a> ).....	41
Figure 14 - Classificação do material cirúrgico (BELLEN et al., pp. 42, 1983).....	42
Figure 15 - Cirurgiões buscando uma posição de descanso para as pernas, de acordo com a pesquisa de Diniz, 1999.....	46
Figure 16 - Cirurgiões buscando uma posição de descanso através de apoios improvisados, de acordo com a pesquisa de Diniz, 1999. ....	46
Figure 17 - Cadeira <i>strykermedical</i> ( <a href="http://www.strykermedical.com">www.strykermedical.com</a> ). ....	48
Figure 18 - Discriminação da carga de trabalho segundo a CARGO (MORAES, 1992). ....	52
Figure 19 - Relação hipotética entre a demanda e a performance (de acordo com MEISTER, 1976).....	59

Figure 20 - Relação entre o nível de alerta (introduzido pelo estresse) e a performance (YERKES & DODSON, 1908). .....	60
Figure 21 - Gráfico ilustrativo das relações entre o desempenho e a carga de trabalho envolvidos numa tarefa em relação à demanda (REID & COLLE, 1988). .....	61
Figure 22 - Representação gráfica do aumento da FC em relação a diferentes condições de trabalho (GRANDJEAN, 1998). .....	70
Figure 23 - Monitor de frequência cardíaca (www.cardiomed.com.br). .....	75
Figure 24 - Exemplo do registro da FC calculada de acordo com ondas R-R (em milisegundos) por meio do ECG (KORADECKA & BUGAJSKA, 1999). .....	76
Figure 25 - Descrições das sub-escalas utilizadas no NASA-TLX. ....	86
Figure 26 - Delineamento dos métodos e técnicas utilizados na presente tese. ....	94
Figure 27 - Descrição dos respondentes do questionário. ....	100
Figure 28 - Descrição dos procedimentos cirúrgicos realizados para a diagnose ergonômica (fase II). ....	103
Figure 29 - Exemplo de uma das interfaces do software REBA utilizado para avaliação dos constrangimentos posturais nas diversas cirurgias observadas na fase II. ....	105
Figure 30 - POLAR <sup>®</sup> modelo S610 utilizado para a mensuração da FC dos cirurgiões nas diversas cirurgias observadas na fase II. ....	106
Figure 31 - Aparelho de PA modelo CITIZEN <sup>™</sup> modelo CH-491E utilizado para a mensuração da PA dos cirurgiões nas diversas cirurgias observadas na fase II. ....	106
Figure 32 - Exemplo de como foi mensurada a pressão arterial dos cirurgiões durante as diversas cirurgias observadas na fase II. ....	107
Figure 33 - Frascos/tubos BD Vacutainer <sup>™</sup> utilizados para o acondicionamento das amostras de sangue dos cirurgiões coletadas antes e após a realização das diversas cirurgias observadas na fase II. ....	108
Figure 34 - Número de casos em cada aglomerado. ....	112
Figure 35 - Gráfico comparativo entre os clusters , com relação aos IDEs primários (constructos). ....	114
Figure 36 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Ambiente. ....	115
Figure 37 - Cirurgiões, anestesistas e enfermeiras circulantes ajustando o foco de luz. ....	116
Figure 38 - A necessidade de um foco portátil de luz para tomar as informações. ....	116
Figure 39 - Exigências visuais (imagens do monitor de vídeo e micro-imagens em visor especial). ....	117

Figure 40 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Posto/espço.....	118
Figure 41 - Possibilidade de acidente fatal pelo uso indevido do espaço da sala cirúrgica. ...	119
Figure 42 - Dimensionamento da pia de escovação. ....	119
Figure 43 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Organização do trabalho. ....	120
Figure 44 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Relacionamento. ....	121
Figure 45 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Motivação. ....	122
Figure 46 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Balanço físico/mental.....	123
Figure 47 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Desconforto/dor. ....	124
Figure 48 - A assunção/manutenção da postura em pé e da flexão de pescoço. ....	125
Figure 49 - Movimentos de extensão e rotação do pescoço.....	125
Figure 50 - Alguns movimentos de tronco realizados pelos cirurgiões. ....	126
Figure 51 - Alguns movimentos e posturas do punho e dos dedos dos cirurgiões eletivos. ...	127
Figure 52 - Movimentos de braço/ombro adotados pelos cirurgiões. ....	127
Figure 53 - Cirurgiões buscando uma posição de descanso para as pernas. ....	128
Figure 54 - Cirurgiões buscando uma posição de descanso através de apoios improvisados. ....	128
Figure 55 - Fluxograma operacional do sistema cirurgião/cirurgia eletiva.....	130
Figure 56 - Movimentos do pescoço mais freqüentes entre os cirurgiões observados.....	132
Figure 57 - Movimentos do tronco mais freqüentes entre os cirurgiões observados. ....	111
Figure 58 - Movimentos dos braços mais freqüentes entre os cirurgiões observados. ....	133
Figure 59 - Movimentos dos punhos mais freqüentes entre os cirurgiões observados. ....	133
Figure 60 - Posições de descanso para as pernas mais freqüentes entre os cirurgiões observados. ....	134
Figure 61 - Resultados da avaliação postural dos cirurgiões pela técnica REBA, durante a realização das cirurgias eletivas. ....	134
Figure 62 - FC da razão entre as mensurações após as cirurgias e as mensurações durante a cirurgia.....	136
Figure 63 - FC de cirurgiões mais experientes plotadas em gráficos.....	137
Figure 64 - FC de cirurgiões novatos plotados em gráficos.....	138

Figure 65 - PAM da razão entre as mensurações em repouso, após as cirurgias, e as mensurações durante as cirurgias na altura da artéria braquial (braço).....	139
Figure 66 - PAM da razão entre as mensurações em repouso, após as cirurgias, e as mensurações durante as cirurgias, na altura da artéria poplítea (perna).....	139
Figure 67 - Dados dos parâmetros fisiológicos (cortisol, ACTH e catecolaminas – adrenalina e noradrenalina) que foram coletados antes e após a realização das cirurgias para análise dos níveis hormonais. ....	140
Figure 68 - Resultados plotados em gráfico de tendência para o parâmetro cortisol.....	141
Figure 69 - Resultados plotados em gráfico de tendência para o parâmetro ACTH. ....	141
Figure 70 - Resultados plotados em gráfico de tendência para o parâmetro Adrenalina. ....	142
Figure 71 - Resultados plotados em gráfico para o parâmetro Noradrenalina. ....	142
Figure 72 - Gráfico da relação Na/A para os valores individuais antes de cada cirurgia.....	143
Figure 73 - Gráfico da relação Na/A para os valores individuais após cada cirurgia realizada. ....	144
Figure 74 - Gráfico das relações Na/A antes e após cada cirurgia (cirurgiões menos experientes).....	145
Figure 75 - Gráfico das relações Na/A antes e após cada cirurgia (cirurgiões mais experientes).....	145
Figure 76 - Comparativo entre as respostas dos cirurgiões para os fatores do NASA/TLX..	146
Figure 77 - Resumo do resultado do NASA/TLX para os fatores relacionados à carga de trabalho. ....	147
Figure 78 - Comparativo entre os cirurgiões de acordo com o nível de carga de trabalho. ...	147
Figure 79 - Resumo dos resultados das análises das demandas física e mental, conforme a experiência dos cirurgiões. ....	148

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual de Batimentos Por Minuto (BPM) de anestesistas e cirurgiões durante um dia de trabalho (PAYNE & RICK, 1986).....	50
Tabela 2 – Correlação entre FC máxima e a Idade (KORADECKA & BUGAKSKA, 1999).	69
Tabela 3 – Relações entre a intensidade da carga de trabalho e a resposta cardiovascular, conforme a variação do consumo máximo de oxigênio e da FC.....	71
Tabela 4 – IDEs citados pelos entrevistados. ....	111

## RESUMO

Esta tese aborda o trabalho de cirurgiões de um hospital de Porto Alegre, RS, durante procedimentos eletivos de pequeno, médio e grande porte, visando o estudo das possíveis relações entre as demandas física e mental e a idade e a experiência do cirurgião.

Inicialmente, foi feito um mapeamento de constrangimentos ergonômicos relacionados ao trabalho cirúrgico e, num segundo momento: i) o nível de demanda física imposta aos cirurgiões eletivos por meio de uma técnica de avaliação de posturas (REBA – *Rapid Entire Body Assessment*) (HIGNETT & McATAMNEY, 2000), da Frequência Cardíaca (FC), da Pressão Arterial (PA) (sistólica e diastólica) e do nível de hormonal (Noradrenalina) e; ii) o nível de demanda mental envolvida no trabalho por meio do nível hormonal (cortisol, Adenocorticotrófico – ACTH e Adrenalina e, também, por meio da FC e PA). De maneira geral, ficou evidente que, independentemente do tipo de cirurgia, há a presença de carga física de pouca intensidade e de carga mental de média intensidade entre os cirurgiões. Os resultados apontaram, também, que os cirurgiões mais jovens (menos experientes) apresentam mais esforço mental do que físico, principalmente nas cirurgias de grande porte, e os mais experientes têm mais esforço físico nas cirurgias de pequeno porte e menos esforço mental, em comparação aos mais jovens (menos experientes), nas cirurgias de grande porte.

**Palavras-chave:** macroergonomia, avaliação da carga de trabalho (física e mental), cirurgia eletiva, o trabalho do cirurgião.

## **ABSTRACT**

*This research has as its main objective to evaluate the relationships between both physical and mental workloads and age and experience related to surgeon's work. The data collection was conducted at a hospital in Porto Alegre, State of RS, during elective surgeries of low, moderate and high levels of complexity. At first, a survey of ergonomics constraints related to surgical work was carried out. The objectives were: i) to investigate the physical demand level by means of posture assessment technique (REBA – Rapid Entire Body Assessment) (HIGNETT & McATAMNEY, 2000), Heart Rate (HR), Blood Pressure (BP) (systolic and diastolic) and catecholamines (Noradrenaline); ii) to investigate the mental demand level through assessment of hormonal levels (cortisol, adrenocorticotrophic - ACTH and catecholamines – adrenaline) as well as HR and BP. The results indicated low physical workload and moderate mental workload amongst surgeons. It was found that the workload (physical and mental) was not dependent on the type of surgery performed. Also, the results suggested that the youngest surgeons (novice) have more mental effort than physical effort, mostly in surgeries of high complexity level, as opposed to the oldest surgeons (seniors) who have more physical effort during surgeries in low level of complexity and low mental effort in surgeries in high level of complexity.*

**Key words:** *macroergonomics, workload (physical and mental) assessment, elective surgery, surgeon's work.*

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a sua origem, o homem busca meios de otimizar a adequação de seus objetos de uso, visando a amenização de seus esforços durante o desempenho de suas funções. Com o desenvolvimento da tecnologia, esta busca continua a requerer a atenção do homem, pois este parece jamais deixar de ser um ser ocupado. De acordo com Moraes (1994), paradoxalmente, a evolução tecnológica, com suas maravilhosas máquinas operatrizes informacionais, voadoras e inteligentes, exigiu e enfatizou a necessidade de conhecer o homem. Depois de contínuos avanços da engenharia, onde o homem se adaptou, mal ou bem, às condições impostas pelos maquinismos e automatismos, evidenciou-se que os fatores humanos são primordiais. Mais ainda, em sistemas complexos, onde parte das funções classicamente executadas pelos homens pode ser alocadas às máquinas, uma incorreta adequação às capacidades humanas pode invalidar a confiabilidade de todo o sistema. Assim, faz-se necessário conhecer, a priori, os fatores determinantes da melhor adaptação de produtos, máquinas, equipamentos, trabalho e ambiente, ao homem.

A ergonomia é a ciência que estuda a interação entre o homem e o seu universo de trabalho, tal como máquinas, equipamentos, mobiliário, ambiente físico e organizacional, visando segurança, eficiência e uma melhor qualidade de vida. Segundo o Conselho da *International Ergonomics Association* (IEA) (2003), a ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica dedicada ao conhecimento das interações entre o ser humano e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos para o projeto, de modo a otimizar o bem-estar do ser humano e o desempenho do sistema como um todo. O ergonomista contribui para a projeção e avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, meio ambientes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.

A aplicação da ergonomia em hospitais, no entanto, apenas recentemente tornou-se conhecida e sua difusão ainda está muito limitada. A ergonomia hospitalar trata de melhorar as condições de trabalho, o conforto e a segurança dos trabalhadores da área da saúde e dos pacientes. Nos últimos vinte anos, a visão da Ergonomia Hospitalar voltou-se para as questões que importam na hospitalização, ambulatório, administração interna e de usuários e logística (nas cozinhas, lavadeiras, centrais de esterilização, serviços de manutenção, serviços de radiologia e centros cirúrgicos). O número de estudos publicados por equipes hospitalares

treinadas indica que a Ergonomia Participativa vem sendo divulgada nos hospitais nos últimos anos (ESTRYN-BEHAR, 1996). Com base nos meios de comunicação, pode-se verificar que são significativas as pesquisas na área de ergonomia de equipamentos médicos sofisticados e de procedimentos a serem executados. É fundamental que estas pesquisas continuem.

Para Estryn-behar (1996) a Ergonomia pode ser uma contribuição importante na observação e análise das situações de trabalho em hospitais. O profissional da área de saúde está sujeito a muitos problemas: o próprio ambiente hospitalar propicia riscos à saúde; trabalho em turnos traz efeitos danosos ao trabalhador; o contato direto com o doente deixa o profissional vulnerável a contaminações e são comuns casos de depressão entre os trabalhadores em função do trabalho em turnos diferentes e de seu envolvimento com pacientes. Os enfermeiros apresentam problemas lombares que representam os maiores índices de danos à saúde destes profissionais.

Em um hospital, há a necessidade do envolvimento de diversos tipos de profissionais em turnos de trabalho contínuos para programações de cirurgias, tratamentos e acompanhamento individual dos pacientes e, devido a essas peculiaridades, a “indústria hospitalar” oferece condições de trabalho muitas vezes insatisfatórias. Segundo Kant et al. (1992), pouco se sabe a respeito dos problemas ergonômicos nos grupos específicos de trabalhadores de hospitais, assim como os da sala de cirurgia.

A questão da interatividade e integração entre os profissionais envolvidos no meio hospitalar foi estudada, por exemplo, por Oliveira (2000). O autor estudou as atividades exercidas pelos professores de um Hospital Universitário brasileiro e os profissionais do corpo técnico do Hospital Universitário visando a formação de gastroenterologistas. Nesta pesquisa, foram observadas as questões da organização espacial, do período de planejamento de estratégias e das trocas de informações entre professores, alunos e demais profissionais, almejando a melhoria do desempenho do profissional e do custo para a saúde referentes à atividade executada e ao ambiente. Os resultados da pesquisa mostram que há uma intensa interatividade entre os componentes do coletivo de trabalho para a formação dos gastroenterologistas. Foi identificado, ainda, que o médico residente, mesmo em treinamento, é visto pelos outros membros da equipe como uma peça fundamental para a formulação de diagnósticos e terapêuticos, assim como no ensino, articulando ação/pós-ação quando da realização de procedimento cirúrgicos. O autor enfatiza, ainda, a importância da cooperação

entre os membros da equipe (professor, médico contratado, residentes e estudantes de medicina) e do processo de transmissão de informações tanto para otimizar o ensino e formação dos estudantes, quanto para a satisfação dos pacientes envolvidos nesse contexto.

Além de relatos que discutem sobre o fator integração/relacionamento entre os membros de uma equipe hospitalar, que envolve questões cognitivas e psicossociais, outros envolvem o fator demanda física, como o de Kant et al. (1992) que descrevem sobre as posturas estáticas adotadas por profissionais que trabalham nas salas cirúrgicas. Especialmente durante as cirurgias, os cirurgiões e instrumentadores mantêm posturas ocupacionais que podem ser responsáveis pelo desconforto e problemas do sistema músculo esquelético.

Os cirurgiões necessitam trabalhar diversas horas na posição de pé, em posturas assimétricas, com flexão de costas, com a coluna suportando o peso do corpo durante várias horas (MAGALHÃES et al., 2000). A profissão medico-cirúrgica é considerada de extrema responsabilidade por lidar com vidas humanas e por isso possui tarefas e habilidades bastante desgastantes nas funções musculares, fisiológicas e psicológicas pelo tempo extenso em que são praticadas ou realizadas. Apesar disto, o trabalho do cirurgião tem sido pouco focado no que tange suas características físicas, cognitivas e psíquicas, dando-se mais ênfase aos aspectos referentes à sua postura adotada durante as operações cirúrgicas.

Há muitas similaridades físicas e mentais entre o trabalho dos cirurgiões e a especialidade dos trabalhadores industriais e militares. A cirurgia requer um alto nível de preparação intelectual, um espaço de trabalho eficiente e controlado, habilidades motoras apuradas, resistência física, habilidades na resolução de problemas e habilidades que respondam à emergência. O universo cirúrgico é caro e os custos de erros ou atrasos no tratamento cirúrgico são substanciais em ambos os termos econômico e humano. Como os cirurgiões se defrontam, cada vez mais, com procedimentos complexos e custosos, incompatíveis com a necessidade de cortar custos dos cuidados de saúde, faz-se necessário desenvolver um entendimento científico sobre a mecânica das operações cirúrgicas utilizando os métodos ergonômicos, pois a ergonomia pode intensificar o conhecimento sobre a maneira que os cirurgiões trabalham (BERGUER, 1997).

Apesar da grande parcela de esforço cognitivo e mental, a cirurgia também requer muito esforço físico do trabalhador para a realização de suas atividades. O cirurgião está exposto a

constrangimentos que podem influir na sua saúde, desde aspectos relacionados à postura de trabalho até problemas de ordem psicofisiológica. O que se pode dizer com firmeza é que muito pouco tem sido pesquisado sobre o trabalho do cirurgião, principalmente no Brasil (DINIZ, 1999). Para tanto, é necessária uma maior intervenção da ergonomia na área da cirurgia para que se possa saber mais sobre essa interação homem-tarefa-máquina e, assim, oferecer subsídios que propiciem melhorar a segurança e incrementar a saúde do trabalhador em questão. Vale enfatizar que este trabalho pretende representar uma contribuição para os estudos ergonômicos relacionados ao trabalho cirúrgico, já que estes apresentam-se em pouca quantidade na comunidade científica.

Esta pesquisa é um prosseguimento da dissertação de mestrado do autor, onde aplicaram-se os conhecimentos da intervenção ergonomizadora (nas etapas de apreciação e diagnose ergonômica) sobre o trabalho do cirurgião geral, durante a realização de cirurgias eletivas. Foram mapeados, delimitados e apresentados possíveis problemas ergonômicos no trabalho do cirurgião. Fizeram-se visitas aos centros cirúrgicos dos hospitais Municipal Miguel Couto e Santa Casa de Misericórdia, no Rio de Janeiro, realizaram-se entrevistas com os cirurgiões e observações assistemáticas, fizeram-se registro fotográfico e gravações em vídeo de cirurgias. Aplicaram-se questionários e uma escala de avaliação aos cirurgiões nos hospitais Pedro Ernesto, Hospital Universitário da Ilha do Fundão, Lourenço Jorge, Rocha Maia, Ganfreé Guinle, Hospital de Ipanema, Miguel Couto e Santa Casa de Misericórdia, todos localizados na cidade do Rio de Janeiro. De modo geral, os resultados do questionário e da escala de avaliação mostraram elevados índices de predominância de incômodos/desconforto/dores no pescoço, costas inferiores e superiores, pernas e ombros dos cirurgiões.

Tendo em vista que o enfoque de dissertação foi predominantemente físico/postural, tendo-se usado técnicas de avaliação de posturas, nesta tese pretende-se dar uma orientação macro à análise do trabalho de cirurgiões, em atos cirúrgicos eletivos de pequeno, de médio e de grande porte. Pretende-se levantar e elencar os constrangimentos ergonômicos, quer físico, quer organizacionais, quer de conteúdo de trabalho dos cirurgiões, por meio da ergonomia participativa.

Os profissionais que trabalham como cirurgiões estão sujeitos a apresentar problemas de estresse, devido aos diversos fatores já citados anteriormente, como fadiga física e mental, inadequação do ambiente, má postura, repetitividade de movimentos, acuidade visual

prejudicada, duração longa de cirurgias e grande necessidade de concentração, entre outros, favorecendo a possibilidade de mais acidentes cirúrgicos no decorrer de uma cirurgia e de doenças de cunho cumulativo, além de psicopatologias do trabalho. Uma consequência disso é que ele pode, portanto, complicar a vida do paciente e, dessa forma, sua carreira profissional (MAGALHÃES et al., 2000). O estresse (físico e mental) depende do fator individualidade de cada cirurgião e do tipo/porte da cirurgia (complexidade, duração) realizada e, como consequência, pode acarretar em deficiências no rendimento ou produtividade de trabalho do cirurgião, negligências operacionais e, ainda, desistências (abjurações) ou opção de mudanças para outra especialidade médica e/ou cirúrgica.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

A presente pesquisa visa observar e avaliar o trabalho dos cirurgiões durante a realização de procedimentos cirúrgicos eletivos, visando estabelecer possíveis relações entre a carga de trabalho (física e mental) e as características do cirurgião (experiência e idade), atuando em cirurgias de pequeno, médio e grande porte.

Partindo-se da premissa de que o cirurgião está exposto a uma carga de trabalho (mental e física) elevada, sendo esta relacionada com o tempo de duração e o nível de complexidade das cirurgias, pretende-se avaliar o nível de carga física imposta aos cirurgiões eletivos por meio de uma técnica de avaliação de posturas (REBA – *Rapid Entire Body Assessment*), da Frequência Cardíaca (FC), da Pressão Arterial (PA) (sistólica e diastólica) e do nível de hormonal (Noradrenalina) e, simultaneamente, de carga mental envolvida no seu trabalho por meio do nível hormonal (cortisol, Adenocorticotrófico – ACTH e Adrenalina e, também, por meio da FC e PA.

Cabe ressaltar que uma análise de relação entre os constrangimentos físicos e cognitivos/mentais e o impacto desta interação na qualidade do trabalho do cirurgião ainda não foi realizada.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- a)** Comprovar a carga física dos cirurgiões, em procedimentos cirúrgicos eletivos (MAGALHÃES et al., 2000; BERGUER, 1999; LUTTMAN et al., 1996; MIRBORD et al., 1995; KANT et al., 1992) de acordo com o porte das cirurgias (pequeno, médio e grande), conforme apontam pesquisas similares;
- b)** identificar a carga mental e suas características, durante a realização de cirurgias, conforme o nível de complexidade (porte) da cirurgia e a experise e idade dos cirurgiões;
- c)** comparar os resultados entre os cirurgiões novatos e os mais experientes, durante a realização de procedimentos cirúrgicos eletivos, de acordo com o porte das cirurgias (pequeno, médio e grande) classificado conforme a percepção dos cirurgiões e a AMB (Associação Médica Brasileira).

### **1.1.3 Objetivos operacionais**

- a)** Catalogar opiniões sobre o trabalho dos cirurgiões por meio de entrevistas abertas;
- b)** construir uma estrutura hierárquica para a elaboração de um questionário fechado e aplicação deste;
- c)** realizar observações assistemáticas e sistemáticas por meio de registros fotográficos e/ou em vídeo;
- d)** realizar um mapeamento de constrangimentos ergonômicos no trabalho dos cirurgiões;
- e)** monitorar a frequência cardíaca e a pressão arterial (sistólica e diastólica) dos cirurgiões, durante o seu trabalho;
- f)** realizar coletas de sangue (plasma) dos cirurgiões em dois momentos, no início e no fim das cirurgias realizadas, para as análises dos níveis hormonais (cortisol, ACTH e catecolaminas);

## **1.2 Hipóteses**

Com base no problema definido, formularam-se as seguintes hipóteses:

**H1:** Há a presença de carga física e mental entre os cirurgiões, durante a realização de cirurgias eletivas, tanto nos cirurgiões que realizam cirurgias de pequeno porte quanto nos que realizam cirurgias de médio e de grande porte, sendo, provavelmente, mais elevada nos últimos;

**H2:** em função da idade e da experiência dos cirurgiões, os níveis de carga física seriam mais elevados entre os cirurgiões experientes e os níveis de carga mental entre os novatos.

## **1.3 Variáveis**

### **1.3.1 Variáveis Independentes**

As variáveis independentes desta pesquisa são:

- O tempo médio de duração das cirurgias eletivas;
- a complexidade das cirurgias;
- a expertise do cirurgião;
- a idade do cirurgião.

### **1.3.2 Variáveis Dependentes**

As variáveis dependentes são:

- O grau de queixas dos cirurgiões relativas ao seu trabalho;
- o nível de carga física;
- o nível de carga mental.

### **1.3.3 Variáveis Sob Controle**

As variáveis situacionais sob controle adotadas neste trabalho, isto é, as variáveis que sempre deverão estar presentes nas observações sistemáticas e assistemáticas do objeto da pesquisa, serão:

1) Fatores relacionados ao ambiente da sala cirúrgica:

- Constantes (mantidas sempre iguais)
- Temperatura (controlada por aparelho de ar condicionado);
- iluminação adequada (conforme os níveis recomendados);

2) Fatores associados aos sujeitos

- sujeitos aparentemente saudáveis;
- ciclo menstrual regular.

3) Turno/Ação

- Quantidade de cirurgias realizadas;
- cirurgias realizadas em horário matutino;
- tipos de cirurgias (eletivas de pequeno, médio e grande porte).

#### **1.3.4 Variáveis intervenientes**

- Praticante de atividade física regular;
- nível de aprendizado;
- uso de cigarro e assemelhados;
- ingestão de cafeína;
- ingestão de medicamentos;
- período regular de sono.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

Esta tese está estruturada em seis capítulos. Na introdução apresentaram-se o delineamento, a justificativa, os objetivos e as hipóteses da pesquisa.

O capítulo 2 apresenta uma breve descrição de cirurgias eletivas e um mapeamento sobre fatores tratados por intervenções ergonômicas que envolvem, principalmente, o procedimento cirúrgico.

O capítulo 3 envolve uma descrição da Carga de Trabalho (CT) e, mais detalhadamente, sobre a Carga Física de Trabalho (CFT) e sobre a Carga Mental de Trabalho (CMT), sua definição,

características, terminologias relacionadas, técnicas de mensuração e critérios de aplicação destas técnicas.

O capítulo 4 trata dos métodos e técnicas utilizados na pesquisa, apresentando a justificativa do seu uso e das estratégias de pesquisa adotadas para a coleta de dados. Os resultados e discussões da pesquisa são apresentados no capítulo 5 e, finalmente, no capítulo 6 apresentam-se a conclusão e os desdobramentos da pesquisa.

## 2 BREVE DESCRIÇÃO DE CIRURGIAS ELETIVAS

Magalhães (1983) define cirurgia como a especialidade médica caracterizada por procedimentos invasivos executados conforme metodização de técnica, que representam um método terapêutico ou diagnóstico. Como método terapêutico, tem por finalidade o tratamento de doenças, lesões ou deformidades externas e/ou internas, atuando como meio de preservação da vida e da saúde humana, restaurando funções ou extirpando tecidos lesados. Como método diagnóstico, tem por objetivo a elucidação diagnóstica impossibilitada de ser alcançada por exames clínicos e subsidiários habituais, permitindo um acompanhamento clínico e terapêutico correto.

A cirurgia não é apenas o procedimento cirúrgico em si ou o ato operatório propriamente dito, mas uma integração de procedimentos cujos limites se confundem como: Propedêutica, Diagnóstico, Indicações de Tratamento, Avaliação Clínica e Cuidados de Pré, Trans e Pós-operatório. O transoperatório abrange vários tempos sucessivos e proporcionais em número, de acordo com o porte da cirurgia (MAGALHÃES, 1983). Na figura 1, são descritas as fases principais de uma cirurgia de grande porte.

<b>Tempos/fases do transoperatório</b>
Admissão do paciente na sala de operação
Monitorização e venóclise (soro e anestésicos)
Indução anestésica
Punções e sondagens
Posicionamento e imobilização do paciente na mesa
Preparo do campo operatório e da equipe cirúrgica
Cirurgia propriamente dita
Curativo
Término da anestesia
Remoção do paciente

**Figure 1 - Principais tempos/fases de uma cirurgia de grande porte (MAGALHÃES, 1983).**

Antes do início do ato operatório, no senso estrito, o anestesista deve situar o paciente no plano anestésico cirúrgico para que o cirurgião possa proceder à diérese dos tecidos. A

cirurgia deve ser realizada dentro dos rigores técnicos exigidos para cada tipo de operação. É o tempo cirúrgico principal quando todas as medidas são tomadas para se chegar ao resultado desejado (MAGALHÃES, 1983).

A cirurgia pode ser subdividida em relação ao campo de ação que abrange, o porte, a presença de germes ou a época de realização (figura 2).

<b>Campo de ação</b>	geral
	Especial – otorrinolaringológica, torácica, oftálmica, ortopédica, urogenital, de aparelho digestivo, plástica, neurológica, pediátrica, tocoginecológica, vascular periférica.
<b>Porte</b>	Pequeno Médio Grande
<b>Presença de germes</b>	Asséptica Séptica ou contaminada Potencialmente séptica
<b>Época</b>	Eletiva Urgente

**Figure 2 - Subdivisão de cirurgia (MAGALHÃES, 1983).**

De acordo com Magalhães (1983), a cirurgia eletiva pode ser programada em função da situação clínica do paciente. A cirurgia de urgência, ao contrário, é eminente, necessária de ser feita de imediato, relacionada com o estado clínico do paciente e evolução da doença. Na cirurgia eletiva, o cirurgião já está a par de como deverá proceder em relação a um sistema pré-programado. Neste trabalho, enfatizam-se apenas as cirurgias eletivas.

## 2.1 A ergonomia e a sala cirúrgica

De acordo com Berguer (1997), a prática cirúrgica conhecida nos dias atuais iniciou-se no fim do século 19 com o advento da anestesia geral e da assepsia. Muitas, senão a maioria, dos procedimentos cirúrgicos gerais foram descritos antes do ano de 1900 e, assim, a administração segura da anestesia e a luta contra as infecções pós-cirúrgicas foram os fatores que mais influenciaram o design dos instrumentos cirúrgicos e das salas cirúrgicas na metade do século vinte. Berguer (1997) afirma, ainda, que durante a década de sessenta, o desenvolvimento das técnicas cardiopulmonares foi suprimido pela técnica de microcirurgia e isto abriu novos territórios para o desenvolvimento tecnológico dentro das salas cirúrgicas, assim como as técnicas e táticas cirúrgicas. Vinte e cinco anos depois a confluência da tecnologia de vídeo digital e a técnica de exames por endoscopia revolucionou a técnica cirúrgica com a cirurgia de vídeo-endoscopia. Nos dias atuais o que se vê nas salas de cirurgia são práticas cirúrgicas cada vez menos invasivas, realizadas em menor tempo, trazendo, principalmente ao paciente, mais conforto e diminuição de riscos pós-operatórios. Como se pode notar, a cirurgia, desde sua gênese, vem evoluindo técnica, tática e tecnologicamente, trazendo ao cirurgião desafios que podem servir de fontes para estudos ou intervenções ergonômicas. Nesse interim, algumas pesquisas vêm explorando e descrevendo o universo de trabalho do cirurgião (figura 3) soluções para propiciar conforto, segurança e eficiência para o cirurgião e, conseqüentemente, colaborar para o sucesso das cirurgias.

<b>Período</b>	<b>Questões abordadas</b>	<b>Algumas referências</b>
década de 30	análise dos movimentos da equipe cirúrgica	Lawrence et al., 1939
década de 60	advento da microcirurgia – novas demandas manuais e visuais	Patkin, 1957
década de 70	design e eficiência do espaço de trabalho e instrumentos dos cirurgiões	Dudley, 1976; Patkin, 1977 e 1981
décadas de 80 e 90	advento da cirurgia de vídeo-endoscopia – novas demandas relacionadas à manipulação e visualização de tecidos em decorrência dos procedimentos minimamente invasivos;	Luttmann et al., 1996; Berguer, 1998 e 1999; Schlöndorff, 1998; Schurr et al., 1999
fim do séc. 20 e início do séc. 21	auxílio de robôs mecânicos de alta precisão, aliados aos recursos da vídeo-endoscopia e à realidade virtual (cirurgia robótica); telecirurgia.	Cadière, 2001

Figure 3 - Quadro cronológico de pesquisas realizadas pela ergonomia nas salas cirúrgicas.

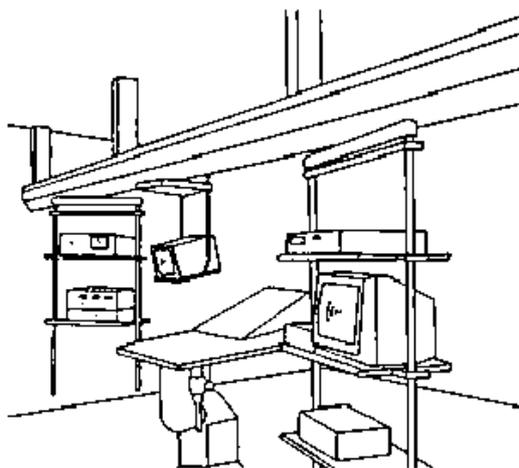
A idéia de trazer mais eficiência para as salas de cirurgia por meio de intervenções ergonômicas não é nova. Frank B. Gilbreth, no início do século XX, foi o pioneiro dos estudos sobre o trabalho dos cirurgiões com a ajuda dos princípios da ergonomia, em 1916. Gilbreth concluiu que “...os cirurgiões poderiam aprender muito mais a respeito do tempo/movimentação, eliminação de perdas e gerenciamento dos trabalhadores nas indústrias tanto quanto estes poderiam aprender sobre o trabalho dos cirurgiões”. Frank Gilbreth e sua mulher Lillian podem ser considerados como precursores da ergonomia, pelas suas investigações sobre desempenho e fadiga e seus projetos de estações de trabalho e equipamentos para deficientes. As análises de Gilbreth, sobre o trabalho de equipes cirúrgicas em hospitais, resultaram em procedimentos que são usados até hoje, como a criação de um novo membro da equipe cirúrgica: a instrumentadora que entrega os instrumentos cirúrgicos solicitados pelos cirurgiões (MORAES, 2002).

Gilbreth observou que as práticas e instrumentação cirúrgicas variaram notavelmente em todas as especialidades, levando à ineficiência e à falta de uma melhor abordagem para cada modalidade de tratamento. Sessenta anos mais tarde, Dudley (1976, pp. 53) abordou a questão da eficiência nas salas de operação e concluiu que: “sob a ótica da ergonomia, a maioria dos procedimentos cirúrgicos são, de cara, uma bagunça”. Desde então, vários autores vêm sugerindo meios para otimizar o design dos instrumentos cirúrgicos e a eficiência do espaço de trabalho dos cirurgiões tendo como base os princípios da ergonomia, mas suas idéias e propostas de melhoria ainda não passaram por testes objetivos. Assim, embora os cirurgiões tenham interesse nos conhecimentos da ergonomia, como uma implementação necessária ao seu trabalho, há poucos relatos ou pesquisas que contenham dados científicos endereçados à qualidade de vida e eficiência no trabalho do cirurgião (BERGUER, 1996).

Nos dias atuais, tem-se a cirurgia robótica e a telemedicina e a Cirurgia Minimamente Invasiva (CMI), que trouxeram outros constrangimentos ergonômicos aos cirurgiões relacionados à assunção de posturas e pegadas, realização de movimentos e aplicação força, percepção visual, esforço mental, layout do espaço de trabalho, design dos instrumentos cirúrgicos, etc. A técnica de **Laparoscopia** é um procedimento cirúrgico diagnóstico e terapêutico realizado por meio de pequenas cânulas de metal inseridas no abdome do cirurgião. As imagens do sistema de vídeo das estruturas internas humanas são geradas por câmeras de vídeo miniaturizadas. Este novo procedimento é denominado de **Vídeo-Laparoscopia** (VL). Para Cadière et al. (2001) a laparoscopia é uma técnica que beneficia o

paciente, por apresentar menos traumatismo e melhor recuperação pós-operatória, porém traz ao cirurgião uma maior demanda física e cognitiva se comparado com a cirurgia aberta.

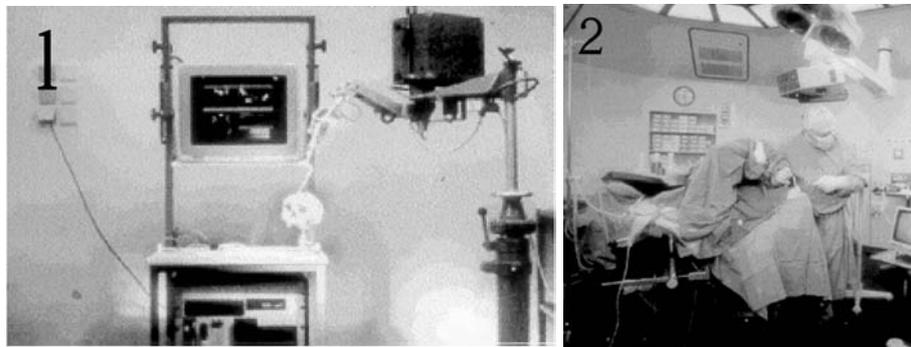
De acordo com Berguer (1996), na Cirurgia Minimamente Invasiva (CMI) uma abordagem improvisada para o ambiente da sala de operação certamente aumentarão as limitações sensório-motoras dos cirurgiões e podem dificultar a utilização das tecnologias do futuro, como os displays projetados em forma de capacetes, projeções anatômicas tridimensionais, robôs e telecirurgia. Luttmann et al. (1996) fizeram uma comparação entre dois métodos de operação endoscópica (o método clássico de endoscopia direta e um novo método disponível de endoscopia monitorizada). Durante a endoscopia direta, a tensão muscular é significativamente mais elevada do que a endoscopia monitorizada. Isto foi demonstrado por estudos eletromiográficos, os quais apontaram uma tensão muscular mais elevada na região dos ombros. Entretanto, Luttmann et al. (1996) descobriram que a aplicação do método monitorizado seria o preferido e, para facilitar sua aplicação, um redesign do espaço de trabalho deveria ser realizado para reduzir a tensão muscular entre os cirurgiões de urologia, de acordo com princípios ergonômicos, trazendo, ainda, uma melhoria da qualidade das operações e, também, maior segurança para os pacientes. Para tanto, os equipamentos, incluindo o monitor, foram arranjados em *racks* alocados no teto (figura 4).



**Figure 4 - Representação esquemática do equipamento de cirurgia endoscópica montado em racks pendurados no teto (LUTTMANN et al, 1996. Pp. 923).**

A cirurgia de vídeo-endoscopia introduz, ainda, um grande desafio para a visibilidade dos cirurgiões no campo de operação. A tecnologia atual oferece ao cirurgião uma imagem de TV colorida transmitida por meio de um monitor de vídeo posicionado ao lado do paciente. Para

Berguer (1999), uma consideração básica é o posicionamento correto do monitor de vídeo em relação à visão do usuário, a qual é uma rotina quase que ignorada pelos cirurgiões nas cirurgias de vídeo-endoscopia. Os monitores, geralmente, são dispostos em racks ou em qualquer espaço existente na sala de operação: como consequência, a imagem pode ser distorcida ou pode estar fora da linha de visão; geralmente ficam posicionados ao lado do cirurgião forçando-o a manter posturas estáticas de extensão, flexão e rotação do pescoço (figura 5). Alguns estudos demonstram que o ângulo de posicionamento do monitor, preferido pelos cirurgiões, está entre 10° e 25° abaixo da linha de visão. Outros relatos mostram que a altura excessiva dos monitores tem sido relacionada a sintomas de desconforto/dor na região do pescoço e das costas.



**Figure 5 - O posicionamento dos monitores em racks: 1. monitores posicionados em racks; 2. monitor posicionado na lateral do cirurgião obrigando a manter a postura de rotação de pescoço (SCHLÖNDORFF, 1998).**

Um outro constrangimento ergonômico relativo à questão de visualização da cirurgia de endoscopia é o controle natural da direção de visão durante esse procedimento cirúrgico. Estudos preliminares usando um controle automático de voz sugere que este dispositivo pode facilitar a visualização do cirurgião em campo. Apesar de trazer um ganho de tempo nas cirurgias atuais, não tem sido objeto de pesquisas (BERGUER, 1999). Berguer (1997) diz que a melhoria do campo de visão do cirurgião durante a cirurgia de vídeo endoscopia, considerando-se o custo efetivo e uma utilização de uso amigável (a usabilidade), permanece um principal desafio para os cirurgiões, designers e ergonomistas.

Nos dias de hoje, as pesquisas sobre instrumentação cirúrgica está centrada nos instrumentos de Cirurgia Minimamente Invasiva (CMI), como as técnicas de Laparoscopia, realizada por intermédio de imagens em vídeo, e cirurgias robotizadas.

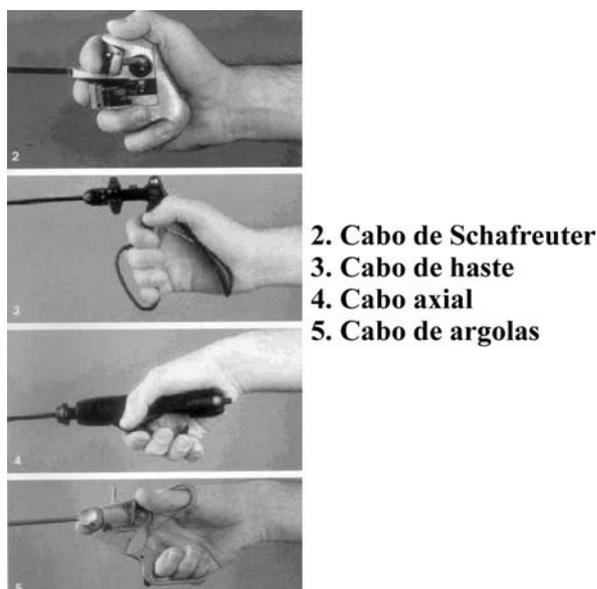
Na década de 90, o design dos instrumentos de laparoscopia incorporou, de forma quase universal, um instrumento de forma circular, parecido com uma pistola, apresentando uma haste que tem duas funções (de apreensão e de corte) bem parecidas com as pinças e as tesouras usadas nas cirurgias abertas. Instrumentos com um design similar, mas de tamanho reduzido, foram incorporados também com sucesso em cirurgias otolaringológicas por muitos anos. Porém, as demandas biomecânicas dos instrumentos de VL mostram-se inadequados pelas seguintes razões: 1. causam flexão e desvio ulnar excessivo no punho dos cirurgiões durante a manipulação dos tecidos; 2. demonstram menos eficiência em tarefas que envolvam força em manobras que requerem manejo do que os instrumentos de cirurgia aberta; 3. geralmente têm as superfícies de contato limitadas e fisicamente apresentam uma forma inadequada para acomodar os dedos dos cirurgiões durante a pega. Estes constrangimentos posturais causam tensão muscular e uma pressão nas áreas sensíveis da palma da mão e dos dedos que podem levar a lesões temporárias nos tendões e nervos envolvidos nessa região (BERGUER, 1998).

Muitos cirurgiões têm se mostrado insatisfeitos com o atual design e usabilidade dos instrumentos de CMI, em especial os da vídeo-cirurgia. As queixas sobre o prejuízo tátil-motor experimentado pelos cirurgiões durante a VL renovaram o interesse das pesquisas ergonômicas nesta área. Atualmente, os relatos enfatizando o uso dos instrumentos cirúrgicos durante a VL têm abrangido questões sobre a biomecânica e design, geralmente utilizando abordagem qualitativa (aplicação de questionários questionando a percepção sobre desconforto/dor) e quantitativa (medições da atividade elétrica de grupos musculares específicos dos membros superiores por meio da eletromiografia, por exemplo).

De acordo com Berguer (1998), no congresso anual da SAGES (*Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons*), em 1997, foi aplicado aos cirurgiões presentes um questionário sobre os problemas associados com a cirurgia de VL. Os resultados apontaram queixas de desconforto/dor nos membros superiores dos respondentes. Berguer et al. (1997) aplicaram um questionário que continha escalas discretas de desconforto/dor aos cirurgiões que trabalhavam com procedimentos de laparoscopia em tempo prolongado e obtiveram queixas sobre desconforto/dor (num nível entre moderado e severo) na região do antebraço que segurava os instrumentos cirúrgicos. Os autores fizeram também medições da atividade elétrica (EMG) dos músculos flexores e extensores do antebraço direito, do deltóide e do trapézio em procedimentos cirúrgicos simulados (cirurgia convencional aberta e cirurgia

de vídeo-laparoscopia) e descobriram um elevado índice de contrações musculares no flexor e no deltóide quando do uso dos instrumentos de vídeo-laparoscopia em comparação com a cirurgia aberta. As justificativas, segundo os autores, para esse resultado são: primeiro é que os instrumentos de vídeo-laparoscopia impõem forças, durante a sua pega, 2,5 vezes a mais do que nos instrumentos usados na cirurgia aberta convencional e, segundo, é que a superfície e o design dos instrumentos de vídeo-laparoscopia fazem com que haja uma flexão e um desvio ulnar do punho durante a postura de pega destes.

Matern et al. (1999) compararam a usabilidade dos cabos de quatro instrumentos de VL (figura 6), considerando a posição do cirurgião em relação ao paciente, para tentar descobrir qual a melhor para a cirurgia de VL. Os cabos analisados foram o cabo de argola, o axial, o cabo de haste e o cabo de Schafreuter. As análises foram baseadas em um questionário e em um *check-list*, além de observações semi-quantitativas. Os resultados mostraram que, subjetivamente, o cabo de haste foi o preferido pela maioria dos cirurgiões, seguido pelo cabo de Schafreuter para a mão direita e o axial para a mão esquerda.

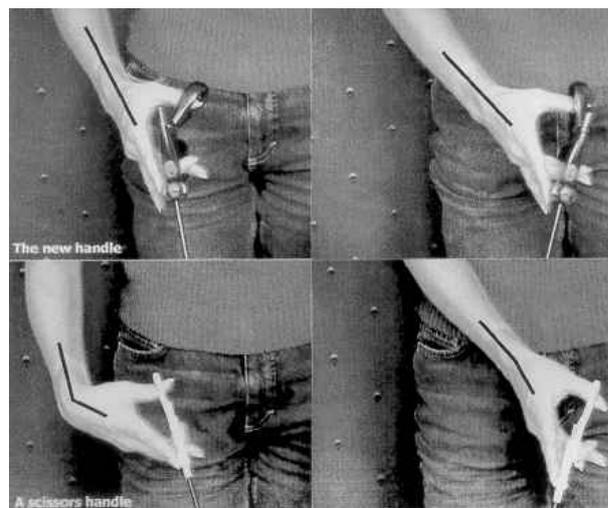


**Figure 6 - Cabos de instrumentos de VL comparados em testes de usabilidade nas pesquisas de MATERN et al., 1999.**

Matern et al (2001), utilizando a técnica EMG, avaliaram quatro tipos de cabos de instrumentos de VL (cabo axial, cabo de argolas, cabo de haste e o cabo de Hirschberg), durante a realização de simples manobras cirúrgicas simuladas em laboratório, para verificar a

força requerida nos principais músculos dos antebraços. Os resultados mostraram que o cabo axial impõe mais atividade elétrica muscular do que os outros cabos em quatro dos cinco músculos testados (músculo do ténar, extensor comum dos dedos, flexor superficial dos dedos, flexor radial do carpo e flexor ulnar do carpo), somente o flexor radial do carpo não apresentou diferenças. Os cabos de Hirschberg e o de argolas apresentaram as menores atividades elétricas musculares. Os autores enfatizam que os cabos de instrumentos de CMI apresentam falhas no seu design e usabilidade devido ao fato de eles terem sido projetados quase num ângulo de 90° em relação à haste, o que pode causar uma doença denominada neuropraxia ou “síndrome do polegar” quando do uso prolongado do instrumento. Uma outra desvantagem citada foi o desvio do eixo longitudinal com relação ao antebraço, que pode causar desvios ulnar e radial na região do punho, além de movimentos de rotação dos braços ao longo do eixo longitudinal. Para os autores, o problema é causado pelo espaço limitado em volta do paciente.

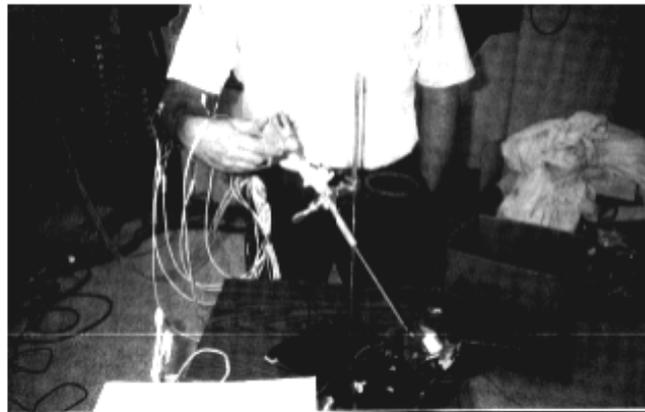
Van Veelen et al. (2001) projetaram um protótipo de um cabo e o compararam com seis outros cabos existentes no mercado de acordo com os princípios ergonômicos e de usabilidade. Foram aplicados questionários e realizadas análises de vídeos em situações simuladas. Os resultados mostraram que o protótipo apresentou resultados positivos frente aos outros cabos, pois as análises das posturas do punho, por meio da técnica de goniometria, mostraram que o uso do protótipo impôs menos flexão de punho do que os outros cabos (figura 7).



**Figure 7 - A comparação entre um protótipo e um cabo de argolas de instrumentos de VL, conforme análise de flexão de punho, na pesquisa de VEELLEN et al., 2001.**

Conforme Matern et al. (2001), o pré-requisito mínimo para se desenvolver um projeto de instrumentos cirúrgicos para CMI é reduzir ao máximo o uso de força ou tensão muscular durante o manuseio destes. É necessário dizer, ainda, que o design dos instrumentos pode influenciar a postura do cirurgião e, também, o posicionamento e, talvez, até o redesign dos outros equipamentos e mobiliário da sala de cirurgia. Fengler et al. (2000) afirmam que a questão da esterilização pré e pós-cirúrgica destes instrumentos também deve ser levada em consideração quando da sua projeção.

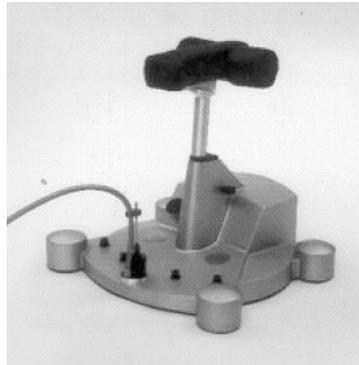
Para Berguer et al. (1997), deve haver uma otimização do design dos instrumentos de laparoscopia para facilitar os movimentos naturais e eficientes do cirurgião. Esta meta pode ser facilitada por um maior nível de conhecimento dos princípios ergonômicos e o design dos instrumentos de laparoscopia e de vídeo-endoscopia (figura 8).



**Figure 8 - Fotografia de sujeito portando um instrumento de endoscopia durante análises eletromiográficas na pesquisa de BERGUER, 1998.**

Para Schurr et al. (1999), a postura do cirurgião durante CMI difere de forma significativa dos procedimentos usuais de cirurgia aberta. As longas hastes dos instrumentos e a fixação da linha de visão do monitor de vídeo diminuem a liberdade de movimento do cirurgião. Comparada à cirurgia aberta, a CMI faz com que o cirurgião permaneça em posição mais estática ainda durante as operações, com pouca oportunidade de movimentar o seu corpo e mudar sua postura. Para tanto, Schurr et al. desenvolveram um assento voltado para os procedimentos de CMI. Na base do assento, foram projetados pedais para o bisturi elétrico e para o aspirador de campo. O assento apresenta, ainda, controles automatizados (regulagens)

por meio de um *joystick* adaptado aos pés. Os autores dizem, também, que o assento foi projetado de formas que o cirurgião fique na postura de pé/sentado (figura 9).



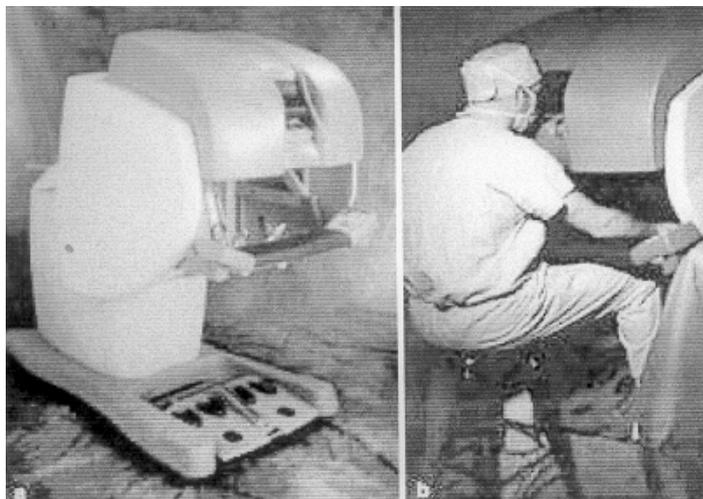
**Figure 9 - Banco de pé/sentado projetado por Scurr et al. (1999).**

Nguyen et al. (2001) avaliaram as diferenças entre as cirurgias aberta e a laparoscópica relativas aos movimentos dos membros superiores, do tronco e do pescoço do cirurgião. As posturas foram registradas em vídeo e avaliadas por especialistas que definiram categorias de posturas adotadas em cada região corporal (como pescoço, costas, ombro, cotovelo, punho, etc.). Os resultados encontrados nos registros em vídeo foram confrontados com os resultados de um questionário que foram aplicados aos cirurgiões questionando a percepção do nível de desconforto/dor em cada região corporal. Como resultados, observou-se que a cirurgia de laparoscopia envolve mais postura estática na região do tronco e do pescoço e mais movimentos e posturas inadequadas dos membros superiores do que durante a cirurgia aberta.

Há de se destacar, também, a questão das demandas ergonômicas da cirurgia robótica para a questão postural do cirurgião. Cirurgias estão sendo realizadas com o auxílio de robôs, os quais são manipulados em consoles onde os cirurgiões adotam a postura sentada. Numa recente pesquisa de Cadière et al. (2001), a postura adotada pelo cirurgião, quando do uso do console para manipular os braços do robô em campo cirúrgico, foi considerada ergonomicamente favorável. Porém, os autores sugerem que novas pesquisas devem ser realizadas para comprovar esta hipótese de forma mais objetiva.

De acordo com os princípios ergonômicos, há de se contestar que a postura adotada durante o uso desse console seja, ergonomicamente, eficiente e confortável para o cirurgião, pois

observa-se que ele não apresenta espaço suficiente para a movimentação das pernas, além de um assento improvisado (banco) que não apresenta apoio para as costas (figura 10).



**Figure 10 - Console do sistema integrado robotizado DA VINCI (CADIÈRE, 2001).**

A carga física e mental também vem sendo explorada por intervenções ergonômicas. Böhm et al. (2001) realizaram medições de Eletrocardiograma (ECG) e da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) em cirurgiões e assistentes para comparar o esforço mental associado às cirurgias de laparoscopia (técnica de ressecção de sigmóide) e cirurgias convencionais (aberta). Böhm et al. (2001) observaram que as técnicas avançadas de laparoscopia, como a ressecção de sigmóide, demandam mais esforço mental dos cirurgiões do que as cirurgias convencionais. Entretanto, os autores consideram, ainda, que há pelo menos dois argumentos que diminuem a consistência dos seus achados: o primeiro é que as medições de ECG e VFC como um indicador de esforço mental, num contexto clínico, ainda está num formato embrionário; o segundo é que houve uma dificuldade para diferenciar os efeitos do esforço mental e a atividade física dos cirurgiões, quando da análise dos dados de VFC.

Neste século, a cirurgia passa por uma revolução, e a cirurgia robótica já é uma realidade, pois a CMI está sendo implementada pelo auxílio de robôs. Robôs mecânicos de alta precisão, aliados aos recursos da video-endoscopia e à realidade virtual já auxiliam cirurgiões em seu procedimento. Sabbatini (1999) relata sobre um sistema denominado *Intuitive* que utiliza três braços robóticos para o auxílio de cirurgia cardíaca. Estes são inseridos na cavidade torácica por meio de incisões de menos de um centímetro. Um braço opera uma microcâmera de vídeo, e os dois outros carregam os instrumentos cirúrgicos. O cirurgião comanda os braços

robóticos por meio de manipuladores semelhantes aos de um endoscópio, e os braços robóticos reproduzem seus movimentos dentro do corpo do paciente. Para o autor, o desenvolvimento de robôs para o auxílio de cirurgias é torná-las mais seguras, mais precisas, menos invasivas e de menor custo para o paciente e para o sistema de saúde. E o cirurgião? parece que vai ter de se adaptar aos avanços da tecnologia, ou seja, o que se vê é que o desenvolvimento de produtos para as demandas da cirurgia não se preocupa em implantar os princípios da ergonomia em favor dos cirurgiões desde o início do projeto.

Segundo Berguer (1999), o interesse no desenvolvimento de manipuladores telerobóticos para CMI tem aumentado nos últimos anos. Tais instrumentos sofisticados podem oferecer mais graus de liberdade de movimentos para os dedos cirurgiões, relacionados com o *feedback* de forças exercidas e a visão binocular. Berguer comenta, ainda, que esses sistemas foram testados com sucesso em cirurgias experimentais e que relatos publicados sobre o uso de robôs assistentes, durante cirurgias, afirmam que estes podem ser muito mais úteis e precisos do que os assistentes humanos, em alguns casos. Sensores foram desenvolvidos para a transmissão de informação tátil para as mãos dos cirurgiões por meio de “displays” táteis, sistemas de instrumentação computadorizada estão sendo projetados para tentar aumentar a eficiência dos cirurgiões durante as cirurgias de laparoscopia pela coordenação de diferentes tarefas tais como: sucção, irrigação, insuflação e coagulação. Longe de se ter robôs cirúrgicos totalmente autônomos, talvez tanto pela tecnologia investida estar ainda embrionária quanto pelos possíveis problemas éticos e humanos, o que se sabe, com certeza, é que o avanço tecnológico deste século nas técnicas cirúrgicas está apresentando, aos ergonomistas, novas demandas de intervenção e estudos. É possível que o foco de estudo para o aspecto de instrumentação cirúrgica sejam os manipuladores ou *joysticks* usados para movimentar os robôs, quer dizer: o que o seu uso em tempo prolongado pode causar aos cirurgiões?.

Cadière et al. (2001) avaliaram a usabilidade de um sistema robótico de laparoscopia denominado *Da Vinci* e concluíram que, em diferentes procedimentos cirúrgicos (como colicistectomia, gastroplastia, apendectomia, etc.), o sistema demonstrou otimizações ergonômicas e boa mobilidade dos instrumentos para o cirurgião. Porém, não descartaram a possibilidade de que essa nova estratégia cirúrgica (por abordagem robótica) precise de novas investigações e intervenções ergonômicas para uma melhor confirmação destes resultados.

Para Herron et al. (2001), na projeção da sala cirúrgica do futuro, o uso de assistentes robôs deverá ser seriamente considerado. Dispositivos com tecnologia avançada de manipulação por sistema de controle remoto estão sendo avaliados com o sistema Zeus (figura 11).



**Figure 11 - Sistema *Zeus* de cirurgia robótica para procedimentos de videolaparoscopia (*Computer Motion*, Santa Barbara, CA, U.S.A.).**

Com certeza, o futuro da cirurgia será construído com base nas novas perspectivas para a telemedicina. Já estão sendo realizadas cirurgias intercontinentais, por meio de robôs manipulados a longa distância (figura 12). Os dados são enviados ao cirurgião via fibra óptica de alta velocidade e, o principal problema, no momento, são pequenas falhas na telecomunicação devido aos atrasos de milionésimos de segundo da chegada das informações. Resta saber que tipo de conseqüências este sistema trará ao cirurgião em termos físicos e cognitivos.



**Figure 12 - A primeira cirurgia intercontinental realizada com a ajuda de robôs (revista *Época*, edição n° 175, 24/09/2001 - Editora Globo S.A.).**

De acordo com Berguer (1997), o aumento da complexidade dos procedimentos cirúrgicos e da tecnologia necessária para realizá-los, associados com o custo, relativamente elevado, do pessoal e do tempo gasto nas salas de operação, estão criando a necessidade de otimizar a eficiência dos procedimentos.

A seguir, detalham-se alguns aspectos que envolvem a cirurgia eletiva aberta, e que foram tratados por intervenções ergonômicas:

## **2.2 Intervenções ergonômicas no trabalho dos cirurgiões em cirurgias eletivas abertas**

### **O ambiente da sala de cirurgia**

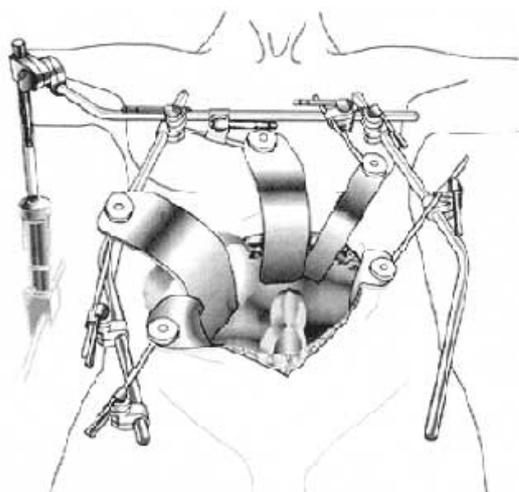
O projeto e leiaute eficiente da sala de cirurgia, como diz Berguer (1997), têm sido o assunto de interesse contínuo entre os cirurgiões, arquitetos e engenheiros. As características do projeto eficiente de uma sala de operação foram amplamente discutidas e os padrões para a construção desta foram publicados pelo *American College of Surgeons Committee* e pelo Instituto Americano do Comitê de arquitetos sobre Arquitetura para Saúde (1987). O rápido desenvolvimento da cirurgia de vídeo-endoscopia e outras técnicas minimamente invasivas, as quais aumentaram a quantidade de equipamentos na sala de operação, trouxe um novo desafio para a otimização do espaço. Como em outras áreas da “ergonomia cirúrgica”, há uma falta de informação básica quantitativa sobre o uso do espaço atual nas salas de operação de hoje.

Berguer (1997) examinou o uso da sala de cirurgia durante procedimentos cirúrgicos abertos e de vídeo-laparoscopia e descobriu que o percentual do espaço ocupado por pessoas, mobiliário e equipamentos estendeu-se de 28 a 50% com uma média de 37% para a cirurgia aberta e 41% para a cirurgia de vídeo-endoscopia. Este estudo também notou um aumento no número total de cabos e tubos na sala de operação com uma média de 28% (cirurgia de vídeo-endoscopia) a 24% (cirurgia aberta). Distintos projetos contribuintes para o futuro design e leiaute da sala de operação estão tratando do aumento da quantidade de equipamentos e da transferência de dados para a sala de cirurgia minimamente invasiva do futuro (JOLESZ & SHTERN, 1992; KAPLAN et al., 1995). Estes esforços requererão um reprojeto da arquitetura, de estudos acurados de microbiologia e dos conceitos da distribuição e alocação do *staff*, tradicionais da sala de operação cirúrgica, para ativar um aumento eficiente e flexível e manter a segurança do paciente e do *staff*.

## Percepção visual

A cirurgia aberta permite que o cirurgião veja diretamente o campo da operação. Sob essas condições, as principais considerações visuais da ergonomia são a adequação da exposição do campo cirúrgico para a visualização direta e a qualidade e intensidade de iluminação no campo. A importância da iluminação adequada para o campo cirúrgico, por outro lado, já foi assunto de inúmeros estudos (BERGUER, 1997).

A exposição do campo cirúrgico é viabilizada pelo posicionamento do paciente e a aplicação de afastadores, dinâmicos ou auto estáticos, diretamente na ferida cirúrgica e tecidos internos. Berguer (1999) relata que há vários tipos de afastadores (figura 13), porém há também pouca avaliação formal de seu design e da sua performance. Por exemplo, um estudo comparativo de diferentes afastadores manuais concluiu que o afastador abdominal manual com uma pega de configuração em forma de “T” foi o preferido pela maioria dos cirurgiões.



**Figure 13 - Tipo de afastador usado em cirurgias realizadas no abdomen (www.mdinternational.com).**

A questão do iluminamento do campo cirúrgico também é outro assunto de vários relatos que sugerem recomendações detalhadas para a otimização da iluminação durante as cirurgias abertas. Entretanto, ainda há muitas incertezas sobre a magnitude, posição e quantidade de lâmpadas e os tipos de controle mais eficientes. Publicaram-se recomendações para a iluminação cirúrgica sob condições de visualização direta, que incluem uma intensidade de luz de 20.000 – 10.000 lux no centro do campo de operação, um campo com uma largura de 20 – 30cm, uma razão de luminância de 2:5:1 entre o centro e a periferia do campo, com uma

temperatura de cor de aproximadamente 4000K, e uma energia de luz incidente máxima de 25,000 W/cm<sup>2</sup> ao nível do ferimento (BERGUER, 1997). De acordo com Brasil (1995), para o caso do ambiente hospitalar, a questão da iluminação deve ser, principalmente, enfocada nas salas cirúrgicas e no campo operatório. A má iluminação, nestes casos, pode acarretar em graves prejuízos ao profissional e ao paciente. Para diminuir os riscos nas salas cirúrgicas deve-se atentar para os seguintes fatores: a alimentação elétrica de focos cirúrgicos deve ser feita com 24 volts; a elevação da temperatura deve ser minimizada fazendo-se uso de filtros de luz que eliminam o comprimento da onda de espectro infra-vermelho, responsável pelo fenômeno; a iluminação adotada deve reproduzir fielmente a cor, de modo a permitir a identificação de tecidos pelo cirurgião, permitindo a visualização adequada, mesmo em cirurgias mais profundas.

### **Manipulação/instrumentação cirúrgica**

De acordo com Bellen et al. (1983) o material cirúrgico é todo conjunto de objetos, instrumentos e equipamentos que entram em contato direto ou indireto com a região operatória, utilizado para a execução de determinado procedimento cirúrgico. Como existe em grande número e variedade, ele é agrupado de acordo com sua função ou uso principal, pois a maioria deles possui mais de uma utilidade (figura 14). A ordem dessas funções segue, de maneira geral, a mesma ordem de utilização do material no campo operatório: inicialmente, faz-se a diérese da pele, seguida da preensão das estruturas e hemostasia. Após o término da abertura, promove-se a exposição do órgão ou da cavidade, seguida do ato operatório principal com instrumento especial, finalizando com a síntese dos tecidos no fechamento.

<b>Tipo</b>	<b>Função</b>	<b>Exemplos</b>
Diérese	Corte, divulsão	Bisturi, tesoura
Preensão	Apanhar estruturas	Pinça anatômica e dentes de rato
Hemostasia	Pinçamento de vasos	Pinças hemostáticas (Halsted, Kelly, etc)
Exposição	Afastamento de tecidos	Afastadores (Farabeuf, Gosset, etc.)
Especial	Própria	Pinça de abadie – cirurgia gástrica Pinça de Potts – cirurgia vascular
Síntese	União de tecidos	Porta-agulhas, agulhas

**Figure 14 - Classificação do material cirúrgico (BELLEN et al., pp. 42, 1983).**

Para Falcão (1993), no setor cirúrgico em geral houve grande avanço tecnológico, principalmente nas áreas de assepsia, de técnicas cirúrgicas e de equipamentos. Porém, houve pouca inovação no design de instrumentos cirúrgicos. No século IX, surgiram os instrumentos, porta-agulha (usado para sutura), fórceps com pegas em semi arcos (originados do alicate) e outro tipo de fórceps (originado da pinça). Durante 500 anos, pouca coisa ocorreu. No século XVI, as pegas dos fórceps em semi-arcos, foram transformadas em arcos dando origem à tesoura. No século XIX, um importante avanço no design dos instrumentos foi a criação de uma trava no fórceps, que tem como uma das funções a de prender as artérias durante uma cirurgia. Os cirurgiões adotaram o uso das tesouras diretamente dos barbeiros, porém estas duas funções são completamente diferentes. Os instrumentos cirúrgicos básicos usados durante as cirurgias abertas (como afastadores, pinças e tesouras) foram projetados ao final do século XIX visando melhor usabilidade, produção em massa e facilidade de esterilização (BERGUER, 1998).

Os instrumentos atuais permanecem quase idênticos aos instrumentos do século XVI; a maioria possui arcos e travas e são usados constantemente pelos cirurgiões, assistentes e auxiliares. A manipulação destes instrumentos tem apresentado grande desconforto por parte dos usuários, devido ao aprisionamento dos dedos nos arcos das tesouras e dos fórceps, e devido à rigidez das travas dos fórceps nas atividades de abrir e fechar (FALCÃO, 1993). Por outro lado, Berguer (1998) aponta que mesmo com a escassez de dados científicos publicados relacionados à biomecânica desses instrumentos, “a sua forma simples e as suas características mecânicas atuais são favoráveis às tarefas dos cirurgiões e continuam oferecendo um bom retorno tátil e um bom contato direto com os tecidos dos cirurgiados” (BERGUER, 1998 – pp. 459).

Falcão (1993) realizou uma pesquisa para checar o conforto e a habilidade, a precisão e o tempo no trabalho do cirurgião plástico durante o uso do instrumental cirúrgico. A autora utilizou técnicas de observações direta e indireta (registro em vídeo), entrevistas e questionários com os cirurgiões. Uma análise comparativa dos movimentos das mãos, do tempo e da frequência do uso dos instrumentos mostrou que a maioria dos instrumentos apresentou problemas em relação ao design das pegas, contrariando os princípios da biomecânica. A manipulação é melhor quando o punho encontra-se em posição relaxada, isto é, quando o eixo do dedo médio está alinhado com o eixo do antebraço e faz um ângulo de 100 a 110 graus com o eixo que passa pela palma da mão. As pegas de alguns instrumentos

como fórceps, aspirador de campo e porta-agulha apresentaram queixas entre os cirurgiões. Falcão aponta, ainda, que a maioria dos instrumentos exige um esforço muscular por parte dos usuários: para se adaptarem aos instrumentos, os cirurgiões adotam uma postura de flexão de punho em um movimento acentuado de adução. Os resultados das entrevistas da pesquisa realizada mostraram que a maioria dos cirurgiões está acostumada a trabalhar anos com os mesmos instrumentos, portanto, não percebem que estes têm problemas. Admitem que a fadiga ou desconforto pode ser causado pelo tempo de trabalho e não fazem relação entre a posição da mão assumida com o tipo de instrumento usado (FALCÃO, 1993).

Considerando o design inadequado das pegas dos instrumentos avaliados e critérios biomecânicos, a autora projetou e testou protótipos de pegas de alguns instrumentos, como porta-agulha, tesoura e afastadores. A técnica utilizada para a avaliação de conforto desses instrumentos foi um aparelho de EMG (Eletromiografia) com um detector que emite um som proporcional ao esforço muscular (áudio *feedback*). No experimento comparativo entre os “instrumentos tradicionais e os protótipos projetados ficou claro que, tanto no aspecto de conforto quanto no aspecto semântico, houve uma boa aceitação da nova forma dos instrumentos projetados pelos usuários” (FALCÃO, 1993 – pp. 331).

### **A postura de trabalho**

Os procedimentos operatórios em cirurgia aberta, geralmente, exigem que o cirurgião adote a postura de pé, posições corporais assimétricas e necessidade ocasional para exercer forças substanciais sobre o sistema músculo esquelético. Até recentemente, algumas poucas informações quantitativas sobre as cargas músculo esqueléticas, experimentadas pelos cirurgiões, têm sido publicadas.

Num levantamento epidemiológico realizado por Magalhães et al. (2000), com médicos cirurgiões de um Hospital Universitário, foram encontrados os seguintes aspectos ergonômicos relacionados ao trabalho deste profissional:

- Há uma carga de trabalho elevada, em virtude do inadequado posto de trabalho e da carga horária excessiva, provocando problemas não só para a saúde dos mesmos como dos pacientes que estão sendo operados. É necessário a reavaliação destas questões a fim de se procurar medidas adequadas para a melhoria do trabalho de cada cirurgião,

atender às necessidades de cada um, ou seja, de cada especialidade, de acordo com as suas necessidades específicas;

- os cirurgiões são obrigados a desenvolver seus trabalhos muitas vezes em condições ambientais e técnicas não muito adequadas, ou seja, com problemas de iluminação, ruídos, materiais cirúrgicos, além de problemas organizacionais como o pessoal da enfermagem e da diretoria do hospital que por vezes buscam aumentar ao máximo a quantidade das cirurgias e, em consequência, diminuindo a qualidade das mesmas;
- diante de um paciente doente e da necessidade de realização de uma cirurgia, torna-se imprescindível, aos cirurgiões, tranquilidade, competência e habilidade, uma vez que uma vida está em perigo. A prática cirúrgica exige muitas horas em posições desconfortáveis e inadequadas para a saúde, de acordo com o tipo de cirurgia e do estado do paciente. Muitas cirurgias de grande porte exigem a presença de uma quantidade maior de cirurgiões, porque é necessário ficar de pé, estático, com a atenção voltada para o campo cirúrgico e com o pescoço em flexão, movimentando cuidadosamente as mãos e os dedos. Essa posição é muito prejudicial à circulação sanguínea, podendo gerar problemas de varizes e, conseqüentemente, dores nas pernas, além de ser prejudicial para a coluna, podendo gerar dores e deformidades irreversíveis.

Segundo Diniz (1999), o cirurgião geral que lida com procedimentos eletivos, geralmente, realiza suas tarefas de pé utilizando a mobilidade da mesa cirúrgica - que permanece próxima ao corpo durante grande parte da cirurgia - para o ajuste da altura correta para os cotovelos. Quase sempre encosta-se à mesa cirúrgica. Os membros superiores são bastante solicitados, pois sua tarefa requer habilidade manual: movimentos que exigem força – braço e antebraço - como no afastamento das estruturas da ferida operatória; em movimentos que exigem gestos firmes e precisos – punhos – como na realização de incisões e suturas; movimentos delicados e sensíveis – dedos - como na dissecação de tecidos. Na mobilidade dos membros inferiores, o único movimento obrigatório é o acionamento do pedal do bisturi elétrico, fora isto, os outros movimentos são ocasionais e, às vezes, involuntários, talvez procurando meios para descansar (figuras 15 e 16). O dorso é inclinado para frente, a cabeça, o pescoço e parte da coluna vertebral apresentam-se, durante quase todo o tempo da cirurgia, numa angulação acima de 30°.



**Figure 15 - Cirurgiões buscando uma posição de descanso para as pernas, de acordo com a pesquisa de Diniz, 1999.**



**Figure 16 - Cirurgiões buscando uma posição de descanso através de apoios improvisados, de acordo com a pesquisa de Diniz, 1999.**

Na pesquisa realizada por Diniz (1999), ficou claro que os movimentos mais comuns dos membros inferiores são:

- manter o peso do corpo em uma só perna, enquanto a outra fica semi-flexionada (de maneira alternada);
- apoiar a perna em qualquer objeto que estiver ao seu alcance (o pé da mesa cirúrgica, o apoio para o instrumentador, por exemplo);
- cruzar uma perna para frente ou para trás da outra, para tirar a sobrecarga do corpo;
- dar pequenos passos para as laterais (esquerda/direita e vice-versa).

Em suma, a movimentação do cirurgião depende do procedimento cirúrgico pretendido e da busca de descanso. São movimentos rápidos e curtos, podendo ser classificados como micro-movimentos. Nos primeiros minutos do ato cirúrgico, este profissional quase não se movimenta. Com o decorrer do tempo, este movimento torna-se cada vez mais involuntário e freqüente.

A postura sentada é utilizada quando se trabalha em períodos prolongados, no caso de manobras de sutura, e também oferece uma postura mais estável para o controle de instrumentos em procedimentos de microcirurgia. Na verdade, a postura sentada tem sido a preferida para trabalhos que envolvem manejos finos, de precisão, e sugere-se que o cirurgião adote esta postura por pelo menos um tempo das operações (BERGUER, 1999). No entanto, atualmente, o que se vê nas salas de cirurgia é a adoção da postura de pé durante toda a cirurgia, exceto em alguns casos onde a postura sentada é imprescindível, como nas cirurgias proctológicas e neurocirurgias.

Congleton et al. (1985) desenvolveram uma cadeira especial denominada “postura neutra” tendo como base a análise das posturas ocupacionais dos cirurgiões durante procedimentos de microcirurgia. Para eles, a postura neutra do corpo é definida como a postura que se encontra com o peso distribuído, onde os sistemas dos músculos, tendões e ligamentos ativos sobre as articulações estão em total balanceamento e equilíbrio. Os autores buscaram meios para reduzir ou, até, eliminar a carga física experimentada pelos cirurgiões de microcirurgia durante a realização de suas atividades na postura sentada (sendo que estes mantêm a postura sentada durante um tempo estimado entre 15min ou por mais de 6h). Esta pesquisa foi baseada em pesquisas realizadas por Mandal (1982), o qual afirma que uma postura mais vertical permite uma melhor respiração, reduz o aumento de volume dos tornozelos, acentua a habilidade para movimentar as pernas mais livremente e permite uma grande tendência para o surgimento de um assento universal, pois a postura neutra é definida como uma posição entre a postura sentada e a postura de pé. Os autores dizem que as áreas importantes em relação à determinação de *guidelines* para o projeto da cadeira cirúrgica são: estabilidade, mobilidade, encosto, apoios para os braços, apoios para os pés, limpeza, material confortável (acolchoado). A cadeira deve ser estável, ainda que móvel; o assento universal deve ser estável para permitir deslocamentos na postura, e a sua base deve resistir aos movimentos de inclinação; as luvas do cirurgião devem ficar estéreis durante a operação, eles não podem, portanto, ajustar controles a não ser que os botões de ajuste sejam cobertos com sacos

estéreis; a cadeira deve ser projetada de modo que o cirurgião não precise abandoná-la quando estiver procurando os botões para a melhor forma de ajuste. O estudo mostrou que a cadeira de postura neutra é superior à cadeira da marca *Strykermedical*<sup>®</sup> (figura 17), geralmente usada pelos cirurgiões, no que diz respeito ao conforto em geral, conforto de regiões corporais e todos os itens mencionados anteriormente .



Figure 17 - Cadeira *strykermedical* ([www.strykermedical.com](http://www.strykermedical.com)).

### **Avaliação da fadiga muscular e estresse**

Kant et al. (1992) usando o método OWAS (*Ovako Working Posture Analysing System*) estudaram a postura dos médicos e enfermeiros e descobriram que os cirurgiões estão expostos a uma carga física no sistema músculo esquelético devido à elevada incidência de flexão estática da cabeça e das costas. Conforme Kant et al. (1992), essa carga física é agravada pela expressiva evidência de posturas de trabalho puramente estáticas. Os autores consideram que os cirurgiões gerais estão expostos à um elevado risco de doenças músculo esqueléticas nas costas e no pescoço/ombro. Mirbod et al. (1995) realizaram seu estudo entre cirurgiões de traumatologia e cirurgiões gerais e concluíram que as principais queixas dos cirurgiões foram a dor e a rigidez nos ombros e na coluna lombar. Além disto, constatou-se um elevado índice de dores no pescoço, entorpecimento nos dedos, dores nos punhos e dor de cabeça (cefaléia). Cook (1993) avaliou se os cirurgiões que ficam de pé em tapetes especiais apresentavam menos fadiga nas pernas do que quando estão de pé numa superfície normal e não encontrou diferenças significativas relacionadas ao desconforto/dor na região das pernas ou na musculatura envolvida na região da coluna vertebral. Berguer et al. (1997) realizaram uma pesquisa para tentar determinar quais as diferenças no movimento do esqueleto axial do cirurgião em cirurgia de laparoscopia e em cirurgia aberta. As posturas dos cirurgiões foram

registradas em vídeo e analisadas pela técnica de cinemetria e o centro de pressão foi registrado por meio de uma plataforma de força. Os resultados mostraram que durante a cirurgia de laparoscopia os cirurgiões exibiram uma postura mais ereta (anatomicamente neutra) e mais estática da cabeça e das costas. Esta postura mais limitada durante a realização de cirurgia laparoscópica pode resultar em fadiga. Luttmann et al. (1996) fizeram uma análise eletromiográfica em grupos musculares de cirurgiões de urologia. O desenvolvimento da fadiga muscular foi confirmado em 11 das 14 cirurgias no músculo do trapézio dos cirurgiões.

McRoberts et al. (1999) aplicaram um questionário aos cirurgiões de urologia buscando relatar as vantagens do desempenho dos procedimentos diagnóstico e terapêutico da cirurgia de endoscopia urológica realizados na postura de pé. Os resultados mostraram que a técnica de cirurgia transuretral realizada de pé minimiza o estresse postural na vértebra cervical e torácica dos cirurgiões, enquanto otimiza a visualização e a mobilidade dos procedimentos.

### **A carga física e mental**

Segundo Berguer (1997), com a introdução de novas tecnologias nas salas cirúrgicas, as demandas psicológicas aumentaram em muitas áreas, inclusive na medicina. A cirurgia tem sempre sido associada com as cargas mental e emocional relacionadas ao desafio técnico das operações cirúrgicas, assim como ao contexto humano do trabalho. Algumas pesquisas já iniciaram um conhecimento científico sobre a carga mental e cardiovascular no trabalho de cirurgiões e esta informação indica que as operações desempenhadas pelo cirurgião são estressantes tanto física quanto mentalmente.

Levey (1959) publicou um trabalho sobre dispêndio energético do pessoal da sala de operação durante o seu trabalho e concluiu que as atividades como a escovação das mãos e os procedimentos de amputação causam uma grande produção de energia, porém a energia total gasta pelos cirurgiões na sala de operação não se encontrou acima de níveis sedentários.

Payne & Rick (1986), também publicaram (tabela 1) que os cirurgiões apresentaram uma frequência de batimentos cardíacos significativa durante as operações em comparação com os anestesistas (101 contra 78 batidas por/minuto respectivamente nas mesmas salas de operação), justificando esse achado pelo fato de que os cirurgiões permanecem de pé durante um tempo prolongado, realizando tarefas manuais com iluminação focada que força a inclinação e manutenção de postura do pescoço e, ainda, que essa diferença de FC está

diretamente relacionada à demanda metabólica elevada exigida durante o trabalho dos cirurgiões.

**Tabela 1 – Percentual de Batimentos Por Minuto (BPM) de anestesistas e cirurgiões durante um dia de trabalho (PAYNE & RICK, 1986).**

	< 60	60-80	80-100	> 100	Minutos (média)
Média* para 8 anestesistas por 12 dias	9	44	36	7	631†
Média para 8 cirurgiões por 11 dias	7	30	40	23‡	881

\*Não é assumido que estes achados se aplicam aos anestesistas em geral.

†Leva-se em consideração que em 8hs de trabalho diário contém 480 min.

‡Diferença significativa em  $p < 0.05$

Czyewsaka et al. (1983) descobriram que os cirurgiões exibem uma diminuição significativa durante medições de Variação de Frequência Cardíaca (VFC) na cirurgia propriamente dita e atribuiu isto à carga mental imposta aos cirurgiões. Assim, há uma substancial evidência de que os cirurgiões experimentam um estresse cardiovascular durante as operações, e que a amplitude deste estresse parece exceder o desempenho físico atual do trabalho (consumo de oxigênio). Os autores também realizaram entrevistas e observações assistemáticas com os cirurgiões (que realizavam cirurgias de colicistectomia e apendectomia) e concluíram que a carga emocional e a tomada de decisão mais importante ocorrem durante a operação propriamente dita e que este fato é menor durante a sutura de pele e menor ainda durante a incisão inicial. Czyewsaka et al. (1983) relatam, ainda, que subjetivamente é possível afirmar que as demandas ou limitações da visualização e manipulação durante a cirurgia de VL impõem carga mental e física aos cirurgiões durante esses procedimentos.

Czyewsaka et al. (1983) destacam que, em 1963, Kalsbeek e Ettema descobriram que a carga mental sob condições de laboratório causa uma diminuição na arritmia cardíaca fisiológica. Desde então, muitos artigos têm confirmado o valor de medidas da extensão da arritmia cardíaca para avaliar a carga mental. No seu estudo, avaliou-se a arritmia cardíaca por meio de alguns índices comparativamente fáceis de calcular, para se determinar quais deles melhor refletem as mudanças na arritmia durante a tomada de decisões durante os procedimentos

cirúrgicos. A psicologia do comportamento contemporâneo atribuiria este efeito à carga mental de trabalho requerido pelos cirurgiões para desempenhar a cirurgia.

Bertram (1991) utilizou técnicas qualitativas para tentar validar a sua hipótese de que com o aumento das demandas (carga física) no trabalho dos médicos clínicos, aumenta também a carga mental; como resultado, tem-se uma diminuição da sua performance. O autor baseou-se numa abordagem conceitual, resultante de uma confluência de informações obtidas da literatura médica e da ergonomia. Para Bertram (1991), a carga mental do médico é definida como as demandas e a complexidade/dificuldade das tarefas cotidianas, como cuidados com os pacientes, que refletem o efeito combinado de demandas impostas pelas exigências das tarefas, apoio de pessoal, informação e equipamentos fornecidos, experiência e habilidades dos médicos, estratégias adotadas, esforço exercido e respostas emocionais às diferenciadas situações. Os dados da pesquisa foram obtidos a partir da aplicação de um questionário com perguntas fechadas de acordo com uma escala contínua. Os resultados encontrados mostraram que, estatisticamente, há correlação entre a carga mental e a carga física no trabalho dos cirurgiões. Porém, Bertram enfatiza que são necessários estudos mais aprofundados, com medições objetivas, para dar consistência a essa afirmação. A maioria dos cirurgiões relata altos níveis de decepção técnica durante as operações complexas minimamente invasivas. Por outro lado, de maneira objetiva ou quantitativa, ainda não há dados consistentes que investiguem as relações entre a carga mental e a carga física com o desenvolvimento das estratégias tecnológicas e os cirurgiões (BERGUER, 1999).

A seguir, serão descritas abordagens qualitativas e quantitativas que podem ser usadas para avaliar as cargas física e mental e que podem ser aplicadas para analisar o trabalho do cirurgião eletivo, no que diz respeito a essas cargas.

### 3 AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO

As atividades implicadas no trabalho, seu ambiente físico e social, exercem sobre o trabalhador um certo número de constrangimentos, exigindo-lhe gastos de naturezas diversas: físico, mental, afetivo – e acarretando, portanto, desgastes e custos para o indivíduo. Os custos humanos do trabalho – mortes, mutilações, lesões permanentes e temporárias, doenças e fadiga – são resultantes dos acidentes e incidentes, da carga de trabalho. A carga de trabalho, por sua vez, é consequência dos constrangimentos impostos ao operador/trabalhador durante a realização das tarefas. Para Moraes & Mont'Alvão (2000), a carga de trabalho é a relação entre constrangimentos impostos pela tarefa, pela interface, pelos instrumentos e pelo ambiente, em conjugação com as atividades desempenhadas e a capacidade de trabalho do operador. Mais ainda: estas mesmas condições, além de determinarem a carga de trabalho, influenciam a performance do sistema – o rendimento do trabalho, a produtividade e a qualidade.

Moraes (1992) discrimina a carga de trabalho baseando-se na proposição da Comissão de Pesquisa de Medicina do Trabalho da Organização Holandesa de Saúde (CARGO) (figura 18), do seguinte modo:

- carga externa: será determinada pela combinação dos fatores que são inerentes à situação de trabalho e que causam reações no homem (ambiência física, operacional, organizacional);
- carga funcional: significa a combinação dos fenômenos implicados na carga externa, com as exigências e constrangimentos da tarefa, com o desempenho das atividades da tarefa;
- capacidade de trabalho: significa a maior energia possível que o homem é capaz de despende de um dado modo de trabalho durante um certo período de tempo;
- grau de carga/carga de trabalho: é a relação entre a carga funcional e a capacidade de trabalho.

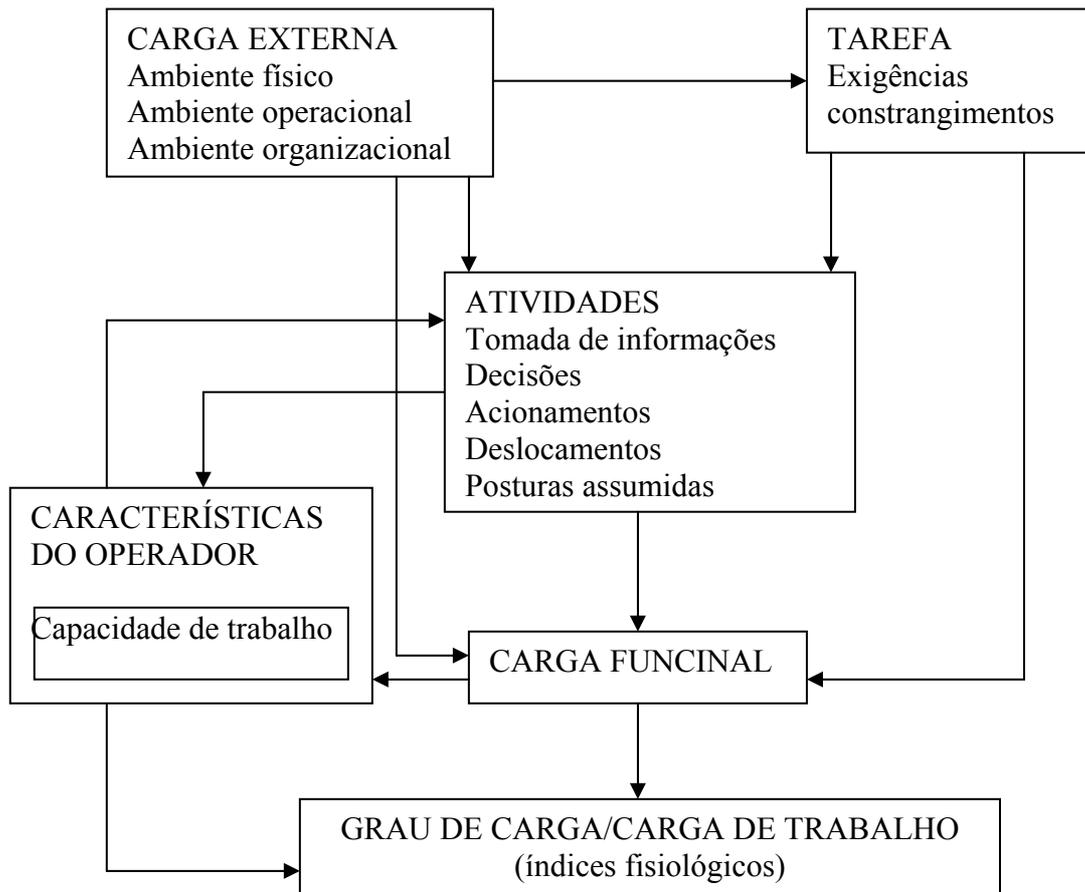


Figure 18 - Discriminação da carga de trabalho segundo a CARGO (MORAES, 1992).

Hart (1982) define carga de trabalho como uma experiência subjetiva causada por fatores externos e internos como a motivação, habilidade, expectativa, capacitação/treinamento, tempo disponível, estresse, fadiga, entre outros, além do número, tipo e dificuldade das tarefas desempenhadas, o esforço expendido e o sucesso dos requisitos da tarefa. Por outro lado, Kantowitz (1987) afirma que essa concepção de que a carga de trabalho seja puramente uma experiência subjetiva implica que algumas técnicas de mensuração sejam mais diretamente, e portanto mais efetivamente, recomendadas para a carga de trabalho, em particular as técnicas que usam as escalas como um meio de avaliação. Isto quer dizer que se o conceito de Hart (1982) estivesse certo, os meios para se mensurar a carga de trabalho (física e mental) seriam limitados.

Para Wickens et al. (1998), o conceito de carga de trabalho pode ser mais fácil e, intuitivamente, entendido de acordo com a razão entre o tempo necessário (requerido) e o tempo disponível para se realizar determinadas tarefas. Quer dizer, pode-se relacionar uma

carga de trabalho elevada com a seguinte frase: “muita coisa para se fazer em pouco tempo”. Os autores afirmam, ainda, que o conceito de carga de trabalho é mais complexo do que isso, porém pode-se considerar a razão Tempo Requerido/Tempo Disponível (TR/TD) para a realização de tarefas, como um fator inicial para se entender esse conceito.

Priorizando a questão de processamento de informação, De Waard (1996) considera que a carga de trabalho descreve o efeito que a demanda tem sobre o operador em relação à quantidade de fases ou estágios que serão utilizadas no processo de informação, em termos de esforço mental e físico. Mais ainda, a carga de trabalho é a especificação da quantidade de informação processada pela capacidade empregada para se desempenhar a tarefa. Vários fatores, de ordem física e mental, podem influenciar o nível de carga de trabalho, entre eles: o esforço requerido para se realizar determinada tarefa, o nível de dificuldade da tarefa (relacionado à carga mental), fatores ambientais (temperatura, ruído, vibração, iluminação, etc), fatores organizacionais (carga horária, quantidade de pausas no trabalho, folgas, etc) e fatores psicossociais (integração entre os colegas de trabalho, frustração, ansiedade, etc). De Waard (1996) afirma, ainda, que a carga de trabalho depende da individualidade, quer dizer, cada operador reage de uma forma diferente a um mesmo nível de exigência.

Em suma, pode-se notar que a carga de trabalho (física e mental) apresenta características e fatores que podem influenciar nas tentativas de sua mensuração. As seções a seguir apresentam as principais características da carga física e da carga mental de trabalho e técnicas mais usadas para a sua avaliação. Dá-se ênfase, principalmente, às técnicas utilizadas na presente tese, como: medições fisiológicas (Frequência Cardíaca (FC), Pressão Arterial (PA), níveis hormonais (cortisol, ACTH e catecolaminas), medições subjetivas (NASA-TLX – *Task Load Index*) e semi-quantitativas (REBA – *Rapid Entire Body Assessment*).

### **3.1 Avaliação da Carga Física de Trabalho (CFT)**

O corpo humano, sistema anatômico de extrema complexidade, capaz de realizar movimentos de grande intensidade de força ou movimentos de precisão e harmônicos, está constantemente exposto à demanda física. De acordo com Kilbom (1995), há três tipos de demanda física, geralmente estudados pela ergonomia: a) a movimentação do corpo ou de seus segmentos (caminhar e correr, por exemplo); b) o levantamento de peso ou transporte de cargas; e c) a manutenção ou sustentação de posturas ocupacionais. Essas situações estão relacionadas com

fatores de risco que podem levar à Carga de Física de Trabalho (CTF), como: a repetitividade e o uso forçado de grupos musculares (geralmente presente em circunstâncias de trabalho físico) e a manutenção inadequada de posturas ocupacionais (geralmente presente em circunstâncias de trabalho dinâmico).

O estudo de certos princípios da fisiologia (como os sistemas circulatório e respiratório) e da biomecânica é necessário para se entender e analisar a CTF resultante do trabalho estático (posturas assumidas) e do trabalho dinâmico (movimentação corporal). Transformações que ocorrem nos sistemas circulatório e respiratório, como na ventilação e na frequência cardíaca, podem refletir a intensidade do trabalho muscular. Conforme Martinez & Loss (2000), a biomecânica oferece suporte científico para o entendimento das forças; da postura, que determina as forças internas sobre os músculos, tendões, ossos e articulações; da repetição, pelo estudo de variáveis como deslocamento, velocidade e aceleração, além de atrito dos tendões e músculos.

Para Louhevaara (1999), a quantidade e forma de reação frente à Carga Física de Trabalho (CTF) podem variar conforme for a razão das contrações musculares estática e dinâmica, o *output* da força, a frequência e a duração das contrações e as características individuais das pessoas (estrutura muscular e idade, por exemplo). Em suma, a quantidade de carga que é movimentada ou suportada (mantida) e a duração em que ela é imposta podem influenciar, gradativamente, no desempenho e na reação do corpo humano.

De acordo com Kilbom (1995), há várias técnicas de avaliação da carga física, tanto em situações relativas ao trabalho estático quanto ao trabalho dinâmico, assim como seus efeitos. Dentre elas: medições subjetivas/qualitativas (como o registro de desconforto, escalas de Borg (RPE – *Rating of Perceived Exertion*), *Check lists e* protocolos), mensurações quantitativas (análise de sinais eletromiográficos - registro de impulsos elétricos dos grupos musculares -, goniometria – registro e avaliação de variações angulares, dinamometria – medição de forças externas exercidas entre o corpo e o meio ambiente, cinemetria – registro e análise de movimentos, termografia – registro e avaliação da temperatura distribuída em determinada região corporal, vibromiografia – estudo de vibrações com acelerômetros, mensuração de frequência cardíaca, do consumo de oxigênio, etc) e semi-quantitativas, por meio de técnicas de avaliação de postura, tais como: NIOSH (WATERS et al., 1994), OWAS (KARHU et al., 1977), RULA (McATAMMEY & CORLETT, 1993), REBA (HIGGNETT &

McATMANEY, 2000), etc. Na presente tese, serão descritas, em detalhes, somente as técnicas de mensuração utilizadas para a avaliação da carga física relacionada ao trabalho do cirurgião eletivo, especificamente, durante a realização de cirurgias eletivas: mensuração da Frequência Cardíaca (FC), mensuração da Pressão Arterial (PA), mensuração dos níveis de Noradrenalina (Na) e a técnica de avaliação de posturas REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) proposto por Hignnett & McAtmaney (2000).

### **3.2 Avaliação da Carga Mental de Trabalho (CTM)**

De acordo com Guimarães (2001), a ergonomia cognitiva avalia os fatores cognitivos envolvidos no sistema homem-máquina no que diz respeito à detecção de sinais até o processamento de informação, tomada de decisão e emissão de resposta. O enfoque de estudo da ergonomia cognitiva é o usuário, o sistema que o engloba e a tarefa a ser desempenhada de acordo com o conteúdo mental envolvido, apesar de os trabalhadores se queixarem de perturbações físicas tal como desconforto/dores nas costas, no pescoço, ardor nos olhos, dor de cabeça etc., as quais também estão relacionadas com a forte concentração mental.

O ser humano apresenta limitações para processar uma grande quantidade de informação. Se durante a realização de uma tarefa essas limitações forem excedidas, há uma grande probabilidade de acontecer uma sobrecarga mental acarretando em erros e decréscimo de desempenho. Guimarães (2001) afirma que, em ergonomia, é importante saber quais os perfis dos operadores para desempenhar determinada tarefa, para desempenhar outras tarefas adicionais, para atuar em procedimentos de emergência, se pode trabalhar com conforto e segurança, enfim, identificar e/ou definir sobrecarga mental. Alguns fatores que importam na sobrecarga mental de trabalho são: estresse prolongado; sobre esforço físico; monotonia; falta de segurança/instabilidade; alta demanda por produtividade; magnitude e precisão das respostas; demandas simultâneas de fontes múltiplas; heterogeneidade de processamento; alta demanda da capacidade de memória; divisão de atenção. Estes fatores dependem da individualidade, pois cada pessoa reage de uma forma ao meio externo e não trabalha sempre de uma mesma forma em qualquer situação.

Nesta seção, serão abordados alguns conceitos básicos para se poder entender o que é a Carga Mental de Trabalho (CTM) e técnicas para a sua mensuração e avaliação.

### **3.2.1 CTM: conceito, características e terminologias adotadas.**

A Carga de Trabalho Mental (CTM) é essencialmente um tópico pragmático, apresentando um conceito multidimensional relacionado com as teorias do comportamento (KANTOWITZ, 1987, pp. 57). De acordo com Keith et al. (1993), o conceito de carga mental, apesar de contínuos problemas de definição e mensuração, tem sido abordado por muitos pesquisadores. Para Xie & Salvendy (2000), embora o conceito de Carga de Trabalho Mental (CTM) seja difícil de ser entendido ou completamente definido, certamente pode-se afirmar que ele é multi-facetado e que tem uma relação direta com a habilidade do operador/trabalhador/usuário para manter ou alcançar um determinado nível de desempenho. Xie & Salvendy (2000) afirmam, ainda, que a CTM é um certo nível de trabalho ou esforço mental necessário para se completar uma tarefa num determinado período de tempo.

Para Wickens et al. (1998), o conceito de carga de trabalho pode ser entendido de acordo com a razão entre o tempo requerido e o tempo disponível para que se possa realizar determinadas tarefas. Quer dizer, pode-se relacionar uma carga elevada de trabalho com a seguinte frase: “muita coisa para se fazer em pouco tempo”. Os autores afirmam, ainda, que o conceito de carga de trabalho é mais complexo do que isso, porém pode-se considerar a razão Tempo Requerido/Tempo Disponível (TR/TD), para a realização de tarefas, como um fator inicial para que se possa entender esse conceito.

De Waard (1996) define a CTM como o resultado de uma situação em que a demanda de uma tarefa traga a um operador/usuário/trabalhador um esforço que exige um nível acima de sua capacidade para lidar com esta demanda. Neste caso, a CTM é, exclusivamente, atribuída por uma fonte externa e, entretanto, melhor definida em termos da carga percebida, quer dizer, relacionada a um operador específico e não somente a uma tarefa específica. Xie & Salvendy (2000) ressaltam que cada indivíduo tem um nível de capacidade para processar as fontes envolvidas com as informações recebidas.

Para se entender o processo da CTM é preciso a descrição de alguns conceitos básicos. De Waard (1996) afirma que a terminologia usada em pesquisas relacionadas à CTM tem sua origem nas teorias das ciências cognitivas e fisiológicas. No geral, os termos usados apresentam, às vezes, significados variados e de difícil entendimento pois não há um consenso entre os pesquisadores envolvidos com o estudo da CTM. Nesta tese, assumem-se os mesmos

conceitos de De Waard (1996). Conforme De Waard, os termos “demanda da tarefa”, “esforço”, “dificuldade”, “capacidade” e “fontes” são os considerados básicos no estudo da CTM.

### **Demanda**

A demanda é determinada pela meta que é atingida por meio da realização de uma tarefa. A meta pode ser definida em termos gerais, tal como “o avião deve pousar com segurança” e por sub-metas. A meta pode ser estabelecida de acordo com a concepção da tarefa ou interpretação subjetiva da tarefa em termos de precisão ou velocidade para que seja realizada. As sub-metas são quase sempre auto-estabelecidas, por exemplo, primeiro a ação A e depois a B (ou o contrário), e geralmente dá-se prioridade às sub-metas que podem influenciar as metas gerais e a demanda.

O termo complexidade está diretamente relacionado à demanda. A complexidade é diretamente proporcional às fases (estágios) do processo requerido para se realizar uma tarefa, isto é, quanto maior o número de fases de uma tarefa maior é sua complexidade. A demanda e a complexidade são fatores considerados externos, mas ambas dependem também da meta estabelecida para o desempenho de uma tarefa.

### **Esforço**

O esforço, processo de mobilização voluntária das capacidades cognitivas para lidar com a demanda, e que reflete a reação do operador frente à demanda da tarefa, também é um outro fator que influencia o nível de CTM (DE WAARD, 1996).

### **Dificuldade**

Além do esforço e da razão TR/TD, mencionada por Wickens et al. (1998), De Waard (1996) relata que a dificuldade de uma tarefa também é um outro fator relacionado à carga de trabalho. A dificuldade da tarefa está relacionada à quantidade de fontes alocadas pelo indivíduo para realizar uma tarefa e depende, ainda, da estratégia ou política de alocação destas fontes, da situação em si (contexto), do estado (emocional, disposição/ânimo e também condição mental e física) e da capacidade do operador. Um exemplo bem simples para se

tentar entender a definição do termo dificuldade é um exame de matemática: os cálculos usados no exame podem ser fáceis, de certa forma, para alguém que estudou e treinou as questões (experiente) e muito difíceis para alguém que tem um primeiro contato (novato) com o exame e com as questões relativas a ele.

### **Capacidade e fontes**

Os conceitos de “capacidade/habilidade” e de “fontes” também são importantes para o entendimento de uma definição da CTM pois ela é influenciada pelas capacidades/habilidades individuais, estratégias aplicadas para a realização da tarefa, assim como condições emocionais (disposição/ânimo), mental e física do operador. Seguindo as idéias de Wickens (1992) por De Waard (1996), considera-se que a capacidade é o processo que envolve as habilidades desenvolvidas para realizar uma tarefa.

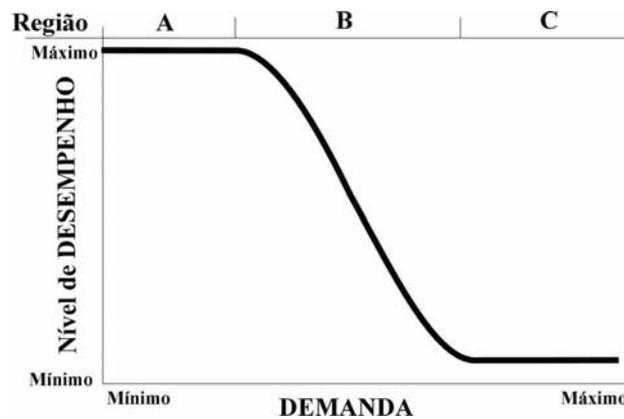
As fontes representam o esforço mental exercido para agilizar a eficiência durante a percepção e interpretação de um processo de informação. As fontes são caracterizadas por duas propriedades gerais: a sua organização e preparação estão sob controle voluntário. A relação entre alocação de fontes e desempenho da tarefa é, supostamente, linear até o momento em que todas as fontes sejam investidas. Daí em diante, mais nenhuma fonte pode ser investida e a performance da tarefa ficará estável (constante).

Conforme O’Donell & Eggemeier (1986), o ser humano tem um limiar para o fator capacidade ao processar e responder informações, isto é, se o processo de informação e as demandas de resposta de uma tarefa excedem os limites da capacidade do operador/trabalhador, o resultado será uma sobrecarga que pode levar à diminuição do seu desempenho.

### **Sobrecarga mental: relação entre capacidades e demandas**

A relação entre a demanda e o desempenho de uma tarefa foi descrita por Meister (1976) que definiu três regiões: na primeira (região A), a demanda se encontra num nível mínimo e o desempenho, por sua vez, num nível máximo. Nesta região, mesmo que houver um aumento na demanda, não haverá um decréscimo de performance ou desempenho; na segunda (região B), o nível de desempenho diminui com o aumento da demanda da tarefa e aumento da CTM;

na terceira (região C), se a demanda chegar a um nível máximo, a performance diminui e permanece neste nível mesmo que a demanda sofra novos aumentos (figura 19).



**Figure 19 - Relação hipotética entre a demanda e a performance (de acordo com MEISTER, 1976).**

De acordo com o modelo proposto por Meister (1976), as técnicas de medição da CTM na tarefa primária ou principal (medição de performance ou desempenho, por exemplo) somente serão sensíveis às variações na região B. Na região A, o nível de desempenho permanece constante num nível máximo e independe das variações da demanda, enquanto que, na região C, o desempenho permanece constante num nível mínimo e, também, independe das variações da demanda. Outras técnicas, como as medições subjetivas (ou auto-avaliação), podem ser sensíveis à CTM na região B e podem claramente revelar uma sobrecarga na região C.

Yerkes & Dodson (1908) realizaram pesquisas em ratos durante situações que envolviam ansiedade e alerta de perigo e produziam estresse e o resultado destas pesquisas foi a modelagem denominada U-invertido. Os autores chegaram à conclusão de que a performance primeiro aumenta até um ponto conhecido como “nível ótimo de alerta” até começar a entrar em processo de declínio com o aumento do estresse indicado pelo alerta. O nível de alerta é elevado tanto para tarefas simples como para tarefas complexas. A modelagem denominada U-invertido de Yerkes & Dodson (1908) sobre o “alerta fisiológico” (figura 20) serviu de inspiração para a modelagem de Hebb (1955) que relacionou a performance, a demanda e a CTM.

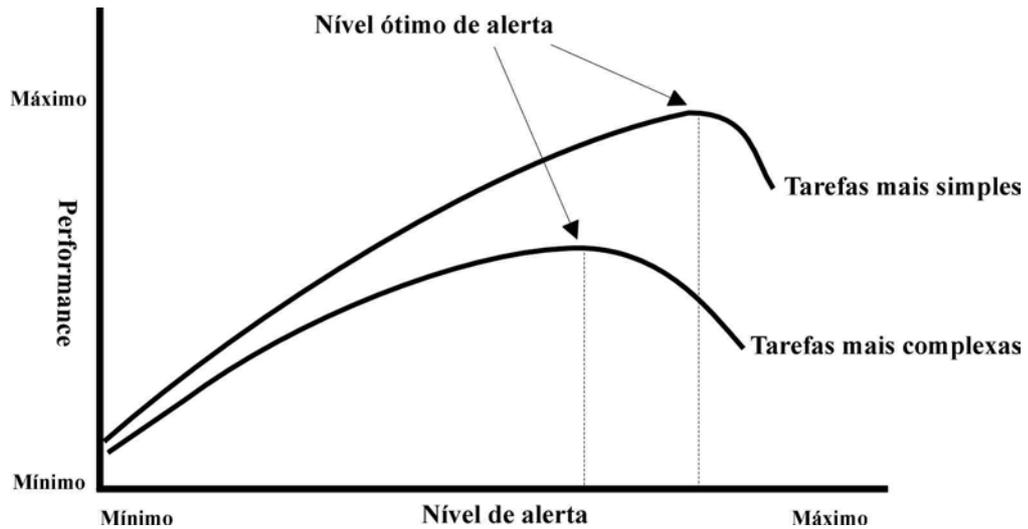


Figure 20 - Relação entre o nível de alerta (introduzido pelo estresse) e a performance (YERKES & DODSON, 1908).

A modelagem de Reid & Colle (1988) apresenta uma região adicional na extremidade esquerda da escala, denominada região D ou região de desativação. Os efeitos de tarefas monótonas, por exemplo, estão situados nessa região. A modelagem de Reid & Colle apresenta regiões de transição da região A, denominadas A1, A2 e A3 (figura 21). Na região A2, o operador pode facilmente interagir com as demandas da tarefa, tendo o desempenho num nível elevado, mesmo com um aumento na demanda. Nas regiões A1 e A3, o desempenho ainda não se encontra em processo de declínio e o operador consegue manter o nível de desempenho, mesmo se acontecer um aumento de esforço. Porém, se o operador precisar de um esforço contínuo para manter o desempenho ou acontecer uma variabilidade desse esforço (elevada frequência de picos de esforço), o resultado será o aparecimento do estado de estresse, que é uma situação prejudicial e deverá ser evitada. Quando a demanda aumenta, inicialmente na região A2, a capacidade/habilidade do operador para a compensação (de esforço) será excedida, a qualquer momento assumindo uma posição de transição entre as regiões A3 e B. Na região B, o desempenho é afetado e decresce até chegar na região C.

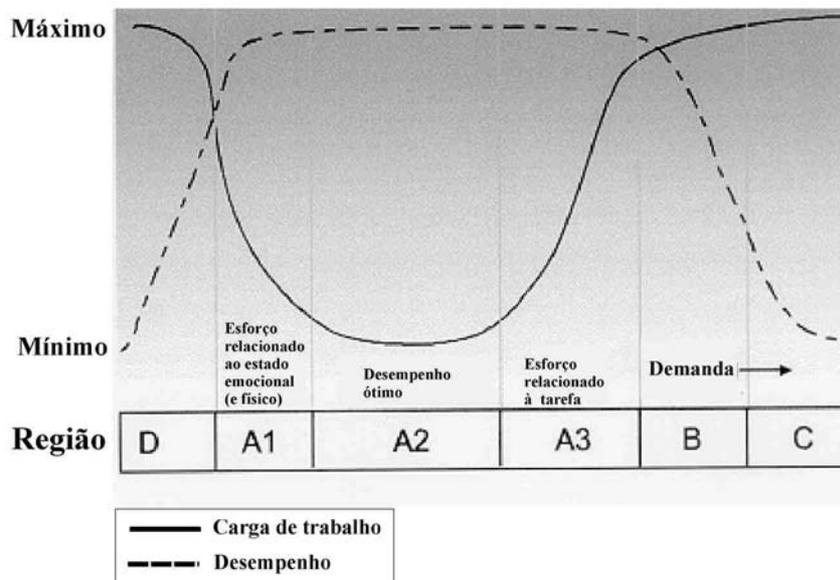


Figure 21 - Gráfico ilustrativo das relações entre o desempenho e a carga de trabalho envolvidos numa tarefa em relação à demanda (REID & COLLE, 1988).

É importante observar que a demanda representada no eixo X do gráfico na figura 20 não está diretamente ligada à região de desempenho. As demandas da tarefa são determinadas pelas metas que têm de ser alcançadas e pelo desempenho da tarefa. Este modelo apresenta uma idéia da dimensão que a CTM representa de acordo com a demanda e a performance ou desempenho.

### Técnicas de mensuração da CTM

Na prática, os métodos válidos para mensuração de cargas mentais devem ser usados para os seguintes propósitos: 1) alocação de funções e tarefas entre o homem e a máquina, baseado na carga mental predita; 2) comparação de estratégias para a realização de tarefas e projetos de equipamentos que envolvam carga mental; 3) supervisão do operador de equipamentos complexos para ajudar na adaptação da dificuldade das tarefas e; 4) escolha de operadores que têm elevada capacidade mental para as demandas das tarefas (LIN & HWANG, 1998).

De acordo com Lin & Hwang (1998), muitas pesquisas têm usado métodos de medição de carga mental com abordagem de variáveis fisiológicas, análise de tarefa secundária (sub-tarefa) análise de tarefa primária (principal) e medições subjetivas. Os autores dizem, ainda, que é preciso escolher a técnica de medição da carga mental de trabalho de acordo com as

suas propriedades (sensibilidade, nível de diagnóstico, nível de ação sobre as tarefas primárias, requisitos de implementação e aceitabilidade dos sujeitos da pesquisa) e o seu tipo de abordagem (avaliação subjetiva ou auto-avaliação, avaliação do desempenho e avaliações fisiológicas), relacionando, é claro, cada técnica com a meta/objetivo que se quer alcançar.

Os tipos de avaliação da Carga Mental de Trabalho serão, brevemente, descritos a seguir. Posteriormente, serão descritos, em detalhes, as técnicas utilizadas na presente tese visando avaliar a CTM relacionada ao trabalho do cirurgião eletivo, especificamente, durante a realização de cirurgias eletivas: a FC, a PA, a mensuração dos níveis de Adrenalina (A), de cortisol e ACTH e a ferramenta NASA-TLX.

### **Avaliação subjetiva ou auto-avaliação**

Lin & Hwang (1998) dizem que a avaliação subjetiva é uma técnica utilizada por muitos pesquisadores pela sua facilidade de aplicação, além de não ser uma técnica invasiva. De Waard (1996) prefere usar o termo auto-avaliação (*self-report*), com a justificativa de que, em outras técnicas, como algumas técnicas de medições fisiológicas, usam o termo “subjetivo”. Aqui serão usados os dois termos.

De Waard (1996) diz que não há ninguém melhor para julgar uma experiência com a carga mental do que as pessoas que passam por tal situação. Só o operador pode saber o quanto mais ele deve se esforçar para realizar uma tarefa antes mesmo de ocorrer qualquer decréscimo de desempenho, por isso, ele tem um importante papel nos experimentos que usam técnicas de medições subjetivas ou auto-relatos para confirmar ou refutar suas hipóteses. O desempenho e o esforço são fatores importantes para técnicas de avaliações subjetivas ou auto-avaliações devido às diferenças individuais (individualidade), além deles, deve-se levar, também, em consideração a condição física e mental e as atitudes do operador.

Dentre as técnicas de avaliação subjetiva ou auto-avaliação estão:

Escala de avaliação do esforço mental - RMSE (*Rating Scale Mental Effort*) – é uma escala unidimensional contínua desenvolvida por Zijlstra (1993). O processo de preenchimento da escala se dá pela marcação de um “X” sobre uma linha de 15cm, que apresenta um marcação

numérica a cada 10mm, onde são indicadas várias âncoras relacionadas ao esforço mental percebido (extremo, muito, pouco, nenhum esforço, por exemplo).

Escala de ativação (*Activation scale*) – é uma escala unidimensional com os mesmos princípios da RMSE. O termo ‘ativação’ está relacionado com a ativação mental percebida, como a sensação de excitação. A escala está graduada de 0 a 270mm.

### **Avaliação do desempenho**

Medições de tarefa primária (principal) – em laboratório, as medições do desempenho motor e movimentacional, do número de erros, da velocidade da performance ou do tempo de reação são usadas durante a realização de tarefa primária (principais). De acordo com O’Donnell & Eggemeier (1986), o desempenho de uma tarefa primária (principal) é uma medição da efetividade total da interação homem-máquina, ou seja, a medição é centrada na meta principal da tarefa. Todo o ciclo de realização da tarefa será observado e analisado, quer dizer, o foco das medições serão todos os estágios envolvidos na tarefa e sua seqüência de operação para que a meta principal seja alcançada.

Medições de tarefas secundárias (sub-tarefa) – as tarefas secundárias, geralmente, são aquelas adicionadas à tarefa primária (principal), o resultado desta fusão será a realização em paralelo de duas tarefas. De acordo com O’Donnell & Eggemeier (1986), há dois paradigmas que podem ser aplicados em situações que envolvam o desempenho simultâneo de duas tarefas: 1) no paradigma *loading task* (“tarefa de sobrecarga”) o desempenho da tarefa secundária é mantido, mesmo se acontecer um decréscimo no desempenho da tarefa primária. A realização simultânea de uma outra tarefa (sub-tarefa) com a tarefa principal resulta numa Carga Mental de Trabalho total, generalizada, e isto ocorre na transição da região A para a região B. Assim, as medições do desempenho da tarefa primária (principal) podem ser usadas como indicadores da carga de trabalho; 2) no paradigma *subsidiary task* (“tarefa subsidiária”) o sujeito é instruído para manter o desempenho da tarefa primária (principal).

Conseqüentemente, o desempenho da tarefa secundária (sub-tarefa) varia com a dificuldade da tarefa e indica “economia de capacidade”, ou seja, a capacidade que não foi usada é transferida para a realização da tarefa secundária. De acordo com a teoria das múltiplas fontes (Wickens, 1984) chega-se a uma elevada sensibilidade nas medições da tarefa secundária por meio de uma sobreposição das fontes que são usadas. De Waard (1996) diz que as tarefas

secundárias mais usadas são a seleção do tempo de reação das tarefas, estimação do tempo ou produção do intervalo de tempo, tarefas de busca e memorização e cálculos mentais aritméticos.

Tarefas de referência – são tarefas padronizadas desempenhadas antes e depois das tarefas em avaliação (tarefas primárias, por exemplo) e elas servem, principalmente, como um instrumento de controle, caso ocorra algum problema no processo da realização da tarefa que está sendo avaliada. Se forem adicionadas às tarefas de referência medições subjetivas e fisiológicas, pode-se inferir os custos para manter a performance da tarefa primária (principal), em particular, se o estado emocional do operador for afetado. O uso de tarefa de referência padronizada é muito comum na psicologia organizacional e ocupacional.

### **Medições Fisiológicas da CTM**

A premissa das técnicas de medição fisiológica é quantificar o esforço mental por meio de medições do alerta ou ativação fisiológica deste parâmetro (O'DONELL & EGGEMEIER, 1986). Para De Waard (1996), a vantagem das respostas fisiológicas é que elas não requerem uma resposta evidenciada exclusivamente pelo operador/trabalhador e a maioria das tarefas cognitivas não requerem um comportamento evidente. Mais ainda, a maioria das medições pode ser coletada continuamente e, com a tecnologia atual é cada vez menos invasiva e portátil. As principais técnicas de medições fisiológicas da Carga Mental de Trabalho são:

Medições da função cerebral – consta do uso de um equipamento denominado EletroEncefaloGrama (EEG) que registra a atividade cerebral durante a performance da tarefa por meio de eletrodos de superfície posicionados diretamente no couro cabeludo do crânio (O'DONELL & EGGEMEIER, 1986). O principal indicador deste tipo de medição da carga mental é o Sistema Nervoso Central (SNC).

Ponto fixo dos olhos – é a observação/medição do padrão de movimento dos olhos relacionado com a performance de tarefas (a maioria das tarefas está envolvida com uma natureza altamente visual). A medição pode ser feita por meio do EletroOculoGrama (EOG) ou por meio de registro em vídeo da reflexão da córnea.

Diâmetro da pupila – o diâmetro da pupila diminui por causa da atividade dos músculos inervados do Sistema Nervoso Parassimpático (SNP), isto em decorrência de elevação de demanda cognitiva

Piscada dos olhos/EOG – piscadas dos olhos, na falta de um estímulo identificável induzido, podem ser medidas pelas técnicas de reflexo corneano, vídeo *scanning* ou EOG. Há estudos sobre sensibilidade para a carga mental em 3 parâmetros: a) o índice, b) a duração e c) a latência (ocorrência de estímulos) das piscadas.

Medições da Frequência Cardíaca (FC) – é a medição de impulsos elétricos produzidos pela contração do coração que impulsiona a corrente sanguínea pelo sistema circulatório. O registro pode ser feito por meio de um EletroCardioGramma (ECG) ou similar. Esta técnica será detalhada na seção 3.3.1 deste capítulo.

Pressão Arterial Sistêmica– está amplamente relacionada com a diminuição da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e a diminuição da Variabilidade da Pressão Arterial Sistêmica (VPAS). A medição é realizada por meio de uma pequena bolsa presa ao dedo. A bolsa pode ser inflada com água ou ar. A pressão da bolsa é ajustada com a pressão intra-arterial e pode ser monitorada. Esta técnica será detalhada na seção 3.3.2 deste capítulo.

Respiração – a mensuração da respiração é um parâmetro utilizado para sustentar a hipótese de que o esforço cognitivo coincide com um pequeno, mas significativo, aumento do consumo de energia (DE WAARD, 1996).

Atividade eletrocutânea (*Electrodermal Activity*, EDA) – refere-se às mudanças elétricas que acontecem na pele. Estas mudanças são o resultado da atividade do Sistema Nervoso Autônomo (SNA). A EDA é expressa em termos de resistência e condução da pele, que são inversamente (não-linearmente) relacionadas.

Eletromiografia (EMG) – consiste do uso de eletrodos de superfície para o registro da atividade elétrica dos músculos. A EMG, em estudos relacionados à carga mental, tem sido usada nos músculos da região da face. Geralmente, os eletrodos são posicionados diretamente nos seguintes músculos: lateral frontalis, corrugator supercilii e orbicularis oris inferior.

## **Crêterios de aplica o das medi es da CTM**

As medi es que são usadas para avaliar a carga mental no trabalho têm diferentes cr terios que são importantes para a sele o da técnica que será utilizada nas medi es da carga mental (LUXIMON & GOONETILLEKE, 2001; DE WAARD, 1996; O'DONELL & EGGEMEIER, 1986). Os cr terios são:

Sensibilidade – está relacionada com a resposta para a seguinte pergunta: “qual o nível de capacidade que a técnica tem para registrar e apresentar as modifica es da Carga de Trabalho Mental?”. Ela está definida dentro da região de desempenho. A mensura o do desempenho de tarefas primárias não pode ser sensível   carga mental na região C ou A porque, na defini o dessas regiões, não estão incluídas as mudanças do desempenho. Entretanto, nas regiões D e B, as mudanças no desempenho refletem t bem modifica es na Carga Mental de Trabalho.

Nível de diagnóstico – refere-se   capacidade que a técnica tem para discriminar e quantificar a carga mental imposta em diferentes fontes ou capacidade do operador. De Waard (1996) afirma que o nível de diagnóstico   a habilidade para discernir o tipo ou a causa da Carga Mental de Trabalho, ou a habilidade para atribuir o tipo ou a causa a um aspecto ou aspectos da tarefa do operador.

Intrusão de tarefas primárias –   a intensidade de decréscimo que uma técnica tem durante o desempenho de tarefas ordinárias ou primárias.

Validade – corresponde ao conteúdo, aplicabilidade e o constructo de validade.

Nível de execu o e precisão – referente   flexibilidade para realizar e repetir pré-testes (LUXIMON & GOONETILLEKE, 2001). Refere-se, ainda, aos constrangimentos práticos, tais como a necessidade de um equipamento específico ou treinamento do operador (DE WAARD, 1996).

Aceita o do operador (sujeito da pesquisa) –   o nível de aprova o da técnica pelo operador (sujeito da pesquisa). A opinião do operador sobre a técnica usada para a medi o,

especialmente em técnicas de medição subjetiva ou auto-avaliação, influencia na precisão da sua aplicação (DE WAARD, 1996).

A seguir, tem-se, em detalhes, as técnicas de cunho fisiológico que serão utilizadas para a avaliação da carga de trabalho (aspectos físico e mental) durante a realização de procedimentos cirúrgicos eletivos.

### **3.3 Avaliação fisiológica da Carga de Trabalho (aspectos físico e mental)**

Conforme Kroemer (1993), a abordagem fisiológica tenta identificar capacidades ou limitações fisiológicas relacionadas ao trabalho. O trabalho físico ocupacional, geralmente, demanda uma carga fisiológica que pode ser estimada pelo dispêndio de energia ou consumo de oxigênio requerido pelo corpo, por exemplo. Para esse fim, há técnicas de instrumentação fisiológica que podem determinar índices que retratem as conseqüências do esforço físico, seja em trabalho estático ou em trabalho dinâmico.

Dentre as técnicas de avaliação das demandas fisiológicas, estão: os índices da função do sistema cardiovascular e respiratório, mudanças na temperatura do corpo, índice de suor do corpo, tensão muscular, atividade elétrica do músculo (EMG), índices de fadiga sobre o sistema nervoso central (tais como distúrbios na coordenação motora), entre outras (KORADECKA & BUGAJSKA, 1999). É claro que se faz necessário ter um apanhado das circunstâncias em que o trabalho está sendo realizado, tais como os fatores ambientais (temperatura, ruído, iluminação, etc) e psicofisiológicos (carga cognitiva, por exemplo) envolvidos, pois estas podem influenciar os resultados encontrados.

#### **3.3.1 Freqüência Cardíaca (FC)**

A Freqüência Cardíaca (FC) é um dos parâmetros mais importantes no funcionamento do sistema cardiovascular. A FC é acelerada durante o trabalho físico, aumentando automaticamente o volume de sangue ejetado pelo coração a cada unidade de tempo (*output* cardíaco). Com o esforço físico, ocorrem a contração dos ventrículos cardíacos e a dilatação dos vasos sanguíneos, causando mudanças na distribuição do sangue entre vários órgãos do corpo. As mudanças na função do sistema cardiovascular permitem o suprimento de mais oxigênio e nutrientes para os tecidos, como os músculos esqueléticos, e remoção de produtos

metabólicos perdidos pelas células. O sistema também tem um importante papel no transporte de hormônio das glândulas endócrinas para os principais órgãos e, também, na termoregulação (KORADECKA & BUGAJSKA, 1999).

Uma aceleração da FC pode ser simplesmente causada pelo aumento da circulação sanguínea para o coração, isto é, devido à contração dinâmica dos músculos esqueléticos agindo como bombas promovendo, assim, o retorno venoso. Entretanto, as mudanças na FC podem também estar relacionadas com os impulsos neurais do sistema nervoso autônomo e hormônios como a adrenalina e a noradrenalina (KORADECKA & BUGAJSKA, 1999).

Os batimentos cardíacos, quando se está em repouso, têm um ritmo constante mantido pelo marcapasso do nódulo sinoatrial que é influenciado por fibras nervosas, tais como as simpáticas e as parassimpáticas. As fibras simpáticas aumentam a FC, enquanto que as parassimpáticas exercem um efeito oposto. Estas fibras encontram-se sob o controle do sistema nervoso central e recebem informação de outros tecidos periféricos e centrais do cérebro. A noradrenalina e a adrenalina, as quais circulam no sangue, agem em conjunto com as fibras simpáticas e intensificam a FC (KORADECKA & BUGAJSKA, 1999). A produção destes hormônios ajusta a FC e, conseqüentemente, o *output* cardíaco para as necessidades requeridas. Vale dizer, ainda, que, entretanto, sob condições de estresse psicológico, o aumento na FC pode exceder consideravelmente as necessidades reais.

### **A FC e o tipo de trabalho**

Sabe-se que quando uma atividade muscular é contínua durante a realização de algum tipo de exercício, há o aumento do fluxo sanguíneo responsável pelo suprimento de oxigênio e nutrientes consumidos, além da eliminação de metabólitos e calor produzidos durante o processo de circulação, conseqüentemente, há o aumento da FC.

Grandjean (1998) afirma que o trabalho corporal exige mudanças e adaptações do organismo, que atingem quase todos os órgãos internos, todos os tecidos e todos os fluídos do corpo. As mais importantes adaptações são: 1. aprofundamento e aceleração da respiração; 2. aceleração da frequência cardíaca, acompanhada inicialmente por um aumento da força da batida e um aumento do volume-minuto (capacidade de bombeamento) do coração; 3. adaptações vasomotoras, que consistem em que os vasos dos órgãos do trabalho (músculos e coração)

umentem seu calibre, enquanto que nos outros sistemas os vasos se estreitam. Com isso, consegue-se uma forte drenagem de sangue dos tecidos não comprometidos para os órgãos comprometidos que, desta maneira, recebem bem mais oxigênio e substâncias carregadas de energia; 4. aumento da pressão sangüínea; 5. aumento do suprimento de açúcar, pela liberação de maior quantidade de açúcar do fígado para o sangue; 6. aumento da temperatura do organismo e do metabolismo.

Koradecka & Bugajska (1999) afirmam que durante os exercícios dinâmicos, a FC é diretamente proporcional à intensidade do exercício. A FC é mais elevada durante a ação de pequenos grupos musculares, os braços, por exemplo, do que durante a ação de grandes grupos musculares envolvidos, as pernas, por exemplo, usando o mesmo nível ou intensidade de cargas. A FC máxima obtida durante esforços contínuos e exaustivos em pessoas jovens e saudáveis geralmente excede em 3 vezes os valores da FC em repouso. A forma de se chegar a uma FC elevada durante atividades que envolvam exercícios de alto impacto diminuem com a idade (Tabela 2). Desta forma, a mesma FC de uma pessoa jovem e de uma pessoa mais velha, pode implicar em cargas fisiológicas diferentes aos sistemas circulatórios destas pessoas.

**Tabela 2 – Correlação entre FC máxima e a Idade (KORADECKA & BUGAKSKA, 1999).**

Idade (anos)	FC máxima por minuto (F <sub>cmax</sub> /min)	
	média	variação
10	210	190-215
15	203	185-218
20-29	193	173-213
30-39	185	165-205
40-49	176	156-196
50-59	168	148-188
60-69	162	141-181
70-79	153	133-173
80-89	145	125-165

Em diferentes condições, o aumento da FC depende da carga e do ambiente de trabalho. O diagrama da figura 22 mostra que um mesmo consumo de energia pode demandar, diferentemente, o coração, de acordo com as circunstâncias. Resumindo, pode-se dizer que a frequência cardíaca depende da carga de trabalho, aumentando muito mais rapidamente:

quanto mais quente o ambiente; quanto maior a parcela de trabalho estático; quanto menor o número de músculos envolvidos no trabalho.

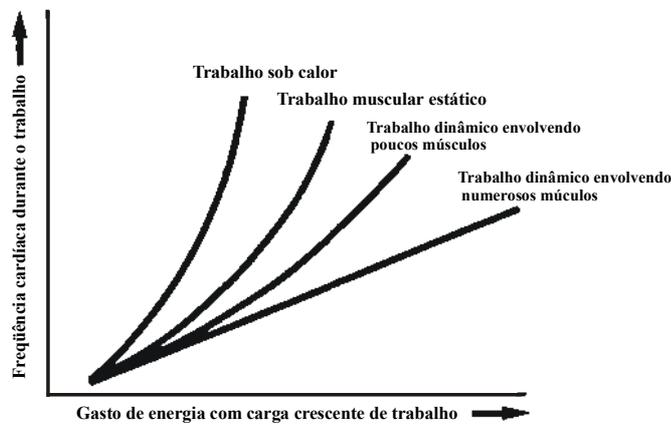


Figure 22 - Representação gráfica do aumento da FC em relação a diferentes condições de trabalho (GRANDJEAN, 1998).

Durante o exercício (trabalho) a FC apresenta uma correlação com a carga física que é expressa pela porcentagem da captação máxima de oxigênio ( $VO_{2max}$ ). O  $VO_{2max}$  é a frequência máxima em que o oxigênio pode ser utilizado pelo corpo durante o trabalho (exercício) máximo e é um bom índice da adequação aeróbica. Em 50% de carga máxima (50% $VO_{2max}$ ), a FC de uma pessoa jovem saudável é de 130 batidas por minuto e a 30% é de, aproximadamente, 110 batidas por minuto. Na mulher, uma carga de 50% $VO_{2max}$  resulta num aumento de 140 batidas por minuto. O estresse e os fatores relacionados ao meio ambiente, tal como temperatura e/ou ruído elevado, aumentam a FC e podem influenciar a performance durante o trabalho (ASTRAND & RODAHL, 1986).

Além das contrações musculares mantidas durante a adoção de posturas, a FC também pode ser alterada pelas modificações hidrodinâmicas e circulatórias, as quais terão pouco ou muita influência conforme o tipo de postura adotada: se sentado, em pé, ajoelhado, agachado, etc. (GUIMARÃES, 2001).

Quando se mantém uma postura, isto é, durante contrações isométricas, o trabalho muscular produz um aumento da FC num nível mais elevado do que em situações de contração isotônica (trabalho muscular dinâmico). Para Grandjean (1998), em condições semelhantes, o trabalho muscular estático – em comparação com o trabalho dinâmico – leva a: um consumo

maior de energia; frequências cardíacas maiores; períodos de restabelecimento mais longos. A explicação para esse fato é que, quando se tem presente o metabolismo do açúcar, em presença insuficiente de oxigênio, libera menos energia para a regeneração das ligações fosfatídicas ricas em energia e, por outro lado, produz muito ácido láctico, que prejudica o trabalho muscular. A falta de oxigênio, que no trabalho estático obrigatoriamente aparece, deprime, assim, o grau de eficiência do músculo.

Conforme Astrand & Rodahl (1986), a intensidade da carga de trabalho em relação à demanda cardiovascular, pode ser classificada em: leve, moderada, pesada, muito pesada e extremamente pesada (tabela 3).

**Tabela 3 – Relações entre a intensidade da carga de trabalho e a resposta cardiovascular, conforme a variação do consumo máximo de oxigênio e da FC.**

<b>Trabalho</b>	<b>Captação de Oxigênio(l/min)</b>	<b>Resposta Freq. Card.(bat/min)</b>
Leve	ATÉ 0,5	ATÉ 90
Moderado	0,5 A 1	90 – 110
Pesado	1 A 1,5	110 – 130
Muito Pesado	1,5 A 2	130 – 150
Extremamente Pesado	≥ 2	150 – 170

Fonte: Astrand e Rodahl (1986)

### **Considerações para as medições do parâmetro FC**

As pulsações cardíacas devem ser registradas pela medição das frequências das pulsações antes do trabalho, durante o trabalho em determinados intervalos de tempo, e depois, em repouso, a certos intervalos de tempo (GRANDJEAN, 1998).

Para Muller (1961) e Astrand & Rodahl (1986), os parâmetros para a avaliação das demandas cardiovasculares são: frequência do pulso de repouso (registro da frequência média do pulso antes do início da atividade da tarefa); frequência do pulso durante o trabalho (registro da frequência média do pulso durante a realização da atividade da tarefa); pulso de trabalho (diferença entre a frequência do pulso de repouso e do pulso durante o trabalho); soma dos pulsos de recuperação (soma dos pulsos desde o fim do trabalho até o retorno da frequência de repouso); soma de pulsos de trabalho (soma dos pulsos desde o início do trabalho até o

retorno à frequência de repouso). Antes de se dar início aos registros da FC, é necessário atentar para aspectos que podem influenciar as mensurações.

O estresse emocional, por exemplo, poderá elevar o índice das respostas fisiológicas observadas. A média da FC é, no mínimo, entre 60 a 80 batidas/min. Se num espaço de tempo a FC cai para 50 batidas/min, isto é a chamada bradicardia (redução dos batimentos cardíacos), que é considerada um sintoma patológico nas pessoas com capacidade física normal. O fenômeno da bradicardia ocorre em pessoas com elevada capacidade física, especialmente em atletas que treinam por exaustivas horas (MULLER, 1961).

A condição física é um fator que deve ser levado em consideração ao se analisar alterações da FC. Guimarães (2001) ressalta, por exemplo, que logo após uma refeição, a digestão é um aspecto que contribui para alterações na FC em decorrência da vasodilatação intensa da região esplânica. Esta alteração pode ser elevada ou reduzida conforme o tipo de refeição ingerida. As proteínas, por exemplo, têm influências mais sérias e duradouras do que os glicídios. Já o álcool, quando ingerido, é responsável por um aumento considerável da FC, muito mais do que os efeitos da ingestão de chá ou café.

### **Descrição dos parâmetros e tipos de mensuração da FC**

De acordo com Wickens et al. (1998), há uma FC máxima para cada indivíduo, que é afetada por meio de fatores como a idade, o sexo, níveis de condicionamento físico e de saúde. O primeiro fator determinante da FC máxima é a idade que pode ser calculada com a equação de Astrand & Rodahl (1986):  $FC\ máxima = 206 - (0.26 \times idade)$ . Uma outra fórmula muito utilizada para o cálculo da FC max é (ASTRAND & CHRISTENSEN, 1964):  $FC\ max = 220 - idade$ .

### **FC como indicador da carga de trabalho mental**

Meshkati et al. (1995) apontam que os níveis da VFC têm sido registrados por três meios: 1) o escore dos dados da FC ou derivados (desvio padrão do intervalo R-R, por exemplo); 2) por meio de análise espectral do sinal da FC; e 3) por meio da combinação do 1 e 2.

Particularmente, a frequência cardíaca foi usada para avaliação de carga de trabalho tendo em vista a sua facilidade de utilização. No entanto, como o pulso é susceptível a uma série de

variáveis, tanto físicas quanto psicológicas, ele não pode ser considerado um parâmetro seguro. Apesar disto, muitos estudos sugerem que a variabilidade da frequência cardíaca observada nos sujeitos em repouso pode medir a carga mental de trabalho.

De acordo com Grandjean (1998), a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) como indicador da Carga Mental de Trabalho (CTM) tem sido valorizada. Realmente, a VFC, de pulsação em pulsação, não registra nenhum ritmo regular, mas flutua constantemente para mais ou para menos. Esta alteração da FC chama-se na fisiologia de “arritmia senoidal”.

Conforme Veltman & Gaillard (1996), a FC e a VFC são influenciadas tanto pela atividade simpática quanto pela parasimpática do sistema nervoso autônomo. Veltman & Gaillard (1999) afirmam que quando a carga mental se encontrar em níveis elevados, o resultado disto é um aumento da FC, enquanto que a VFC diminui. Um índice para a VFC pode ser obtido por meio de uma análise espectral. O espectro (faixa) de frequência é, geralmente, dividida em três bandas: banda baixa (0,02 – 0,06 Hz): a atividade nesta banda é causada pela regulação da temperatura; banda média (0,07 – 0,14 Hz): a atividade nesta banda é causada pela ressonância que acontece no fluxo sanguíneo nas veias; e banda alta (0,15 – 0,50 Hz): a atividade nesta banda é causada pelo fluxo respiratório. Estas bandas são episódios que se repetem de acordo com as variações de frequência (pulsações por segundo) que são observados. Para Veltman & Gaillard (1998), a VFC pode ser calculada pela média da análise espectral. A respiração pode causar interferência ou modificações na FC; durante a inspiração, a FC aumenta, enquanto que durante a expiração a FC diminui. O conjunto das modificações na FC, causadas pela respiração, é denominado de “Arritmia Senoidal Respiratória (ASR)”. Quando a faixa de frequência da respiração se encontrar na banda alta, a energia espectral dentro desta banda é chamada de ASR. Segundo Veltman & Gaillard (1998), um aumento na atividade simpática e uma diminuição na parasimpática causa uma diminuição na FC.

Segundo Meshkati (1988), a hipótese mais aceita com relação à VFC foi proposta por Lacey (1967). Ele propõe que a atividade cardíaca depende da situação que envolve a informação sendo extraída do meio externo. Ou o sujeito extrai a informação ou a rejeita. A frequência cardíaca tende a desacelerar em situações que exigem extração da informação do meio, e acelerar em situações em que a informação do meio externo é rejeitada. A desaceleração cardíaca está associada tanto à extração de informação da natureza quanto à facilitação do processo sensorial. Lacey sugere que desacelerações cardíacas de curto prazo que ocorrem

antes e durante um estímulo podem ser um mecanismo para facilitar a detecção de sinais. Por outro lado, a aceleração cardíaca inibe os efeitos dos estímulos sensoriais durante a rejeição à informação do meio externo, e até inibe atividades que exijam pouca ou nenhuma exigência perceptual: quanto mais acelerado é a frequência cardíaca, maior é a inibição sensorial. Esta hipótese associa a atividade cardíaca, com a atividade cortical e o comportamento humano.

Kalsbeek e Ettema (1963) encontraram redução da variabilidade da frequência cardíaca em função do aumento do esforço mental e outros estudos confirmam esta relação (Kalsbeek, 1971). No entanto, nem sempre a relação é confirmada e por isto a frequência cardíaca não pode ser usada com tanta segurança. Alguns pesquisadores relataram achados com uma considerável consistência estatística nas variações da FC em relação a CTM enquanto que outros não. Nas pesquisas de Lacey. (1967) foi notado que a diminuição da arritmia senoidal ou VFC é decorrente do aumento de performance durante tarefas com elevados níveis de dificuldade. Kalsbeek (1973) estudou tarefas realizadas por pilotos iniciantes durante manobras aéreas e notou que a arritmia senoidal diminuiu respectivamente com o nível de complexidade das manobras (decolar, pousar e taxiá). Meers & Verhagen (1972) conduziram um experimento com a técnica de VFC onde comparou a performance de sujeitos jovens e mais velhos durante testes que envolviam escolha binária (sim ou não, por exemplo) e perceberam que a diminuição da arritmia senoidal foi mais marcante nos sujeitos mais velhos. Os autores concluíram que um exame subjetivo (como a escolha binária) pode ser mais estressante para sujeitos mais velhos e, ainda, que numa situação onde há uma grande quantidade de informação para ser processada, acontece uma tensão emocional que faz com que a arritmia senoidal diminua. Gaume & White (1975) fizeram um experimento que envolvia tomada de decisão de uma situação que abrangia múltiplas tarefas. Eles mediram a FC, a pressão sanguínea e a FR dos sujeitos da pesquisa e, depois de três testes, concluíram que não há relação entre a FC e a CTM.

O'Donnel e Eggemeier (1986) concluem que uma possível explicação para os achados contraditórios é o método de cálculo da variabilidade cardíaca. Kalsbeek (1973) listou mais de 30 técnicas diferentes o que podem avaliar diferentes funções do ser humano. Desta forma, a utilização da frequência cardíaca e da variabilidade cardíaca só podem ser consideradas de forma experimental.

Segundo Sammer (1998), tecnicamente torna-se difícil a discriminação entre a carga física, a carga mental e a demanda respiratória quando do uso da FC e da VFC para analisar a carga de

trabalho, principalmente nos casos onde há uma exigência simultânea do esforço físico e mental ou emocional.

## **Técnicas de medição da FC**

### **Medição da FC pela palpação do pulso**

Há várias maneiras de se medir a FC. Uma das mais acessíveis é pela simples palpação de uma artéria (artéria radial ou carótida) e contagem do número de pulsações por minuto, utilizando um cronômetro. Entretanto, Koradecka & Bugajska (1999) afirmam que esta técnica não é muito precisa e nem sempre é possível ser bem administrada, como, por exemplo, quando se está avaliando alguém em situação de trabalho dinâmico, com muita movimentação corporal. Grandjean (1998) considera que a medição do pulso é mais significativa para a avaliação da recuperação cardíaca após o trabalho e deve ser utilizada para medições após exercícios, pois causa interrupção do trabalho e, desta forma, um distúrbio, acarretando em resultados falsos. É possível, também, determinar a FC pelo som das batidas do coração por meio de um estetoscópio ou uso de um microfone que registra sinais acústicos.

### **Monitor de FC**

Uma outra possibilidade de se registrar a FC num intervalo de tempo é por meio de um equipamento, que tem o formato de um relógio de pulso (figura 23), o qual, por ondas de rádio, registra sinais de um eletrodo posto no tórax por meio de uma cinta. As informações são registradas e podem ser enviadas para um software que processa os dados estatisticamente e os transforma em representações gráficas.



Figure 23 - Monitor de frequência cardíaca ([www.cardiomed.com.br](http://www.cardiomed.com.br)).

## Eletrcardiograma (ECG)

O eletrcardiograma (ECG) representa a soma algébrica de potenciais de ação do coração, isto é, o ECG mede a atividade elétrica cardíaca apresentando melhores informações por permitir a avaliação durante toda a atividade da tarefa. A ECG usa um sistema de telemetria sem fio para a obtenção da frequência de pulso. Contam-se os picos R (potencial de ação mais elevado) da ECG por unidade de tempo. O ECG detecta, amplifica e registra a estimulação elétrica do músculo cardíaco por meio de condutores ligados a eletrodos postos sob a superfície da pele (nos braços, pernas e tórax). O registro dos impulsos cardíacos é apresentado por meio de picos potenciais denominados “ondas R”, onde o intervalo de tempo entre dois sucessivos picos de ondas R (intervalo R-R) corresponde ao período do ciclo dos batimentos cardíacos e é o recíproco da FC ( $\text{intervalo } 60/\text{R-R} = \text{batidas/min}$ ). O ECG é composto pelas seguintes ondas: 1º - onda P – correspondente à descarga elétrica produzida nos átrios (despolarização atrial); 2º - complexo QRS – que representa a despolarização ventricular; 3º - onda T – correspondente a mudanças das cargas elétricas nos ventrículos (repolarização ventricular).

A frequência cardíaca (na fita do ECG) é calculada por  $1.500 \text{ RR}$ . Observando-se a fita ECG, nota-se uma modulação onde os menores espaços tem 0,4s e uma marcação maior a cada 5 espaços de 0,4s, equivalente a 0,20s. O ECG é muito utilizado para diagnósticos e sintomas patológicos, mas também é utilizado na avaliação da aptidão física e da capacidade do trabalho. A figura 24 apresenta uma amostra de um registro do ECG.

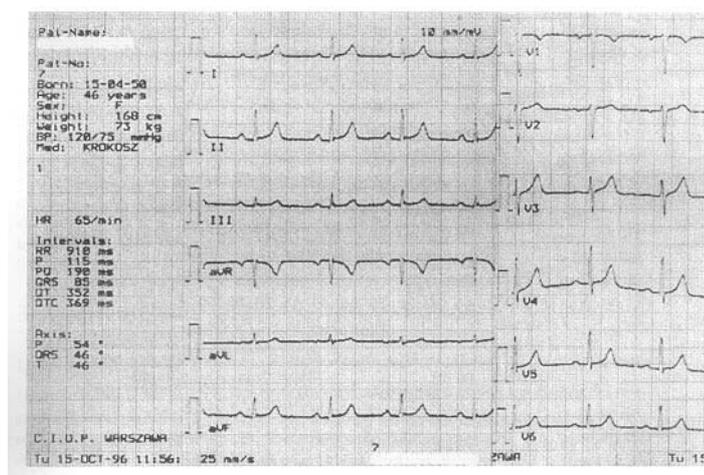


Figure 24 - Exemplo do registro da FC calculada de acordo com ondas R-R (em milissegundos) por meio do ECG (KORADECKA & BUGAJSKA, 1999).

Em equipamentos de ECG antigos, a medição dos intervalos R-R é feita manualmente (usando-se uma régua especial nos gráficos obtidos). Em equipamentos mais modernos, as medições são processadas por um software. Há, ainda, equipamentos que trabalham por meio de um sistema de Holter, onde os sinais são monitorados e registrados durante 24 horas.

### **3.3.2 Pressão Arterial (PA)**

A Pressão Arterial (PA), em essência, constitui uma função do sangue arterial por minuto (é o débito cardíaco) e da resistência vascular ou periférica imposta para esse fluxo. Essa relação é enunciada da seguinte forma: Pressão arterial = Débito cardíaco X Resistência periférica total. Pressão é a força que movimenta o sangue por meio do sistema circulatório, sendo que o sangue flui sempre de uma área de pressão alta para outra de pressão mais baixa.

A PA é formada pela Pressão Arterial Sistólica (PAS) e pela Pressão Arterial Diastólica (PAD). A PA deriva da sístole, ou a pressão mais alta gerada pelo coração durante a contração do ventrículo esquerdo (em repouso) que é de, aproximadamente, 120mm Hg. A PAS permite fazer uma estimativa do trabalho do coração e da tensão que age contra as paredes arteriais durante a contração ventricular. Durante a fase de relaxamento do coração, quando ocorre o fechamento das válvulas aórticas, o recuo elástico natural do sistema proporciona uma “cabeça de pressão” contínua capaz de manter um fluxo constante de sangue para a periferia, até a próxima onda de sangue. A PAD deriva da diástole, ou fase de relaxamento do ciclo cardíaco, quando a pressão arterial cai para cerca de 70 ou 80 mmHG. A PAD proporciona uma indicação de resistência periférica, ou da facilidade com que o sangue flui das arteríolas (rede de artérias e ramos arteriais menores) para dentro dos capilares (vasos sanguíneos que são ramificações das arteríolas, com paredes extremamente finas). Quando a resistência periférica é elevada, a pressão dentro das artérias após a sístole não é dissipada rapidamente e, assim sendo, continua elevada durante um ciclo cardíaco.

A média das pressões sistêmicas sistólica ou diastólica durante um ciclo cardíaco completo (sístole mais diástole) é denominada Pressão Arterial Média (PAM) que representa a força média exercida pelo sangue contra as paredes das artérias durante todo o ciclo cardíaco. Nos adultos jovens e sadios em repouso, a PAS é em média de aproximadamente 120 mmHg e a PAD é de 80 mmHg. Como o coração se mantém em diástole por mais tempo que em sístole, a Pressão Arterial Média (PAM) é ligeiramente menor que a simples média das pressões

sistólica e diastólica que é, em repouso, de aproximadamente 90 mmHg. Fox & Mathews (1986) afirmam que é razoavelmente correto admitir que a PAM é a pressão diastólica mais um terço da diferença entre as PAS e a PAD (*pressão de pulso*). McArdle et al (1998) apontam o cálculo da PAM como:  $PAM = PA \text{ Diastólica} + [0,333 (PA \text{ Sistólica} - \text{Diastólica})]$ . Por exemplo, para uma pessoa com uma PAD de 89 mmHg e PAS de 127 mmHg, a PAM seria de  $89 + [0,333 (127 - 89)]$  ou 120 mmHg.

Conforme Fox & Mathews (1986), durante o exercício, a pressão arterial aumenta como resultado do aumento concomitante do débito cardíaco, ou mais especificamente, dos aumentos no volume de ejeção e na FC gerados por influências nervosas e hormonais. Nesse caso, a PAS é mais afetada do que a PAD ou a PAM. Isso porque, durante o exercício, observa-se uma diminuição simultânea na resistência à atividade física, como resultado da vasodilatação das arteríolas que irrigam os músculos esqueléticos ativos. Desta forma, uma maior quantidade de sangue será drenado pelas artérias por meio das arteríolas e para o interior dos capilares musculares, minimizando, assim, as alterações na pressão diastólica. Por sua vez, as modificações na PAM também serão minimizadas, ou seja, ela aumenta com a elevação do débito cardíaco, mas diminui por causa da redução na resistência à atividade física.

A mensuração da PA tem sido um meio utilizado para a mensuração da carga de trabalho (GAMBLE & ELDER, 1990; KOK et al., 1995; VELTMAN & GAILLARD, 1996; ROY et al., 2001). Kok et al. (1995) realizaram um experimento para investigar a relação entre o estímulo e a resposta entre indivíduos, considerados saudáveis, submetidos a estímulos físicos e mentais. Os autores relatam elevação da PAS e da PAD durante o estímulo físico, além da elevação do hormônio noradrenalina, proporcionalmente à intensidade do estímulo. Os autores relatam, ainda, que as respostas da PAD mostraram um padrão similar, enquanto que a noradrenalina não se altera.

Kelley (1999) examinou os efeitos de exercícios aeróbicos sobre a PAS e a PAD em mulheres, com idade acima de 18 anos. O autor encontrou pequenas diferenças entre as mensurações realizadas, em repouso, antes dos exercícios e depois destes, sendo que houve um decréscimo nos valores das pressões coletadas.

Alguns autores relatam sobre a Variabilidade da Pressão Arterial (VPA) (Mulder & Mulder, 1987; Veltman & Gaillard, 1996; Veltman & Gaillard, 1998), que é relacionada com a VFC, para avaliar o esforço mental. A PAS é controlada por mecanismos muito diferentes a curto e a longo prazo, sendo que um desses mecanismos de controle causa uma ressonância nas veias com uma frequência de, aproximadamente, 0,10Hz, que causa modificações na PAS com a mesma frequência. Os autores mencionados ressaltam que em situação de esforço mental acontece a redução da sensibilidade desse mecanismo de regulação. A amplitude da banda média é reduzida por causa da VFC que é determinada por modificações na PAS. A indicação mais direta desta sensibilidade reduzida pode ser obtida pelo ganho entre a VPA e a VFC. Se as mudanças na PAS são menos refletidas por mudanças na FC, então o ganho (módulo) entre as duas diminui (os valores caem). Se, por exemplo, o módulo entre a PAS e o Intervalo entre os Batimentos Cardíacos (IBC) for de 10ms/mmHg, então uma mudança na PAS de 1mmHG corresponde a uma mudança de 10ms no IBC. A banda alta da frequência é influenciada somente pela atividade parasimpática, enquanto que a banda média é influenciada tanto pela atividade simpática quanto pela parasimpática. Mudanças no nível médio da PAS e PAD são principalmente causadas pela atividade simpática. Um aumento na atividade simpática causa um aumento na PA (VELTMAN & GAILLARD, 1996).

Veltman & Gaillard (1996) estudaram a sensibilidade da mensuração da VPA, mensurando também a respiração, em tarefas que envolviam o voo simulado de aviões. Os autores descobriram que a FC e a PA foram afetadas por níveis diferentes de dificuldade de tarefas, sendo que os resultados da VFC confundiram-se com os resultados da mensuração da respiração, onde a respiração mais lenta contribuiu, consideravelmente, para a VFC, especialmente em períodos que envolviam níveis elevados de esforço mental. Os achados de Veltman & Gaillard (1996) também mostraram que o módulo entre a VPA e a VFC foi sensível ao esforço mental dos pilotos e não foi influenciado pela respiração.

### **3.3.3 Mensuração de níveis hormonais para a avaliação da Carga de Trabalho (físico e mental)**

#### **Cortisol e ACTH**

O cortisol (glicocorticóide) é ativado e produzido dentro de uma região no cérebro denominada hipotálamo. De acordo com Nunes (1991), o hipotálamo representa uma interface

entre os sistemas nervoso e endócrino e é, também, um ponto de integração final de informações geradas em diferentes regiões do organismo. Há todo um processo de ajuste que faz com que essas informações sejam transmitidas à glândula hipófise ou pituitária (prolongamento ventral do hipotálamo, situada na base do cérebro), por meio de diferentes mecanismos, modificando as secreções endócrinas do organismo humano. Nunes (1991) afirma, ainda, que os objetivos finais desse sistema de controle integrado são: 1) manutenção da estabilidade do meio interno (regulação da temperatura, por exemplo); 2) interação do organismo com o meio ambiente (geração de padrões funcionais integrados de adaptação ao estresse, por exemplo); 3) controle da reprodução.

O sistema hipotálamo-hipofisiário está estritamente ligado ao Sistema Nervoso Central (SNC) que interage com o sistema límbico garantindo a integração do sistema endócrino com outros sistemas efetores do SNC, como o motor e o autônomo (NUNES, 1991). Conforme Hedge et al. (1988), o sistema hipotálamo-hipofisiário se completa com a glândula adrenal (ou supra-renal), composta pela medula adrenal (porção interna da glândula), que produz catecolaminas, e pelo córtex (porção externa da adrenal), que secreta uma variedade de hormônios esteróides (glicocorticóides), dentre eles, o cortisol e o ACTH.

O córtex adrenal produz vários hormônios esteróides diferentes que, mesmo tendo uma estrutura similar, diferem entre si pelos efeitos biológicos em que cada um atua. De acordo com Hedge et al. (1988), especificamente, o controle de secreção do cortisol é exercido por um sistema retroalimentar negativo (sistema regulador), envolvendo o hipotálamo e a hipófise anterior. O hipotálamo libera o hormônio liberador da corticotrofina (CRH), que é transportado para as células produtoras de adenocorticotrofina (ACTH) da hipófise anterior pelos vasos porta-hipofisiários. O CRH, em consequência das interações com os receptores da membrana nos corticotróficos, estimula a secreção de ACTH. O ACTH excretado, em resposta ao CRH, é transportado pelo sangue para o córtex adrenal, onde interage com receptores ligados à membrana nas células adrenocorticais e estimula a secreção de cortisol. Hedge et al. (1988) consideram, ainda, que o sistema de retroalimentação negativa não produz um índice uniforme de liberação do cortisol pelo córtex adrenal. O que acontece, no entanto, é a existência de períodos distintos de atividade secretora, ou seja, costuma haver uma variação relativamente pequena na velocidade da secreção do cortisol de um episódio secretor para outro, mais ainda, o padrão de secreção de ACTH hipofisiário é refletido, também, pelo padrão de secreção do cortisol. Hedge et al. (1988) descrevem, também, dois fatores que

influenciam na síntese e liberação do cortisol pelo córtex adrenal, além do sistema de retroalimentação negativa, que são: o ritmo diurno (ritmo ou ciclo circadiano) e o estresse. Os autores sustentam a hipótese de que, nos seres humanos, a frequência de liberação do cortisol é maior durante as primeiras horas matutinas e encontra-se em um mínimo tarde da noite. Stone et al. (2001) relatam que a secreção de cortisol eleva-se no início do dia, atinge o pico por volta de 8 horas da manhã e, depois, declina para níveis muito baixos ao final da tarde e durante a primeira fase do sono. Hedge et al. (1988) ressaltam que o padrão diurno da secreção de cortisol, entre outros hormônios, está relacionado principalmente aos ciclos de sono e atividade e, assim, pode ser alterado por modificações nesses hábitos. Os indivíduos que trabalham à noite e dormem durante o dia, por exemplo, podem apresentar um padrão diurno de secreções de cortisol um tanto quanto diferente da maioria da população que trabalha durante o dia e dorme à noite. Por isso, Hedge et al. (1988) consideram que a dosagem de cortisol deve ser coletada em períodos padronizados do dia e os valores devem ser interpretados em relação ao apropriado para aquela hora do dia.

Um outro fator que influencia na produção de ACTH, conseqüentemente do cortisol, segundo Hedge et al. (1988), é o estresse. Para os autores, os efeitos do estresse, resultante tanto da carga psicológica (mental) como física, dentre outros, podem provocar aumentos importantes na liberação do ACTH e do cortisol. Esses efeitos, da mesma forma que o ciclo ou ritmo circadiano, são mediados pelo SNC. De acordo com Hedge et al. (1988), ambos são independentes dos efeitos da retroalimentação negativa do cortisol sobre o hipotálamo e a hipófise anterior, na verdade se superpondo. Portanto, o estresse agudo pode produzir elevação do nível de cortisol plasmático, sendo que a magnitude da resposta secretora do cortisol, em geral, é proporcional à intensidade do estímulo.

Para Hedge et al. (1988), os glicocorticóides, tais como o cortisol, representam um papel principal na regulação do metabolismo dos carboidratos, proteínas e lipídios, também modulando os efeitos de outros hormônios nesses mesmos processos. Stone et al. (2001) afirmam que o cortisol afeta a produção de glucose, o metabolismo de nutrientes, sensibilidade vascular, funcionamento do SNC e regula o sistema imunológico. Por isso, o nível de cortisol implica tanto em doenças somáticas como em psiquiátricas, incluindo depressão, estresse pós-traumático, disfunções alimentares, hipertensão, hiperlipidemia, disfunção sexual, imunossupressão e muitas outras.

O cortisol é denominado “hormônio do estresse”, porque é liberado para ajudar o corpo humano a mobilizar energia para lidar com as situações estressantes. Portanto, mudanças no nível do cortisol podem indicar o nível de alterações fisiológicas em resposta ao estímulo estressante (MELAMED & BRUHIS, 1996). A relação entre o cortisol e a situação de estresse (esforço físico e mental) tem sido abordada por algumas pesquisas (JOHANSSON et al., 1990; BRANTLEY et al., 1988; SMYTH et al., 1998; VEDHARA et al., 2000; MOYA-ALBIOL et al., 2001; ROY et al., 2001; NIELSEN, 2001). Conforme Guerra et al. (2001), vários estudos têm associado os níveis de ACTH, cortisol e catecolaminas ao estresse, sendo que essa relação pode ser influenciada pela genética, características sócio-familiares e personalidade, além do sexo e da idade. Os níveis dos hormônios do estresse podem ser registrados pela análise de amostras de urina, sangue e saliva, sendo que Smyth et al. (1998) alertam para variáveis que devem ser levadas em consideração antes de se realizarem a coleta das amostras de sangue (plasma), saliva ou urina que serão analisadas. As variáveis como: uso de anticoncepcional por via oral, uso de alguma medicação, disfunções alimentares, doenças mentais, uso de cigarro, álcool e/ou outros tipos de drogas, perda excessiva de peso, podem influenciar e distorcer os resultados das análises.

Vedhara et al. (2000) dizem que muitos relatos têm relacionado os efeitos do estresse e concomitantes hormônios do estresse (como o cortisol) com a performance cognitiva. Moya-Moya-Albiol et al. (2001) estudaram as relações entre a realização de tarefas cognitivas (mentais) e tarefas que exigem esforço físico e a influência do cortisol e descobriram que durante a realização de tarefas que envolvem o esforço físico as mudanças dos níveis hormonais são pouco significativas se comparado com as tarefas que envolvem esforço mental.

Vedhara et al. (2000) investigaram as relações entre os níveis de cortisol e a memória e a atenção durante testes de acuidade auditiva e visual. As amostras de saliva coletadas pelos autores mostraram uma redução dos níveis de cortisol associada com o aumento de tarefas que exigiam memorização a curto prazo. Nielsen (2001) fez uma análise sobre a mensuração do cortisol urinário como um parâmetro para verificar o nível de estresse durante o uso de protetores auriculares (do tipo concha) numa fábrica de papelão ondulado e de caixas de papelão. Os testes foram realizados no primeiro turno de trabalho (6 às 14 horas) havendo a coleta de duas amostras urinárias (a primeira logo ao levantar e a segunda próximo ao final do turno, por volta das 13:40hs). O autor não encontrou diferenças significativas entre os sujeitos

da pesquisa em relação às mensurações de cortisol urinário, isto é, não foram encontradas relações entre o estresse e o conforto dos protetores, ou entre o estresse e a exposição aos diferentes níveis de ruído industrial. Nilsen alegou que isto talvez esteja relacionado ao pequeno número de sujeitos amostrados (oito, no total).

### **Catecolaminas (Adrenalina e Noradrenalina)**

Basset et al. (1987) descrevem que quando se está sob carga física e/ou mental ocorre a ativação do sistema medular simpático-adrenal, resultando na elevação de catecolaminas plasmáticas. Os autores relatam, ainda, que estudos realizados com seres humanos sobre o estresse, têm utilizado o parâmetro fisiológico catecolaminas, secretadas pelo sangue (plasma), saliva ou urina, para detectá-las e analisá-las. Stanford et al. (1997) afirmam que sob condições controladas (em laboratório), as mudanças na concentração de catecolaminas plasmáticas podem ser usadas como um índice de ativação do sistema medular simpático-adrenal. Esta afirmação é consistente com uma elevação do nível de catecolaminas no sistema circulatório relacionado com a carga física, tal como um exercício de alto impacto e, também, com desafios psicológicos (estímulos mentais), tal como testes psicotécnicos. Para Carr & Ballantyne (1987), a adrenalina (A) tem sido associada com situações condizentes aos estímulos mentais (como por exemplo: uma novidade, falar em público e contextos emotivos) e os níveis de noradrenalina (Na) aos estímulos físicos (atividades físicas).

Bunting & Gibbons (2001) consideram que o esforço físico, tanto aeróbico quanto o anaeróbico, resulta em respostas evidentes nos níveis das catecolaminas, especificamente a adrenalina (A) e a noradrenalina (Na), secretadas pela medula adrenal, além da FC e da PA. Os autores afirmam que estas respostas são primeiramente controladas pelo sistema nervoso simpático, que reage tanto ao esforço físico quanto ao mental. Bunting & Gibbons (2001) apontam, por exemplo, que algumas pesquisas têm apresentado evidências que em pessoas com uma atividade física regular ou atletas, os níveis de catecolaminas são mais baixos do que em pessoas que não praticam atividades físicas. Por outro lado, algumas pesquisas, que enfocam o esforço mental, têm apresentado resultados que mostram um nível elevado de respostas das catecolaminas tanto entre sujeitos com atividade física regular quanto em sujeitos com atividade física sedentária. O certo, concluem Bunting & Gibbons (2001), é que a maioria dos estudos sobre a relação entre o esforço mental e físico e a secreção de

catecolaminas têm sido baseadas em protocolos experimentais realizados em laboratório, em situações totalmente controladas, situações estas que diferem, em geral, de situações reais.

Santos et al. (1998) afirmam que as catecolaminas plasmáticas, durante exercícios com aumento progressivo de cargas, demonstram relação exponencial com a carga de trabalho. A Adrenalina e a Noradrenalina são secretadas de maneira diferente conforme a intensidade do exercício, ou seja, mesmo em exercícios de leve intensidade há a presença destas catecolaminas e há uma elevação de seus níveis de duas a seis vezes em cargas máximas, sendo que os níveis de adrenalina quase não se modificam no caso de exercícios mais leves se elevando em exercícios de maior intensidade. Galbo (1981) ressalta que a secreção de noradrenalina é mais elevada em exercícios estáticos do que nos dinâmicos e, também, é mais elevada em exercícios onde grupos musculares menores são envolvidos, em comparação com exercícios que envolvam uma maior número de grupos musculares.

Fibiger et al. (1984) usaram em seu estudo para tentar relacionar e distinguir os níveis de carga física e carga mental, durante estímulos físicos e mentais, a razão entre a noradrenalina (Na) e a adrenalina (A). Foram feitos três testes físicos (de capacidade aeróbica máxima de 35, 50 e 75%) e sessões de testes matemáticos (psicotécnicos), reação à exposição de ruído constante (os sujeitos eram expostos a um ruído – um bip – em intervalos, enquanto liam), de atenção e vigilância (apertar uma tecla relacionada a uma determinada figura, ao serem questionados), com 12 sujeitos do sexo masculino e média de idade de 21,4 anos, considerados saudáveis. Os testes foram realizados sempre no mesmo horário do dia (entre 9 horas da manhã e 13 da tarde). Foram coletadas amostras de urina antes, durante (em intervalos de 2 horas) e depois dos testes. No geral, os autores concluíram que a análise de Na/A urinária é sensível para se detectar a relação entre eles e os estímulos impostos (estímulos físicos e mentais), sendo que, para o exercício físico, a secreção de Na elevou-se a uma razão proporcional ao nível de estímulo físico e menor para o estímulo que envolveu tarefas mentais. Estes resultados corroboram a hipótese de que a frequência da atividade corporal e das posturas assumidas (incluindo as isométricas) podem ser fatores importantes que influenciam para se determinar a carga física por meio da secreção de Na (AKERSTEDT, 1977) e com a hipótese de von Euler (1974) de que o grau de carga física pode ser quantificada pela secreção de catecolaminas, especialmente pela Na. Em suma, os resultados do estudo de Fibiger et al. (1984) e os achados de outros autores sugerem que o esforço físico e mental resultam diferentes padrões de resposta do sistema medular simpático-adrenal. Essas

diferenças parecem ser refletidas na razão Na/A. Mais ainda, elevados níveis de A durante os testes de estímulos mentais, com relativa elevação dos níveis de Na, reduzem a razão Na/A e, para os estímulos físicos, uma elevação dos níveis de Na sem uma elevação correspondente de A, resultou, automaticamente, na elevação dos valores da razão Na/A. De acordo com os autores, a vantagem da razão sobre o valor absoluto da secreção de Na parece estar na sua sensibilidade em discriminar não somente o nível do esforço “puramente” mental e o esforço “puramente” físico, mas também a composição do esforço físico com o mental. Fibiger et al. (1984) sugerem, também, valores padrões para a razão Na/A, onde: valores maiores que 5 indicam esforço físico e valores entre 2 e 3 indicam esforço mental, permitindo, assim, uma distinção entre o esforço físico e o esforço mental.

Basset et al. (1987) usaram também a razão Na/A, além de FC e PA, para detectar os níveis de esforço físico e mental no trabalho de bancários que lidavam com empréstimo pessoal. Foram feitas coletas de urina para a análise dos níveis de catecolaminas (Na, A e dopamina) e coletas de urina e de saliva para a análise dos níveis de cortisol de 29 pessoas (22 homens - com média de idade de 28,8 anos e 7 mulheres – com média de idade de 28,6) nos seguintes horários: 8:30hs, 10:30hs, 12:30hs, 15:30hs e 17:30hs. Os resultados do estudo de Basset et al. (1987) mostraram:

- 1) uma elevação significativa do cortisol urinário nos valores absolutos (coletas finais) e não nas coletas iniciais, enquanto que as coletas para o cortisol salivar se mostraram elevadas tanto nas coletas realizadas antes das tarefas, quanto nas coletas realizadas realizadas depois das tarefas. Os autores justificam esse achado com o ritmo ou ciclo circadiano, que resulta em níveis de cortisol refletidos na urina com um certo atraso, enquanto que o nível de cortisol no sangue e na saliva ocorre de forma mais rápida. No plasma, a razão Na/A resultou em valores mais elevados durante as amostras coletadas no início da manhã e não foram encontradas diferenças significativas;
- 2) um decréscimo significativo do valor da razão Na/A, indicando que a tarefa em estudo requer mais esforço mental do que físico;
- 3) não houve valores significativos para a dopamina, com a justificativa de que este hormônio é mais relacionado com o esforço físico do que o mental, assim como a Na, e sob a hipótese de que o trabalho dos bancários requer mais esforço mental do que físico;
- 4) não houve elevação significativa para a PAD, mas a PAS e a FC apresentaram uma certa elevação quando mensurados imediatamente após as tarefas dos bancários, correspondendo também com a elevação de adrenalina.

### 3.3.4 Escalas de avaliação subjetiva da CT

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*)/TLX (*Task Load Index*)

O NASA-TLX (*Task Load Index*) é um resultado de pesquisas teóricas e empíricas para a definição de fatores que são relevantes para experiências subjetivas relacionadas à carga de trabalho e para uma avaliação formal desta carga ao longo de uma variedade de atividades. É dada ênfase para a informação sobre como as pessoas formulam opiniões sobre a carga de trabalho e como eles expressam suas avaliações subjetivas por meio de escalas contínuas (LUXMON & GOONETILLEKE, 2001).

O NASA *Task Load Index* é uma técnica que lança mão de uma escala multi-dimensional que resulta num escore geral da carga de trabalho percebida pelos sujeitos baseado na ponderação média dos resultados de seis sub-escalas que avaliam: demanda física, a demanda mental, a demanda temporal, o esforço (físico e mental), a performance (ou desempenho) e o nível de frustração (figura 25).

<b>Fator</b>	<b>Âncora</b>	<b>Descrição</b>
<b>Demanda Mental</b>	Pouco/Muito	Atividade mental requerida para a realização do trabalho (tomada de decisões, memorização, raciocínio, etc.); o trabalho envolve tarefas simples ou complexas, fáceis ou exigentes?
<b>Demanda física</b>	Pouco/Muito	Atividade física requerida para a realização do trabalho.
<b>Demanda Temporal</b>	Pouco/Muito	Nível de pressão imposto para a realização do trabalho.
<b>Esforço (físico e mental)</b>	Pouco/Muito	O quanto que se tem que trabalhar física e mentalmente para atingir um nível desejado de performance ou desempenho.
<b>Performance</b>	Satisf./Insatisf.	Nível de satisfação com o desempenho pessoal para a realização do trabalho; o quanto de satisfação se teve com o desempenho ou performance para alcançar determinada meta.
<b>Nível de frustração</b>	Satisf./Insatisf.	O quão inseguro, irritado, desencorajado, estressado, contrariado versus seguro, gratificado, satisfeito, relaxado e complacente a pessoa se sente durante a realização da tarefa.

Figure 25 - Descrições das sub-escalas utilizadas no NASA-TLX.

O NASA-TLX combina o resultado da classificação dos fatores que mais influenciam a carga de trabalho com os resultados do que foi marcado, pelos sujeitos pesquisados, nas sub-escalas relativas aos seis fatores. O processo de avaliação se dá, inicialmente, pela comparação entre as escalas, ou seja, o sujeito respondente escolhe, entre cada par de escalas a ele apresentado, qual a que mais influencia ou contribui para a carga de trabalho. No total, são feitas quinze comparações entre as escalas. O segundo passo requer que o sujeito respondente assinale o nível de influência ou contribuição de cada escala para a carga de trabalho. O tratamento dos dados do questionário é feito da seguinte maneira: inicialmente, são somadas as vezes em que cada fator foi escolhido quando da comparação entre os outros fatores e o número total de vezes é multiplicado pelo resultado encontrado do nível de influência ou contribuição de cada escala. Assim, os resultados das multiplicações são somados resultando num número que será dividido por quinze (que é resultante do somatório das vezes em que cada fator foi escolhido quando da comparação entre os outros fatores) e o resultado dessa divisão é o peso final (*overall workload*) da carga de trabalho percebida (anexo A).

#### SWAT (*Subjective Workload Assessment Technique*)

O SWAT é uma técnica subjetiva de avaliação de carga de trabalho desenvolvida pela Força Aérea norte americana (*Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory*). Esta técnica apresenta um modelo multidimensional da carga de trabalho compreendendo três fatores relacionados à carga de trabalho: o Tempo (T), o Esforço (EM) e o Nível de Estresse (E). O fator Tempo (T) se refere ao tempo em que uma tarefa deve ser realizada, de acordo com um período estipulado (limitado) de tempo, e o quanto que várias tarefas podem ser realizadas simultaneamente. O fator Esforço Mental (EM) envolve demandas das tarefas relacionadas ao nível de atenção requerida, tal como ter que prestar atenção às múltiplas fontes de informação. O Nível de Estresse (NE) são as variáveis ou fatores como o nível de treinamento (capacitação) e estado emocional que contribuem para o nível de ansiedade do operador (CHA & PARK, 2001).

O SWAT é dividido em duas fases distintas: o desenvolvimento de uma escala e um ranking de eventos. No primeiro passo, o desenvolvimento de uma escala, atividades hipotéticas são ordenadas de acordo com a carga de trabalho percebida. Cada atividade é especificada em termos de uma percepção da carga de trabalho conforme as três dimensões (fatores) – T, EM e E. Esses dados são, então, plotados numa escala discreta que varia de 0 a 100. No segundo

passo, ranking de eventos, uma atividade ou evento é classificado de acordo com valores de 1 a 3, sempre considerado as três dimensões (fatores). O valor da escala associado com essa combinação (obtida da primeira fase) é, então, apontado como o valor da carga de trabalho para a atividade da tarefa analisada.

Mais detalhes sobre a técnica SWAT podem se encontrados em Luxmon & Goonetilleke (2001). Os autores consideram que o TLX é superior ao SWAT em termos de sensibilidade para cargas de trabalho consideradas como de níveis elevados, por usar seis fatores relacionados à CTM (demanda mental, demanda física, demanda temporal, performance ou desempenho, esforço e nível de frustração ou decepção) ao invés de três.

#### *MCH (Modified Cooper-Harper)*

A MCH é uma escala unidimensional que resulta em uma escala global de carga de trabalho. A escala usa uma árvore de decisão para avaliar o respondente (trabalhador/operador) na determinação do nível de carga de trabalho percebido, conforme as âncoras 1 (nenhuma carga de trabalho) e 10 (muita carga de trabalho), ou seja, indicadores ordinais. A MCH foi desenvolvida para a avaliação da carga de trabalho em sistemas em que a tarefa é primariamente cognitiva, mais do que de nível motor ou psicomotor (CHA & PARK, 2001).

### **3.3.5 Técnica de análise de posturas: REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) (HIGGNETT & McATMANEY, 2000)**

O REBA é uma ferramenta de análise de posturas de corpo inteiro desenvolvida para avaliar posturas de trabalho imprevisíveis. Os objetivos da técnica REBA são:

- Desenvolver um sistema de análise da postura sensível aos fatores de risco músculo esqueléticos para inúmeras atividades;
- dividir o corpo em segmentos para se ter uma codificação específica, com referência aos planos de movimentos;
- fornecer um sistema de pontuação (escores) para atividades musculares causadas por posturas instáveis ou mudanças rápidas de postura, posturas estáticas e dinâmicas;

- mostrar que o movimento de pega é um fator relevante para o manejo de materiais (cargas), porém que este nem sempre corre pela ação das mãos;
- apresentar categorias de ação com recomendações de urgência;
- ter a facilidade de coletar dados com recursos mínimos – por meio de lápis e papel.

Os códigos para o registro das posturas, pelos segmentos (regiões) corporais, foram definidos pela análise de tarefas simples levando-se em conta as variações de cargas (materiais manuseados), altura e distância dos movimentos requeridos nas tarefas. Os dados foram coletados usando-se várias técnicas como o NIOSH (WATERS et al., 1993), *Rated Perceived Exertion* (BORG, 1982), OWAS (KARHU et al., 1977) e Levantamento sobre a percepção de desconforto corporal (CORLETT & BISHOP, 1976). As análises serviram para estabelecer a classificação das regiões corporais, como nos diagramas do grupo A e B (anexo B), baseada no diagrama do RULA (MCATAMNEY & CORLETT, 1993).

Três ergonomistas/fisioterapeutas codificaram, individualmente, as combinações de 144 posturas e, assim, estabeleceram uma classificação e escores relacionados às cargas manuseadas, atividades e pegas para produzir o escore final do REBA (que varia de 1 a 15), e associações às categorias de risco e ação. O próximo passo foi a realização de 2 *workshops*, com a participação de uma equipe de 14 profissionais composta por terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas, enfermeiras e ergonomistas, com o objetivo de reunir e codificar dados de mais de 600 exemplos de posturas adotadas em atividades realizadas em setores hospitalares, de fabricação e de eletricidade. Os resultados destes *workshops* foram usados para o desenvolvimento do REBA e para iniciar uma análise de confiabilidade inter-observador para a codificação das regiões corporais.

A codificação das regiões corporais foi definida por diagramas representativos associados a tabelas de escores, divididos em grupos. Os diagramas do grupo A (anexo B) são compostos por um total de 60 combinações de posturas entre o tronco, pescoço e pernas, resultando num total de 9 possíveis escores encontrados na tabela A (anexo C) que serão somados ao escore de “carga/força” (anexo C). Os diagramas do grupo B (anexo B) são compostos por um total de 36 combinações de posturas entre os braços, antebraços e punhos, resultando num total de 9 possíveis escores encontrados na tabela B (anexo C) que serão somados ao escore de “pegas” (anexo C). Os escores A e B são encontrados pelo cruzamento das pontuações das posturas específicas observadas nas tabelas A e B. Os resultados dos escores das tabelas A e B

são cruzados na tabela C (a qual apresenta um total de 144 possíveis combinações) (anexo C). O escore C é somado a um escore associado às atividades específicas do observado, que apresenta três tipos de atividades: um ou mais segmentos corporais se encontram em trabalho estático; em ações repetitivas; ações que causam muitas mudanças rápidas nas posturas (anexo C). O escore final do REBA é associado à tabela de escores para as categorias de ações (anexo D), o qual indicará qual o nível do risco para lesões músculo esqueléticas e o nível de ação que deverá ser tomado para suprir esta demanda. Durante o segundo *workshop*, houve uma modificação na categoria dos braços: introduziu-se o escore referente à atuação da gravidade (-1) para a flexão dos braços com a flexão do tronco. A confiabilidade inter-observador de 14 participantes para a definição da codificação das posturas apresentou-se entre 62 e 85% de consistência (omitindo-se a categoria dos braços) (HIGNETT & McATAMNEY, 2000). Um “passo a passo” do processo de obtenção do escore final do REBA é apresentado em anexo D.

Para avaliar a carga física no trabalho do cirurgião (física e mental) foram utilizadas as técnicas: REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), Frequência Cardíaca (FC), Pressão Arterial (PA) (sistólica e diastólica) e nível de hormonal de Noradrenalina e, simultaneamente, para avaliar a carga mental, as técnicas: FC, PA e nível hormonal de cortisol, Adenocorticotrófico – ACTH e Adrenalina. O capítulo a seguir apresenta os métodos e técnicas utilizados na pesquisa, a justificativa do seu uso e as estratégias de pesquisa adotadas para a coleta e tratamento de dados.

#### 4 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS NA PESQUISA

Conforme Lakatos (1995) a pesquisa descritiva aborda quatro aspectos: investigação, registro, análise e interpretação de fenômenos atuais, objetivando o seu funcionamento no presente. A pesquisa descritiva pode ser de cunho exploratório, cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para modificar ou clarificar conceitos. Obtêm-se freqüentemente descrições tanto quantitativas quanto qualitativas do objeto de estudo, e o investigador deve conceituar as inter-relações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado. Marconi & Lakatos (1996) afirmam, ainda, que muitas vezes na pesquisa descritiva de cunho exploratório ocorre a manipulação de uma variável independente com a finalidade de descobrir seus efeitos potenciais. De acordo com Rudio (1982), a pesquisa descritiva procura conhecer e interpretar a realidade, sem nela interferir para modificá-la, isto é, a pesquisa descritiva deseja conhecer a natureza do fenômeno, sua composição, processos que o constituem ou nele se realizam. A pesquisa descritiva está interessada em descobrir e observar fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los. Sob o ponto de vista da natureza, esta pesquisa classifica-se como descritiva de caráter exploratório, pois visa gerar informações sobre a carga de trabalho imposta aos cirurgiões durante a realização de procedimentos cirúrgicos eletivos.

De acordo com os objetivos específicos, a fase inicial desta pesquisa abrange uma abordagem qualitativa para analisar o trabalho do cirurgião eletivo, visando conhecer e mapear os constrangimentos ergonômicos relacionados às suas atividades. Na primeira fase da pesquisa, a apreciação ergonômica, usaram-se técnicas de entrevistas e questionários para validar a percepção dos cirurgiões quanto às questões macroergonômicas relacionadas ao seu trabalho, dentre elas o nível de carga física e mental, e técnicas de observação (assistemática) visando uma descrição e interpretação da questão física, relacionada à postura ocupacional (carga física).

O levantamento dos dados na primeira fase da pesquisa foi realizado por meio de visitas aos centros cirúrgicos dos hospitais:

➤ Bloco Cirúrgico do Pavilhão Pereira Filho – está localizado no complexo hospitalar Santa Casa, em Porto Alegre,RS. É considerado referência latino-americana no diagnóstico e

tratamento em pneumologia clínica, cirurgia torácica, radiologia do tórax e transplante pulmonar e, ainda, como pioneiro, desde 1989, em transplante de pulmão na América Latina, além da especialização em cirurgias do enfisema pulmonar. Atende pacientes com doenças pulmonares, disponibilizando consultórios, unidades de internação, terapia intensiva, centro cirúrgico e diagnósticos específicos;

➤ Bloco Cirúrgico do Hospital Santa Rita - está localizado no complexo hospitalar Santa Casa, em Porto Alegre, RS. É especializado em oncologia, apresentando tecnologia para pesquisa, diagnóstico e tratamento clínico e cirúrgico do câncer, dando suporte ao tratamento oncológico às áreas de ginecologia e mastologia, tumores ósseos, cabeça e pescoço, partes moles, proctologia, urologia, cirurgia geral e oncologia clínica. A sua estrutura é composta por unidades de internação, terapia intensiva, centro cirúrgico, serviços de diagnóstico, radioterapia e quimioterapia;

➤ Bloco Cirúrgico do hospital Mãe de Deus - está localizado em Porto Alegre, RS, e opera com laboratórios de Análises Clínicas, Centro de Diagnóstico por Imagem e Plantão Médico. É especializado em várias áreas cirúrgicas, dentre elas: aparelho digestivo, cardiovascular, cabeça e pescoço, endócrina, geral, plástica, torácica, ginecologia, neurocirurgia, oncologia, ortopedia/traumatologia, pneumologia e urologia. No geral, o hospital dispõe de 220 Leitos 1320 funcionários e 42.000 m<sup>2</sup> de área construída.

Na primeira fase (apreciação ergonômica) foram entrevistados 7 cirurgiões, que trabalham no Bloco Cirúrgico do Hospital Pereira Filho especializado em cirurgias torácicas. Os resultados das entrevistas serviram de base para a elaboração de um questionário que foi aplicado a 32 cirurgiões dos dois hospitais mencionados.

Na segunda fase (diagnose ergonômica) tem-se, fundamentalmente, uma abordagem quali-quantitativa definida a partir dos resultados da fase anterior (apreciação ergonômica, pela observação e mapeamento dos problemas). As técnicas utilizadas nesta fase foram: de abordagem quantitativa, pela mensuração da carga física (por meio das técnicas de frequência cardíaca, pressão arterial, nível hormonal de catecolaminas -, noradrenalina e análise das posturas adotadas pela técnica REBA) e da carga mental relacionada ao trabalho do cirurgião eletivo (por meio das técnicas de frequência cardíaca, pressão arterial, nível hormonal de cortisol, de ACTH e de adrenalina); de abordagem qualitativa: pela aplicação de um

questionário (NASA-TLX) que avalia a percepção do cirurgião eletivo sobre a carga de trabalho envolvida com a realização de cirurgias.

O projeto do experimento contemplou o controle de algumas variáveis como: temperatura, iluminação (associadas ao ambiente); tempo de trabalho, sexo, idade, saúde (relativos aos sujeitos da pesquisa), horário de realização das cirurgias, uso de medicamentos, uso de cigarro, frequência de prática desportiva, tipos de cirurgia (turno/ação relativo ao trabalho), nível de expertise dos cirurgiões (residentes, *staff* e experientes) e, para o sexo feminino, o ciclo menstrual. O objetivo desta etapa é observar e verificar a relação entre as demandas física e mental no trabalho do cirurgião, em procedimentos eletivos, conforme for o nível de complexidade das cirurgias realizadas e o nível de experiência dos cirurgiões (residentes – “novatos”, *staff* – de “média experiência” e experientes). Rudio (1982) relata que na pesquisa experimental manipula-se deliberadamente algum aspecto da realidade, dentro de condições anteriormente definidas, a fim de observar se produz certos efeitos, ou seja, a pesquisa experimental está interessada em verificar a relação de causalidade que se estabelece entre variáveis e, para isto, cria-se uma situação de controle rigoroso, procurando evitar que, nela, estejam presentes influências alheias à verificação que se deseja fazer. A pesquisa experimental pretende dizer de que modo ou por que causas o fenômeno é produzido.

O delineamento da presente tese, com as técnicas empregadas em cada fase, é apresentado na figura 26.

DEMANDA	ABORDAGEM	TÉCNICA	DESCRIÇÃO
<b>Análise Macroergonômica</b>	Qualitativa	AMT; DM	Entrevista aberta; questionário (questões abertas e fechadas); observações assistemáticas
<b>Carga Física de Trabalho (CFT)</b>	Quantitativa	Pressão Arterial Média (PAM) (Sistólica e Diastólica)	Monitor digital de pressão arterial ( <b>CITZEN™</b> , modelo CH491-E, sistema oscilométrico). Coletas realizadas antes e depois das cirurgias.
	Quantitativa	Frequência Cardíaca (FC)	<b>POLAR®</b> modelo S610 (Software <b>Polar Precision Performance™</b> ). Coletas realizadas antes, durante e depois das cirurgias.
	Quantitativa	Catecolaminas (Na/A)	Amostras de sangue (plasma) minutos antes do procedimento cirúrgico e após este
	Semi-quantitativa	REBA	Registros em vídeo de posturas; software REBA, versão 1.3
	Qualitativa	NASA/TLX	questionário
<b>Carga Mental de Trabalho (CMT)</b>	Qualitativa	AMT; DM	Entrevista aberta; questionário (questões abertas e fechadas); observações assistemáticas
	Qualitativa	NASA/TLX	questionário
	Quantitativa	PAM	Monitor digital de pressão arterial ( <b>CITZEN™</b> , modelo CH491-E, sistema oscilométrico). Coletas realizadas antes e depois das cirurgias.
	Quantitativa	FC	<b>POLAR®</b> modelo S610 (Software <b>Polar Precision Performance™</b> ). Coletas realizadas antes, durante e depois das cirurgias.
	Quantitativa	Cortisol, ACTH e catecolaminas (Na/A))	Amostras de sangue (plasma) minutos antes do procedimento cirúrgico e após este

**Figure 26 - Delineamento dos métodos e técnicas utilizados na presente tese.**

Na segunda fase, o levantamento de dados ficou centrado no bloco cirúrgico do hospital Pereira Filho. Participaram do experimento, seis cirurgiões (dois professores, sendo um com cinquenta e dois e o outro com quarenta e seis anos de idade e vinte e três anos de trabalho com cirurgia, dois do *staff*, sendo um com trinta e dois anos e o outro com vinte e nove anos de idade e seis anos de trabalho com cirurgia e dois residentes, sendo um com trinta e dois anos o outro com vinte e oito anos de idade e três anos e meio de trabalho com cirurgia) especializados em cirurgias torácicas, sendo cinco homens e uma mulher. Cada um dos

cirurgiões realizou três procedimentos cirúrgicos eletivos classificados de grande, médio e pequeno porte, de acordo com a tabela de procedimentos (honorários) médicos da Associação Médica Brasileira (AMB) que classifica as cirurgias numa escala de 0 a 7 (0 a 2 – cirurgia de pequeno porte, 3 a 4 – cirurgia de médio porte e de 5 a 7 – cirurgia de grande porte), obedecendo aos seguintes critérios: 1) complexidade do ato cirúrgico, complexidade do ato anestésico e 3) tempo de duração do ato cirúrgico (anexos E e F). De acordo com Magalhães (1983), a cirurgia de pequeno porte abrange os atos operatórios mais simples, geralmente superficiais ou de pequena profundidade, realizados em unidades cirúrgicas menores ou mesmo em consultório ou ambulatório; a cirurgia de médio porte é realizada em centro cirúrgico plenamente equipado conforme as condições e requisitos básicos obrigatórios, tem duração de poucas horas e constitui o tipo mais freqüente e, por fim, a cirurgia de grande porte é de duração de várias horas ou de duração indeterminada, exigindo equipamentos especiais.

Em todos os procedimentos cirúrgicos, foram monitoradas a Frequência Cardíaca (FC), a Pressão Arterial Sistólica (PS) e a Pressão Arterial Diastólica (PD) e coletaram-se amostras de sangue minutos antes do início das cirurgias e após a realização destas. Todos os procedimentos cirúrgicos foram filmados por meio de uma câmera de vídeo digital armada em um tripé e posicionada num plano sagital em relação aos cirurgiões. Logo após a realização de cada cirurgia, aplicou-se o questionário NASA-TLX aos cirurgiões.

Cabe mencionar, ainda, o fato de que voluntariamente os cirurgiões concordaram em contribuir com a coleta de dados da pesquisa (realização de entrevistas e questionários, coleta de amostras de sangue (plasma) para serem analisadas em laboratório, mensurações de Pressão Arterial e Frequência Cardíaca e registro em vídeo de suas atividades) assinando o termo de consentimento que lhes fora apresentado (anexo G).

### **Fase I: Apreciação ergonômica (levantamento com a participação direta e indireta dos cirurgiões)**

Para a análise do trabalho dos cirurgiões, foi adotado o método de Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), proposto por Guimarães (1999), uma abordagem *bottom up* prevendo a participação dos usuários em todas as fases de projeto. A análise ergonômica aborda questões como o ambiente e o posto de trabalho, a organização e o conteúdo do trabalho e a qualidade

de vida como um todo. As fases de intervenção compreendem: 0) Lançamento do projeto; 1) levantamento ou apreciação ergonômica; 2) análise ou diagnose ergonômica (levantamento detalhado e a análise da situação); 3) proposta de soluções; 4) validação e 5) detalhamento ergonômico. O que diferencia a AMT das demais análises ergonômicas é a incorporação de uma fase 0 que antecede a fase de levantamento e a incorporação da participação ativa dos usuários em todas as fases da intervenção, principalmente na fase de levantamento, quando a opinião do usuário é fundamental para o direcionamento das demais fases subsequentes. A opinião dos participantes é incorporada à análise de forma estruturada, com o uso da ferramenta Design Macroergonômico (DM) proposta por Fogliatto & Guimarães (1999).

No presente trabalho, só serão abrangidas as fases 0, 1 e 2 da AMT, onde: na fase da apreciação (levantamento/mapeamento dos problemas que determinam constrangimentos ergonômicos) para o usuário/operador/trabalhador, no caso, o cirurgião eletivo) foram identificados os Itens de Demanda Ergonômica (IDEs) por meio de entrevistas e questionários com os cirurgiões e pelo levantamento da situação por meio de observações assistemáticas (registros em caderneta de campo e em vídeo de procedimentos cirúrgicos eletivos). Na fase de diagnose, foi analisada a questão da carga de trabalho relacionada ao trabalho do cirurgião eletivo, considerando a carga física (por meio das técnicas de frequência cardíaca, pressão arterial, nível hormonal de catecolaminas –, noradrenalina, da análise das posturas adotadas pela técnica REBA) e a carga mental (por meio das técnicas de frequência cardíaca, pressão arterial, nível hormonal de cortisol, ACTH, adrenalina e do NASA/TLX).

### **Identificação dos IDEs (Itens de Demanda Ergonômica)**

A identificação da demanda ergonômica dos cirurgiões foi feita por meio de entrevista não induzida de acordo com o método Design Macroergonômico (DM) proposto por Fogliatto & Guimarães (1999). A implementação do DM, neste trabalho, contemplou a etapa: 1) identificação do usuário e coleta organizada de informações acerca de sua demanda ergonômica. priorização dos itens de demanda ergonômica (IDEs) identificados pelo usuário; 2) a priorização utiliza a própria informação coletada em 1, baseando-se, por exemplo, em características do conjunto de dados amostrados (frequências, ordem de menção de itens, etc.). O objetivo nesta etapa é criar um ranking de itens demandados; 3) incorporação da opinião de especialistas (ergonomistas, designers, engenheiros, etc.) com vistas à correção de distorções apresentadas no *ranking* obtido em 2, bem como incorporação de itens pertinentes

de demanda ergonômica não identificados pelo usuário. Determina-se, assim, um ranking corrigido de itens de demanda ergonômica a ser utilizado nas etapas seguintes da metodologia;

### **Entrevistas abertas**

A identificação da demanda ergonômica dos cirurgiões inicia com uma entrevista aberta de acordo com o método proposto por Fogliatto & Guimarães (1999). A técnica aplicada permite obter a declaração espontânea dos profissionais a respeito de seu trabalho. Para tanto, pede-se a cada cirurgião que fale sobre o seu trabalho, citando aspectos gerais (positivos e negativos) relacionados à realização de suas atividades de tarefas (o entrevistador evita qualquer tipo de indução). As entrevistas são anônimas, isto é, não requerem a identificação dos entrevistados, são gravadas ou escritas em caderneta de campo. As entrevistas podem ser efetuadas individualmente ou em grupo.

De acordo com Fogliatto e Guimarães (1999) para efeito de priorização dos Itens de Demanda Ergonômica (IDEs), a ordem de menção de cada item é utilizada como peso de importância pelo recíproco da respectiva posição; ou seja, ao item mencionado na  $p^{\text{ésima}}$  posição é atribuído o peso  $1/p$ . Dessa forma, o primeiro fator mencionado receberá o peso  $1/1 = 1$  o segundo  $1/2 = 0,5$ , o terceiro  $1/3 = 0,33$ , e assim por diante. A tendência do uso da função recíproca é de valorizar os primeiros itens mencionados, sendo que a partir do quarto item a diferença passa a ser menos expressiva. A soma dos pesos relativos a cada item dá origem ao *ranking* de importância dos itens que servirá de guia para a elaboração de um questionário a ser preenchido por todos os trabalhadores.

Na presente tese, as entrevistas foram efetuadas individualmente, com os cirurgiões do turno diurno e noturno, e tiveram duração de 10 a 20 minutos. Os entrevistados foram abordados com uma única pergunta: “fale sobre o seu trabalho, citando aspectos que considera negativos e aspectos que considera positivos”. Foram entrevistados sete cirurgiões, sendo dois professores e cinco residentes, que trabalham no bloco cirúrgico do hospital Pereira Filho especializado em cirurgias torácicas. As respostas foram registradas em fitas cassetes por meio de um gravador de áudio e depois transcritas para uma planilha Excel para que fossem analisadas pelo pesquisador. Foram expurgadas as informações não pertinentes e agrupadas as respostas por afinidade, ou seja, as respostas semelhantes foram consideradas como um

mesmo Item de Demanda Ergonômica (IDE). A frequência e a ordem dos itens mencionados pelos entrevistados serviram de base para a elaboração de um questionário fechado.

## **Questionários**

Com base nos dados da entrevista é elaborado um questionário com questões relativas aos itens mencionados nas entrevistas. O nível de satisfação do sujeito (respondente/cirurgião eletivo) com relação a cada questão é aferido por meio de uma escala de avaliação contínua, sugerida por Stone et al. (1974). A metodologia do Design Macroergonômico (FOGLIATTO & GUIMARÃES, 1999), utilizada nesta pesquisa, recomenda o uso desta escala com duas âncoras nas extremidades (insatisfeito e satisfeito) e uma âncora no centro (neutro). Esta escala tem 15 cm e ao longo dela o sujeito (respondente) deve marcar a sua percepção sobre o item. A intensidade de cada resposta pode variar entre 0 (zero) e 15 (quinze). O questionário não requer o nome dos respondentes, mas requer dados relativos às variáveis da pesquisa (peso, idade, tempo de trabalho, tipo de cirurgia, etc.). Diferentemente da ponderação das entrevistas (que valoriza a soma dos pesos atribuídos a cada item pelos entrevistados) nos questionário o peso do item é gerado por sua média aritmética.

O questionário foi elaborado para quantificar (a insatisfação, a intensidade, a importância, etc.) os IDE's citados e priorizados nas entrevistas abertas. No cabeçalho do questionário, justificou-se a pesquisa, esclareceram-se os objetivos e apresentaram-se as informações sobre a aplicação e a forma de preenchimento do questionário; a seguir, foram solicitados dados pessoais dos sujeitos (idade, sexo, destreza manual, especialidade e tempo de trabalho). Devido ao fato de as entrevistas apresentarem queixas diferentes relatadas pelos cirurgiões residentes e professores, foi necessário elaborar questões específicas para cada categoria. Estas questões somente apareceram na primeira seção do questionário. Para os professores, foram inseridas as seguintes questões: “conversas paralelas dentro das salas de cirurgias, durante as cirurgias” e “respeito por parte dos residentes/alunos”. Para os residentes, foram abordadas as questões: “organização e distribuição das tarefas por parte da chefia”, “respeito por parte da chefia/professores” e “valorização do seu trabalho por parte da chefia”. Para a categoria “staff”, considerou-se o mesmo questionário aplicado aos residentes, pelo fato de estar em um nível de aprendizado como os residentes, ainda que superior.

O questionário continha perguntas fechadas, a serem avaliadas por meio de uma escala contínua com três âncoras (insatisfeito, neutro e satisfeito; ou nada, médio e muito; ou pouco, médio e muito), relacionadas aos IDEs, e cinco questões abertas para a caracterização e a priorização de fatores relacionados ao risco, cansaço, stress físico, stress mental e nível de dificuldade/complexidade de cirurgias (anexo H). A primeira seção do questionário solicitou a opinião dos cirurgiões relativa aos IDEs (27 para a categoria professor e 28 para a categoria residente); a segunda foi relativa à percepção de desconforto/dor percebido nas regiões corporais (braços, mãos, pernas, pés, costas, pescoço e cabeça); a terceira questionou aspectos relacionados à percepção dos cirurgiões quanto ao esforço físico e o esforço mental exigidos no seu trabalho, à organização do trabalho e psicossociais (monotonia, limitação, criatividade, dinâmica, estímulos, responsabilidade, valorização, pressão psicológica, autonomia); a quarta seção questionou sobre o nível de impacto referente à convivência com níveis intelectuais diferentes (grau de instrução) e o risco envolvido no trabalho; a quinta seção solicitou a caracterização e enumeração, por ordem de prioridade dos fatores contribuintes para o risco no trabalho do cirurgião eletivo, a sexta seção foi relativa ao nível de cansaço percebido durante o trabalho do cirurgião; a sétima seção questionou sobre os fatores relacionados ao cansaço, a oitava ao estresse físico; a nona sobre o estresse mental; e a décima seção solicitou um ranqueamento dos tipos de cirurgia realizados por eles, de acordo com a dificuldade/complexidade de cada uma.

A aplicação do questionário envolveu um pré-teste com cinco cirurgiões para verificar a facilidade de entendimento das questões e a forma de preenchimento. A versão final do questionário foi aplicada aos cirurgiões dos hospitais Pereira Filho e Santa Rita (complexo Santa Casa), visando abranger toda a população de cirurgiões eletivos destes hospitais.

No total, foram aplicados trinta e dois questionários (vinte no bloco cirúrgico do hospital Santa Rita e doze no Pereira Filho) distribuídos conforme o nível/categoria profissional, o sexo, a destreza manual e a especialidade (figura 27). A idade dos respondentes variou entre vinte e cinco e setenta e três anos, sendo que no hospital Santa Rita a média de idade foi de trinta e cinco anos e a do Pereira Filho de trinta e dois anos.

Variável	Descrição	CCH Santa Rita	CCH Pereira Filho	Nº respondentes do questionário (AMT)
Nível	Professores	9	2	11
	Staff	10	7	4
	Residentes	1	3	17
Sexo	Homens	16	11	27
	Mulheres	4	1	5
Destreza manual	Destro	19	10	19
	Canhoto	1	1	2
	Ambidestro	-	1	1
Especialidade	Cir. torácica	1	11	12
	Cir. geral	13	-	13
	Cabeça/pescoço	4	-	4
	mastologia	1	-	1
	ginecológica	1	-	1

**Figure 27 - Descrição dos respondentes do questionário.**

Visando uma melhor padronização dos dados, os IDEs secundários (quesitos do questionário) foram agrupados em sete IDEs primários (construtos), a saber: 1) percepção do ambiente (temperatura, ventilação, qualidade do ar, ruído, iluminação, conversas paralelas dentro das salas de cirurgia, materiais contaminantes, segurança no ambiente de trabalho); 2) percepção do posto/espço (tempo que fica de pé, postura, esforço físico para passar pacientes para as macas/mesas cirúrgicas, posicionamento do paciente na cama cirúrgica, qualidade dos instrumentos cirúrgicos, trabalho em recinto fechado, local para repouso – sala de estar médico); 3) percepção da organização do trabalho (qualidade da alimentação, horário/pausas para refeições, carga horária, flexibilidade nos horários de trabalho, organização e distribuição das tarefas por parte da chefia, número de funcionários disponíveis para a realização do trabalho, trabalho em equipe); 4) percepção quanto ao relacionamento/convívio no trabalho (respeito por parte dos residentes/alunos, dos enfermeiros, dos médicos-anestesistas, dos técnicos/auxiliares de enfermagem, dos professores/chefia, valorização por parte da chefia, convivência com níveis intelectuais – grau de instrução – diferentes, integração entre os colegas); 5) percepção da motivação no trabalho (ter que lidar com atividades diferentes – trabalho variado, monotonia, trabalho limitado, criativo, dinâmico, estimulante, responsabilidade, valorização por parte do trabalho, autonomia); 6) percepção do balanço físico/mental (esforço mental, esforço físico, pressão psicológica, trabalho envolve risco);

7) percepção do desconforto/dor (desconforto/dor nos braços, nas mãos, nas pernas, nos pés, nas costas, no pescoço, na cabeça, cansaço). A matriz elaborada para a análise foi constituída pela média ponderada dos IDEs secundários, aos quais foram atribuídos pesos de acordo com as respostas dos quesitos abertos do questionário (anexo I). As variáveis que caracterizaram os respondentes foram: idade, sexo, categoria profissional (cirurgiões professores, cirurgiões do staff e cirurgiões residentes – nível 4), bloco cirúrgico (Pereira Filho e Santa Rita) e especialidade cirúrgica (cirurgia torácica, cirurgia geral, cirurgia de cabeça/pescoço, cirurgia ginecológica e mastológica).

A título de identificar a existência, ou não, de grupos de respondentes, usou-se a técnica de análise de aglomerados como um meio exploratório dos dados coletados por meio do questionário fechado. A análise de aglomerados (ou *cluster analysis*) organiza elementos em grupos para que se possa compreender melhor o comportamento de cada grupo de acordo com uma determinada problematização (RIBEIRO, 1999). Adotou-se um algoritmo de agrupamento não hierárquico ou agrupamento em k-médias (*k-means cluster*) no software SPSS versão 10.0, pois este procedimento aloca objetos ao número de aglomerados estabelecido, ou seja, uma solução com 4 aglomerados ou *clusters* é independente da solução com 5 aglomerados, sendo que a primeira não deriva da segunda. Para o uso da análise de aglomerados foi necessária a padronização/normalização dos dados, requerendo, portanto, que as respostas do questionário estivessem em uma mesma escala de avaliação. Fez-se, então, a inversão de algumas escalas subtraindo-se o valor 15 (correspondente à extremidade da escala) pelo valor assinalado na escala, por exemplo: se o respondente assinalou 3,5 na escala, o valor invertido correspondente à escala será 11,5 ( $15 - 3,5$ ).

### **Observação assistemática**

Segundo Moura et al. (1998), a observação assistemática, também denominada *não estruturada* ou *livre*, não envolve o estabelecimento de critérios prévios para orientar o registro do fenômeno a ser observado. Esse tipo de procedimento utiliza, assim, de narrativas de formato flexível, que descrevem minuciosamente, e de modo mais fiel possível, as diferentes facetas e modalidades que caracterizam os sujeitos, grupos ou situações observados.

De acordo com Rudio (1986), a observação assistemática - chamada também de “ocasional”, “simples”, “não estruturada” - é a que se realiza, sem planejamento e sem controle anteriormente elaborados, como decorrência de fenômenos que surgem de imprevisto. Para as ciências do comportamento humano, a observação ocasional é muitas vezes a única oportunidade para estudar determinados fenômenos. A condição para se observar é não perder a oportunidade de “ver” o que está acontecendo. Isto exige do pesquisador uma atitude de prontidão, isto é, de estar sempre preparado e atento ao que vai acontecer, na área da pesquisa em que está interessado.

A observação assistemática foi feita por meio de registro em vídeo, durante os procedimentos cirúrgicos eletivos no centro cirúrgico dos hospitais Santa Rita, Pereira Filho e Mãe de Deus. No total assistiram-se a quatorze cirurgias torácicas (três segmentectomias, duas ressecções pulmonares, duas lobectomias, quatro biópsias e três simpatectomias), três urológicas (uma retirada de cisto de bolsa escrotal, uma incontinência urinária e uma prostatectomia) e quatro cirurgias gerais (duas colectomias, uma apendicectomia e uma gastrectomia). Os dados relacionados às tarefas realizadas pelos cirurgiões durante as cirurgias foram registrados manualmente em caderneta de campo.

## **Fase II: diagnose ergonômica no trabalho dos cirurgiões**

Na etapa de diagnose ergonômica, a fase II da presente tese abrangeu o projeto de experimentos que contemplou a mensuração de parâmetros fisiológicos (FC, PA, níveis hormonais – cortisol, ACTH, adrenalina e noradrenalina) e subjetivos (NASA-TLX) relacionadas à carga física e à carga mental dos cirurgiões. Foi realizado um pré-teste de todas as medições requeridas ao estudo, antes da coleta de dados propriamente dita, de uma pequena amostra da população (um cirurgião residente, um cirurgião do *staff* e um cirurgião sênior), com o intuito de analisar o comportamento e as possibilidades de se viabilizar o projeto estipulado. Vale dizer, ainda, que a amostragem da presente pesquisa foi estipulada de maneira aleatória.

Para a padronização da coleta de dados, foi montado um protocolo de registro de tarefas o qual apresentou quatro sessões: 1) relativa aos dados gerais (sujeito/colaborador da pesquisa e o tipo de cirurgia em que o cirurgião seria observado); 2) questões que poderiam influenciar no experimento, como: a que horas o cirurgião despertou do sono; quantas cirurgias foram

realizadas antes da cirurgia em que o cirurgião seria observado; se o cirurgião usava algum tipo de medicação; se o cirurgião usava cigarro comercializado legalmente (de nicotina); sobre a prática de esportes e sua frequência e, por fim, uma pergunta específica para as mulheres sobre o período do ciclo menstrual; 3) um quadro onde foram anotados o horário inicial e o final da cirurgia, do monitoramento da FC e da coleta de amostras de sangue (plasma) e um outro quadro onde foram anotados os valores coletados da Pressão Arterial Sistólica (PAS) e da Pressão Arterial Diastólica (PAD) em repouso, antes e depois da cirurgia em que o cirurgião foi observado; 4) um quadro onde eram registrados a tarefa e o momento (horário) em que era realizada (anexo J). Registraram-se as atividades das tarefas da população amostral composta por: dois cirurgiões residentes (um do sexo feminino, com trinta e dois anos de idade e quarenta e dois meses de trabalho e outro do sexo masculino, com vinte e oito anos de idade e quarenta meses de trabalho), dois cirurgiões do *staff* (um com trinta anos de idade e sessenta meses e outro com trinta e quatro anos de idade e setenta e dois meses de trabalho, ambos do sexo masculino) e dois cirurgiões experientes (um com cinquenta e dois e outro com quarenta e seis anos de idade, ambos do sexo masculino e com duzentos e setenta e seis anos de tempo de trabalho com cirurgia) da fase II. No total, assistiu-se a dezoito cirurgias torácicas na figura 28, de acordo com o porte classificado pela AMB.

Sujeito	Nível	Cirurgia	Porte	Duração	Data
1	Residente	Res. Tumor Mediast.	6 (grande)	3h	24/09/02
		Segmentectomia	4 (médio)	1h01min	26/09/02
		Biópsia de gânglio	0 (pequeno)	25min	13/06/02
2	Residente	Lobectomia	6 (grande)	2h05min	15/10/02
		Bulectomia unilat.	4 (médio)	42min	27/08/02
		Biópsia de pulmão	0 (pequeno)	46min	27/09/02
4	Staff	Toracectomia	6 (grande)	2h22min	06/11/02
		Segmentectomia	4 (médio)	55min	05/11/02
		Mediastionscopia	0 (pequeno)	24min	30/10/02
3	Staff	Lobectomia	6 (grande)	3h19min	21/10/02
		Torac. Explor./segm.	4 (médio)	1h21min	30/08/02
		Mediastionscopia	0 (pequeno)	17min	04/10/02
5	Professor	Timectomia	5 (grande)	2h21min	06/08/02
		Segmentectomia	4 (médio)	1h12min	02/07/02
		Mediast. Cervical	2 (pequeno)	1h31min	27/08/02
6	Professor	Ressecção pulmonar	6 (grande)	2h05min	25/07/02
		Simpatectomia	4 (médio)	56min	01/08/02
		Biópsia de pulmão	0 (pequeno)	22min	08/08/02

Figure 28 - Descrição dos procedimentos cirúrgicos realizados para a diagnose ergonômica (fase II).

## **Observação sistemática para análise postural do trabalho dos cirurgiões**

Conforme Rudio (1986), a observação sistemática - chamada também de “planejada”, “estruturada” ou “controlada” - é a que se realiza em condições controladas para se responder a propósitos, que foram anteriormente definidos. Requer planejamento e necessita de operações específicas para o seu desenvolvimento. Na observação sistemática, o observador sabe o que procura e o que carece de importância em determinada situação, deve ser objetivo, reconhecer possíveis erros e eliminar sua influência sobre o que vê ou recolhe.

O registro sistemático da postura ocupacional do cirurgião durante a realização do seu trabalho (cirurgias) foi efetuado em situação real por meio de registro em vídeo no hospital Pereira Filho. O registro foi efetuado por meio de uma câmera de vídeo digital armada em um tripé e posicionada num plano sagital, em relação aos cirurgiões, para a análise do quadro das posturas assumidas e descrição cinesiológica dos principais movimentos e variações angulares baseando-se nos diagramas de segmentos corporais propostos pela técnica REBA(HIGNETT & McATAMNEY, 2000). Num segundo momento, utilizou-se a técnica REBA para a avaliação das posturas assumidas, por meio do software REBA versão 1.3 (*Neese Consulting Company, 2001*) (figura 29). A técnica REBA foi aplicada às cirurgias de maior tempo de duração e nas cirurgias de menor tempo de duração. Foram coletadas 120 observações das cirurgias de maior tempo de duração, em 3 momentos: 40 observações nos primeiros 20 minutos da cirurgia, 40 observações nos 20 minutos equivalentes à metade da cirurgia e 40 observações nos últimos 20 minutos da cirurgia realizada. Para as cirurgias de menor tempo de duração, aplicou-se o REBA no tempo total. O intervalo entre as observações foi de 30 segundos.

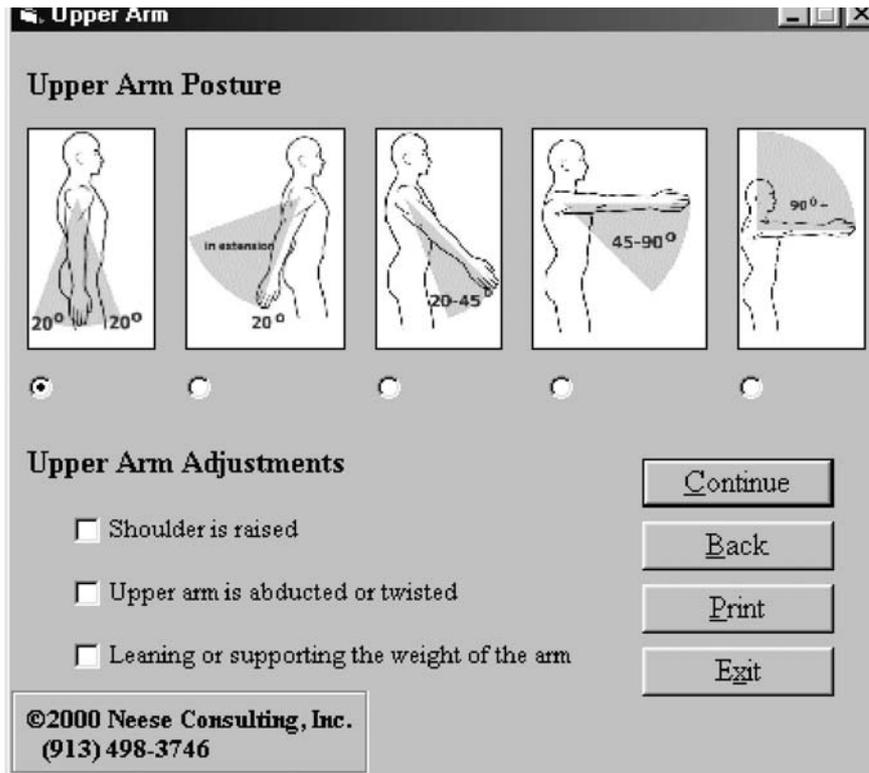


Figure 29 - Exemplo de uma das interfaces do software REBA utilizado para avaliação dos constrangimentos posturais nas diversas cirurgias observadas na fase II.

Os escores finais do REBA, para cada observação coletada, foram digitados em planilha Excel, onde foi calculada a média de cada momento (20 minutos no início, no meio e no fim das cirurgias) e a média final dos 3 momentos.

### Medição da Frequência Cardíaca (FC)

Os batimentos cardíacos do cirurgião eletivo foram registrados por meio de um monitor de frequência cardíaca da marca **POLAR**<sup>®</sup> modelo S610 (composto por uma cinta, posicionada na região peitoral do cirurgião, e um monitor digital) (figura 30), o qual ficou dentro do bolso do jaleco cirúrgico numa distância inferior a 1m. Os dados registrados pelo monitor foram transferidos para o software **Polar Precision Performance**<sup>™</sup>, por meio de uma interface com sistema infravermelho, tabulados e plotados em gráfico, a cada 5 segundos.



**Figure 30 - POLAR® modelo S610 utilizado para a mensuração da FC dos cirurgiões nas diversas cirurgias observadas na fase II.**

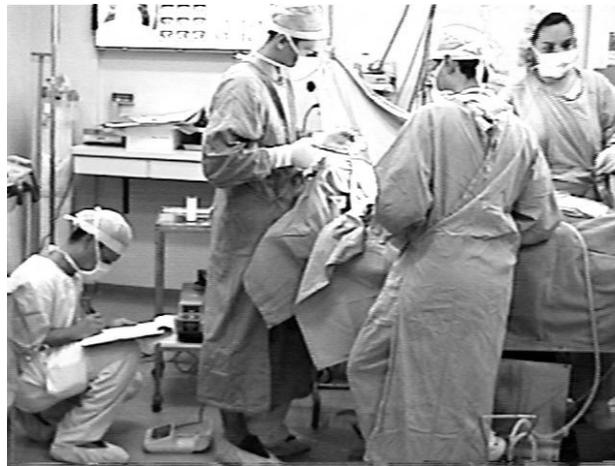
### **Medição da Pressão Arterial (PA)**

A Pressão Arterial Sistólica (PAS) e a Pressão Arterial Diastólica (PAD) foram mensuradas por meio de um monitor digital de pressão arterial da marca **CITIZEN™** modelo CH-491E (sistema oscilométrico) (figura 31), com inflação automática da braçadeira até um nível apropriado por bomba interna e o esvaziamento por válvula eletromagnética. A precisão do aparelho é de  $\pm 4$  mmHg para pressão e de  $\pm 5\%$  para o pulso, com extensão da medição de 0 ~ 280mm para a pressão e de 40 ~ 180 pulsações/min. Além da PAS e da PAD, o monitor também registrou a Frequência Cardíaca.



**Figure 31 - Aparelho de PA modelo CITIZEN™ modelo CH-491E utilizado para a mensuração da PA dos cirurgiões nas diversas cirurgias observadas na fase II.**

Registraram-se a PAS e a PAD dos cirurgiões em repouso, antes, durante e depois da cirurgia em que estes foram observados (figura 32). Os registros em repouso (antes e após as cirurgias) foram feitos no braço (altura da artéria braquial) e, como durante a cirurgia seria inviável realizar qualquer mensuração de PA no braço dos cirurgiões, em razão do cirurgião não poder parar a cirurgia para tal, optou-se por registrar a PA durante a realização do procedimento cirúrgico na perna (altura da artéria poplítea) dos cirurgiões. Os registros realizados durante a cirurgia ocorreram em intervalos de 15 a 20 minutos, em cirurgias de médio a grande porte, e intervalos de 8 a 10 minutos em cirurgias de pequeno porte. No total, foram coletadas 5 amostras em cirurgias de médio a grande porte e 3 amostras em cirurgias de pequeno porte.



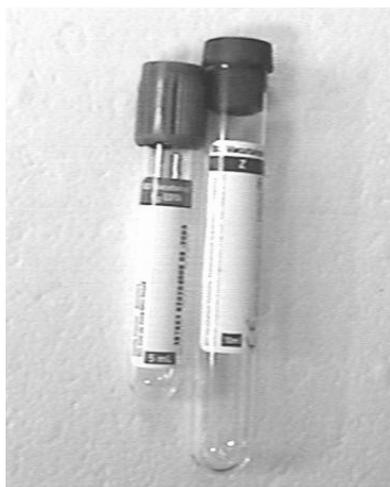
**Figure 32 - Exemplo de como foi mensurada a pressão arterial dos cirurgiões durante as diversas cirurgias observadas na fase II.**

O tratamento de dados requereu o cálculo da PA Média (cálculo aproximado da PA integral) por meio da seguinte fórmula (McArdle et al., 1996; Fox & Mathews, 1986):  $PAM = PD + 1/3 (PS - PD)$ , Onde: PAM = Pressão Arterial Média; PAD = Pressão Diastólica; PAS = Pressão Sistólica.

### **Medições dos níveis hormonais**

Para as medições dos níveis hormonais, foram coletadas amostras de sangue minutos antes ao procedimento cirúrgico e após este. Cada amostra correspondeu a 5ml de sangue venoso puncionado e acondicionado da seguinte maneira: em frascos/tubos BD Vacutainer™ de vidro

sem reagentes, para análise de cortisol e em frascos/tubos BD Vacutainer™ de vidro com K<sub>3</sub> EDTA (anti-coagulante) (figura 33) para análise das catecolaminas (adrenalina, noradrenalina e dopamina) e do ACTH (Adenocorticotrófico). Os frascos, junto com as amostras de sangue, foram imediatamente refrigerados em embalagem de isopor contendo gelo, para serem enviadas ao laboratório **IMUNO Pesquisas Clinicas LTDA** onde foram analisadas.



**Figure 33 - Frascos/tubos BD Vacutainer™ utilizados para o acondicionamento das amostras de sangue dos cirurgiões coletadas antes e após a realização das diversas cirurgias observadas na fase II.**

De acordo com informações cedidas pelo laboratório, as amostras eram centrifugadas em uma centrífuga comum a 3000RPM, durante 5 minutos, e estocadas a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Os ensaios para as análises de cortisol e de ACTH foram feitos pelo método de quimioluminescência, espectrometria com coeficiente de variação de 1,5% e com os seguintes valores de referência: cortisol com variação diurna – 8hs: 5 a 25 mcg/dl e 16hs: 2,5 a 12,5 mcg/dl – e supressão com dexametasona de 10% do valor basal (8hs); ACTH até 46pg/ml de referência. Os ensaios para as análises das catecolaminas foram feitos pelo método de cromatografia líquida de alta resolução com um limite de detecção de 2pg/ml em Adrenalina (CV menor que 8,4 %) e a 1pg/ml em Noradrenalina (CV menor que 9,3%) e com os seguintes valores de referência: adrenalina inferior a 150pg/ml; noradrenalina inferior a 370pg/ml e dopamina inferior a 200pg/ml.

Na presente tese, utilizou-se a “razão da razão” entre as amostras coletadas após as cirurgias (coleta 2) e as amostras coletadas antes das cirurgias (coleta 1) para todos os parâmetros fisiológicos (cortisol, ACTH, Na e A). Os dados foram tabulados em planilha Excel e

plotados em gráficos de tendência. No caso da análise da relação entre a carga física e mental do trabalho do cirurgião utilizou-se como referência a razão Na/A utilizada em estudos similares (Fibiger et al., 1984; Basset et al., 1987), os quais sugerem que se os valores resultantes desta razão estiverem entre 2 e 3 a carga é essencialmente mental e se os valores forem maiores que 5 a carga é essencialmente física. Neste caso, a avaliação foi feita considerando a razão entre a relação Na/A da coleta 2 (depois da realização das cirurgias) e Na/A da coleta 1 (antes da realização das cirurgias), ou seja:

$$\frac{\left(\frac{\mathbf{Na}}{\mathbf{A}}\right)_2}{\left(\frac{\mathbf{Na}}{\mathbf{A}}\right)_1}$$

Foi sugerido a possibilidade de se analisar o nível hormonal por meio de amostras de urina, mas os cirurgiões é que preferiram colaborar com amostras de sangue (plasma). Segundo conversas informais, esclareceu-se que os cirurgiões consideram que esse procedimento é mais fácil de ser realizado. A coleta de urina é mais difícil de ser feita, pois eles têm de ter uma alimentação e ingestão de líquidos regular, e para se obter amostras de urina é preciso a ingestão de líquidos minutos antes da coleta. A coleta de plasma é de fácil acesso não requerendo nenhum pré-requisito para coleta. No caso, as amostras de sangue (plasma) foram coletadas algumas vezes por enfermeiros e outras vezes por médicos (anestesiista ou cirurgião).

## **NASA-TLX**

Um questionário adaptado da técnica NASA (*National Aeronautics and Space Administration*/TLX (*Task Load Index*)) foi utilizado para avaliar o nível de carga de trabalho (física e mental) percebido pelos cirurgiões durante a realização de cirurgias eletivas. Realizou-se um pré-teste com a aplicação do NASA/TLX a três cirurgiões e a versão final foi aplicada em todos os cirurgiões que participaram da pesquisa, ao final de cada cirurgia em que estes eram observados. No questionário adaptado da NASA/TLX, adicionou-se uma sessão na qual solicitou-se que o sujeito ordenasse, de acordo com o nível de dificuldade, as cirurgias realizadas durante o experimento (anexo K).

Cabe enfatizar que para estipular o porte das cirurgias (pequeno, médio e grande porte), pelo nível de complexidade (carga mental) e tempo de duração (carga física) das cirurgias

realizadas no experimento, utilizou-se como referência a tabela de procedimentos médicos da AMB (Associação Médica Brasileira) além da própria percepção dos cirurgiões, os quais descreveram um ranking das cirurgias de acordo com o nível de complexidade/dificuldade percebido.

O questionário adaptado da técnica NASA/TLX foi aplicado somente à população amostral (seis cirurgiões) que participou da fase II da pesquisa.

O capítulo a seguir apresenta os resultados e discussões dos dados coletados junto aos cirurgiões.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Fase I: apreciação ergonômica

#### Levantamento com a participação direta e indireta dos cirurgiões eletivos

##### Entrevistas

Os Itens de Demanda Ergonômica (IDEs) e seus pesos de importância foram identificados nas entrevistas abertas feitas com os cirurgiões e são apresentados na tabela 4.

**Tabela 4 – IDEs citados pelos entrevistados conforme ordem de priorização.**

ITENS CITADOS	SOMA	Percent (%)
Pressão para que esteja tudo certo	2,5	15
Carga horária extensa	2,16	13
Stress durante a interação com os familiares de pacientes	2	12
Alimentação ruim, fora de horário	1,5	9
Tempo que fica de pé depois de começar a trabalhar na área do centro cirúrgico	1,25	8
Postura durante a cirurgia	1,17	7
lidar com atividades diferentes (trabalho muito variado)	1	6
Posicionamento do paciente na cama cirúrgica	0,75	5
má qualidade dos instrumentos cirúrgicos	0,64	4
Relação distante entre as hierarquias	0,585	4
Preconceito	0,5	3
Local de descanso inadequado (sala de estar médico)	0,49	3
Iluminação ruim das salas cirúrgicas	0,4	2
Descaso com o residente	0,33	2
Pouco tempo para dormir	0,25	2
Muita rotatividade dos funcionários (dos níveis secundário e terciário)	0,25	2
Falta de atividade física (vida sedentária)	0,2	1
Ter que trabalhar em ambiente fechado	0,2	1
Conversas paralelas dentro das salas cirúrgicas, durante as cirurgias	0,16	1
ter que dar atenção, conviver, com níveis intelectuais (grau de instrução) diferentes	0,13	1
Muita cobrança	0,11	1
<b>TOTAL</b>	<b>16,575</b>	<b>100</b>

No geral, os entrevistados citaram problemas de ordem:

**posto/espço:** “postura durante a cirurgia”, “tempo em que fica de pé depois de começar a trabalhar na área do centro cirúrgico”, “má qualidade dos instrumentos cirúrgicos”;

**organizacional:** “ter que lidar com atividades diferentes”, “muita rotatividade dos funcionários (dos níveis secundário e terciário)”, “conversas paralelas dentro das salas cirúrgicas, durante as cirurgias”, “carga horária extensa”, “alimentação ruim e fora de horário”, “pouco tempo para dormir”;

**ambiente:** “iluminação ruim das salas cirúrgicas”;

**relacionamento:** “estresse durante a interação com os familiares de pacientes”, “preconceito”, “descaso com o residente”, “relação distante entre as hierarquias”, “ter que dar atenção, conviver, com níveis intelectuais diferentes”.

**balanço físico/mental:** “pressão para que esteja tudo certo”, “muita cobrança”;

A frequência e a ordem dos itens mencionados pelos entrevistados serviram de base para o questionário fechado aplicado aos cirurgiões eletivos dos hospitais Pereira Filho e Santa Rita (Complexo Hospitalar Santa Casa).

## **Questionário e observações assistemáticas**

### **Quesitos fechados (Itens de Demanda Ergonômica)**

As respostas dos questionários foram avaliadas segundo a técnica estatística de análise de aglomerados, que agrupa os sujeitos por similaridade de respostas. A estrutura definida pelos aglomerados demonstrou a existência de 5 agrupamentos, distribuídos de acordo com a figura 34.

<b>Aglomerado</b>	<b>Casos</b>
1	14
2	5
3	7
4	4
5	2
total	32

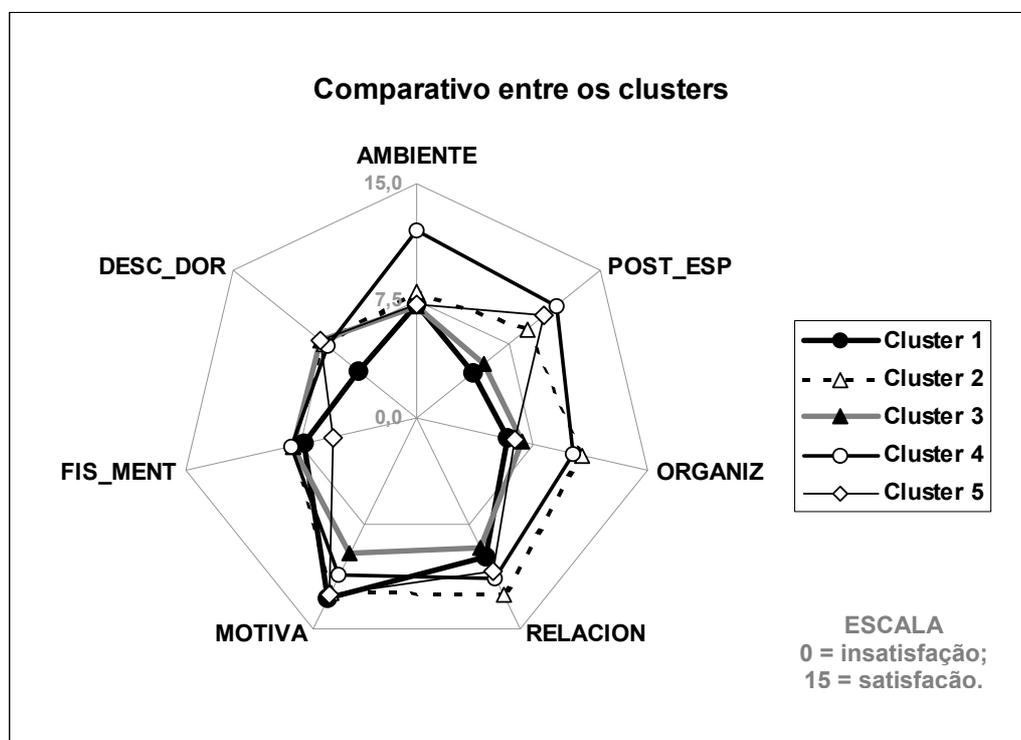
**Figure 34 - Número de casos em cada aglomerado.**

Especificamente, os aglomerados formados apresentaram-se da seguinte maneira:

- o aglomerado 1 foi formado por 9 respondentes do BC Santa Rita e 5 do BC Pereira Filho, 3 professores, 2 staffs e 9 residentes, todos do sexo masculino, com média de idade de 31,6 anos e tempo de trabalho de 5,75 anos. Quanto à especialidade, a maioria foi composta de cirurgiões torácicos (n = 6) e, ainda, 4 cirurgiões gerais, 3 de cabeça/pescoço e 1 de cirurgia ginecológica. Considera-se este grupo formado, em sua maioria por cirurgiões mais jovens e de média experiência;
- o aglomerado 2 apresentou 2 respondentes do Pereira Filho e 3 do Santa Rita, 3 professores, 2 residentes, 3 do sexo masculino e 2 do feminino, com média de idade de 41,6 anos e tempo de trabalho de 16 anos. Quanto à especialidade, 2 cirurgiões torácicos e 3 cirurgiões gerais. Este grupo pode ser considerado como o mais experiente;
- o aglomerado 3 foi composto por 6 respondentes do Santa Rita e 1 do Pereira Filho, 5 professores, 1 do *staff* e 1 residente, 4 homens e 3 mulheres, com média de idade de 37,8 anos e tempo de trabalho de 9,9 anos. Quanto à especialidade, a maioria foi composta de cirurgiões gerais (n = 4) e, ainda, 1 cirurgião torácico, 1 de cabeça/pescoço e 1 de cirurgia mastológica. Considera-se este grupo como experiente;
- o aglomerado 4 se compôs por 1 respondente do Santa Rita e 3 do Pereira Filho, 1 do staff e 3 residentes, todos do sexo masculino, com média de idade de 29,5 anos e tempo de trabalho de 3,3 anos. Quanto à especialidade, a maioria foi composta de cirurgiões torácicos (n = 3) e, ainda, 1 cirurgião geral. Este grupo pode ser considerado como um dos mais jovens e menos experientes;
- para o aglomerado 5, tem-se: 1 respondente do Santa Rita e 1 do Pereira Filho, todos residentes, do sexo masculino, com média de idade de 26 anos e tempo de trabalho de 1,9 anos, 1 especialista em cirurgia torácica e 1 em cirurgia geral. Este grupo é considerado como o de idade mais jovem e de menor nível de experiência.

Comparando-se os aglomerados (*clusters*) formados e considerando-se a escala do questionário (0 nada satisfeito a 15 satisfeito), pode-se verificar, na figura 35, que os respondentes pertencentes ao *cluster* 1 (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência) mostraram-se insatisfeitos com os IDEs primários (construtos) **posto/espaco** (média de 4,6) e **organização do trabalho** (média de 5,57), perceberam a presença de **desconforto/dor** (média de 4,68) e apresentaram média de 7,34 para o item **balanço físico/mental** de acordo com a escala (0 pouca intensidade a 15 muita intensidade); o *cluster* 2 (formado por cirurgiões experientes) foi o que apresentou resultados acima da média para

todos os IDEs primários; o *cluster* 3 (formado por cirurgiões experientes) mostrou-se insatisfeito com os IDEs: **posto/espaco** (média de 5,52), **organização do trabalho** (média de 6,93) e **ambiente** (média de 7,14), enquanto que, o *cluster* 4 (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) apresentou resultados acima da média para todos os IDEs primários, exceto para o item **desconforto/dor** (7,26); por fim, o *cluster* 5 (formado por cirurgiões mais jovem e de menor nível de experiência) apresentou resultados abaixo da média para os itens: **balanço físico/mental** (média de 5,37), **organização do trabalho** (6,34) e **ambiente** (7,32). De forma geral, todos os *clusters* formados apresentaram-se satisfeitos com os IDEs **motivação e relacionamento**.

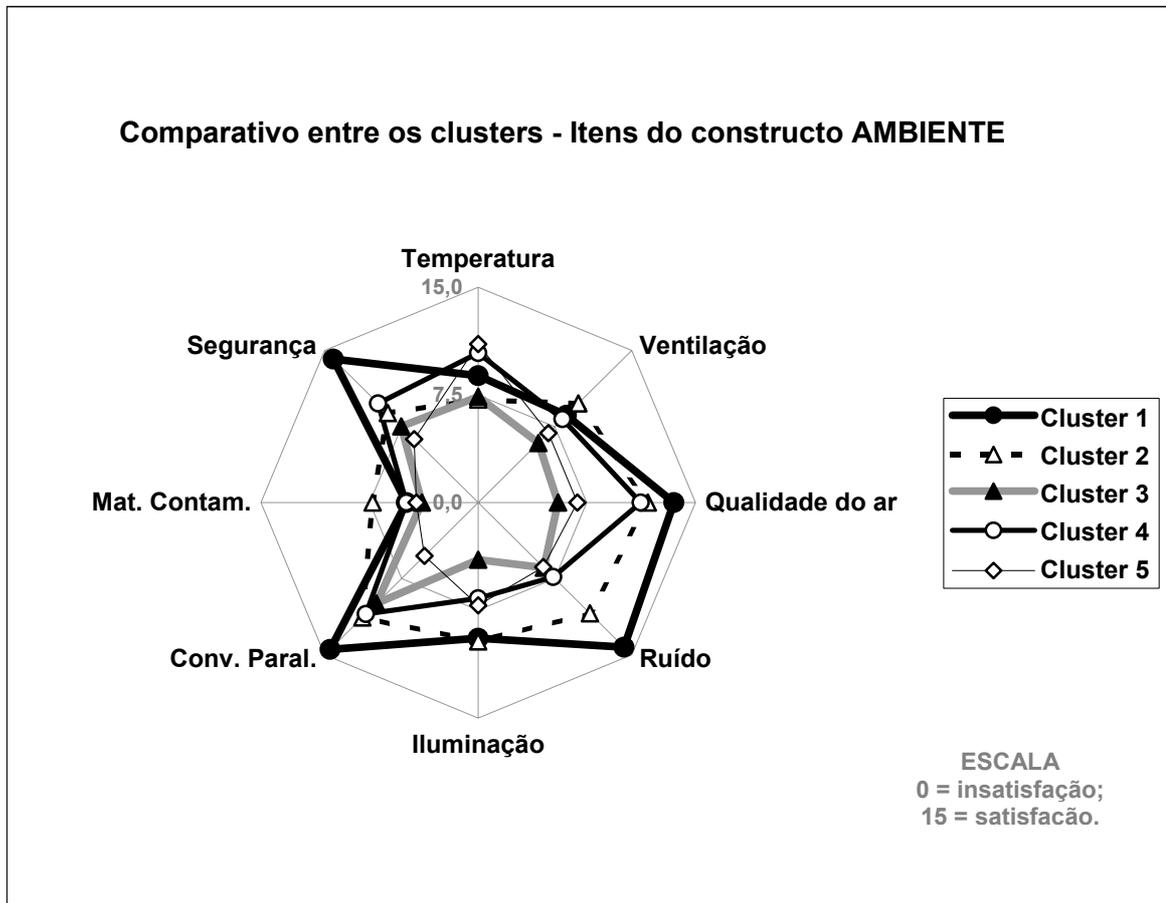


*cluster* 1 (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência), *cluster* 2 (formado por cirurgiões experientes), *cluster* 3 (formado por cirurgiões experientes), *cluster* 4 (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) e *cluster* 5 (formado por cirurgiões mais jovens e de menor nível de experiência)

**Figure 35 - Gráfico comparativo entre os clusters , com relação aos IDEs primários (constructos).**

Com relação aos IDEs secundários do constructo Ambiente, o *cluster* 3 (os cirurgiões mais experientes) foi o que apresentou os menores níveis de satisfação nos IDEs **materiais contaminantes, iluminação, qualidade do ar, ventilação e temperatura**, nessa ordem, seguido do *cluster* 5 (cirurgiões menos experientes) que apresentou os menores níveis para os

IDEs materiais contaminantes, segurança, ruído, qualidade do ar, ventilação e iluminação. O item materiais contaminantes foi o que apresentou o menor nível de satisfação para todos os *clusters* (figura 36).



*cluster 1* (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência), *cluster 2* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 3* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 4* (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) e *cluster 5* (formado por cirurgiões mais jovens e de menor nível de experiência)

**Figure 36 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Ambiente.**

Os resultados das observações assistemáticas corroboram a média de satisfação com o item secundário iluminação, do constructo ambiente, como apresentado a seguir:

- má visibilidade dos componentes/estruturas informacionais; intensidade de iluminamento deficiente, causando exigências visuais da tarefa; existência de reflexos devido as superfícies brilhosas das estruturas, ou fontes luminosas dentro dos limites da visualização,

que ofuscam a visão do operador e ocasionam uma super-exposição repetitiva da retina (figuras 37, 38 e 39).



**Figure 37 - Cirurgiões, anestesistas e enfermeiras circulantes ajustando o foco de luz.**



**Figure 38 - A necessidade de um foco portátil de luz para tomar as informações.**



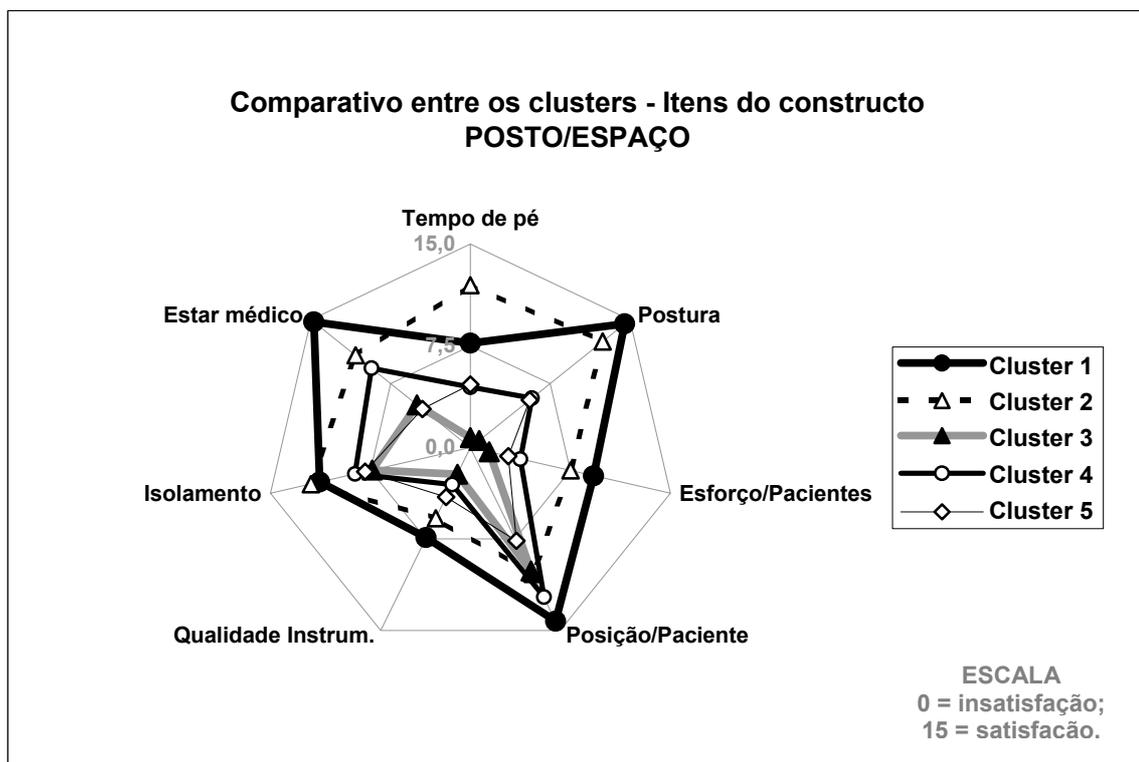
Figure 39 - Exigências visuais (imagens do monitor de vídeo e micro-imagens em visor especial).

Os custos humanos relacionados ao item secundário iluminação podem ser de cunho sensório-fisiológico, resultando em: fadiga visual muscular face às freqüentes acomodações do cristalino resultantes da necessidade de discriminar objetos em diferentes distâncias, o que ocasiona mudanças de focalização com modificações de esfericidade do cristalino através da contração do músculo ciliar; desconforto visual, incômodos/desconforto/dores de cabeça e cansaço geral em função de adaptações constantes da íris e da retina face aos níveis de iluminação das estruturas orgânicas dos cirurgiados; problema de ofuscamento e conseqüente super-exposição repetitiva da retina, face aos reflexos da iluminação das estruturas orgânicas dos cirurgiados.

Para o item secundário Posto/espaco, o nível de satisfação apresentou-se abaixo da média para o item **Qualidade dos instrumentos cirúrgicos** em todos os *clusters*. O *cluster 3* (composto por cirurgiões experientes), com níveis de satisfação abaixo da média para os IDEs **tempo prolongado na postura em pé, postura ocupacional, esforço físico para passar pacientes para as macas/mesas cirúrgicas, qualidade dos instrumentos cirúrgicos, ter que trabalhar em recinto fechado (isolamento) e local para repouso (sala de estar médico)**, respectivamente, e o *cluster 5* (formado por cirurgiões menos experientes), com níveis de insatisfação elevados para os IDEs **esforço físico para passar pacientes para as macas/mesas cirúrgico, qualidade dos instrumentos cirúrgicos, local para repouso (sala de estar médico) e tempo prolongado na postura em pé e postura ocupacional**, foram os que apresentaram os resultados mais baixos com relação à média de satisfação. O *cluster 4* apresentou níveis de insatisfação abaixo da média para os IDEs **qualidade dos instrumentos cirúrgicos, esforço para passar pacientes para as macas/mesas cirúrgicas, tempo prolongado na postura em pé e a postura ocupacional**. O item **posicionamento do**

**paciente na cama cirúrgica durante a cirurgia**, foi o item que apresentou as maiores médias entre os construtos para o nível de satisfação.

Nota-se, portanto, por estes resultados, que os cirurgiões percebem a postura ocupacional, o tempo em que passam em pé e o esforço envolvido com a movimentação de pacientes como constrangimentos ergonômicos de média intensidade e a questão da qualidade da instrumentação cirúrgica de cunho importante e que os deixa muito insatisfeitos (figura 40).



*cluster 1* (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência), *cluster 2* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 3* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 4* (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) e *cluster 5* (formado por cirurgiões mais jovens e de menor nível de experiência)

**Figure 40 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Posto/espaco.**

Os resultados das observações assistemáticas apontaram outros constrangimentos ergonômicos relacionados ao constructo Posto/espaco, como:

- insuficiência de espaço para a circulação de pessoas; o que pode ocasionar acidentes fatais (figura 41).



Figure 41 - Possibilidade de acidente fatal pelo uso indevido do espaço da sala cirúrgica.

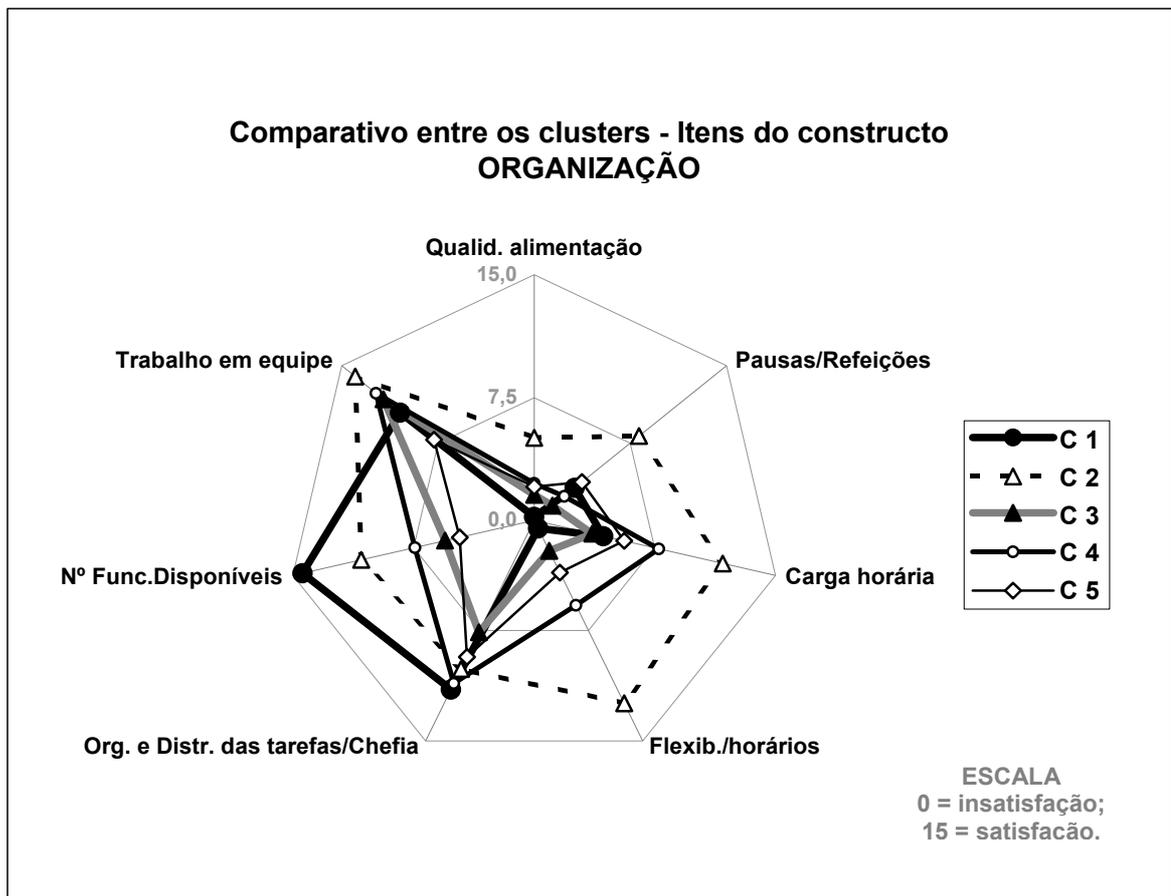
- Mal dimensionamento da pia de escovação, obrigando os cirurgiões de maior percentil a flexionarem o tronco (figura 42)



Figure 42 - Dimensionamento da pia de escovação.

Os resultados para os IDEs secundários do constructo Organização do trabalho apontam que todos os *clusters* se mostraram insatisfeitos com o item **qualidade da alimentação** e, em seguida, o item **horário (pausas) para refeições no trabalho**, com exceção do *cluster* 2. Novamente, os *clusters* 3 e 5 foram os que apresentaram os níveis mais baixos com relação à média de satisfação, principalmente, para os itens: **qualidade da alimentação, horário (pausas) para refeições no trabalho, carga horária de trabalho, flexibilidade nos horários de trabalho (folgas, intervalos) e número de funcionários disponíveis para a realização do trabalho**. O *cluster* 1 (composto por cirurgiões de média experiência) também

mostrou-se insatisfeito com os mesmos itens dos clusters 3 e 5, exceto **número de funcionários disponíveis para a realização do trabalho**. Para este constructo, os cirurgiões percebem que a questão da alimentação e da carga horária são muito importantes para eles, por isso devem ser melhor gerenciadas (figura 43).

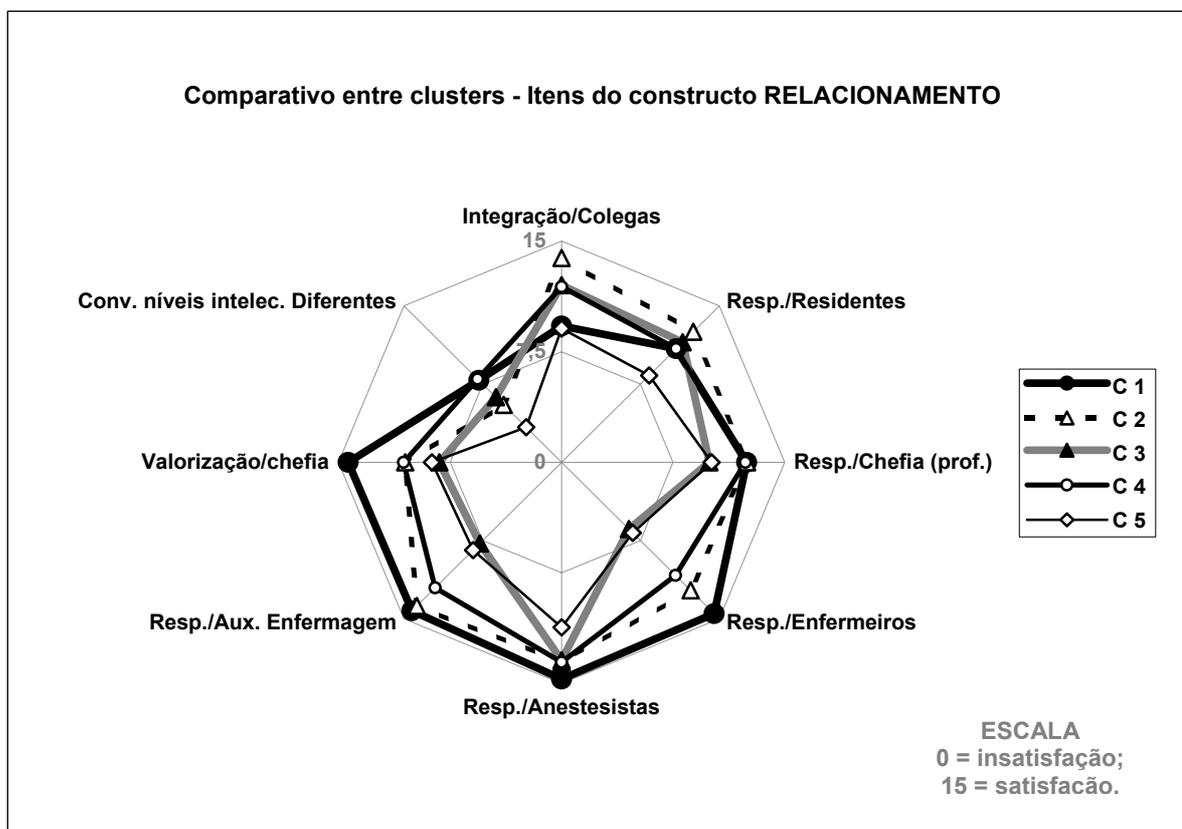


*cluster 1* (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência), *cluster 2* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 3* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 4* (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) e *cluster 5* (formado por cirurgiões mais jovens e de menor nível de experiência)

**Figure 43 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Organização do trabalho.**

Para o IDE primário (constructo) Relacionamento, os resultados apontam níveis de insatisfação para os item **respeito por parte dos enfermeiros** tanto para o *cluster 5* quanto para o *cluster 3*, este último ainda se mostrou insatisfeito com relação ao item **convivência com níveis intelectuais** diferentes, assim como o *cluster 2*. No geral, o constructo Relacionamento apresentou níveis elevados de satisfação para quase todos os IDEs

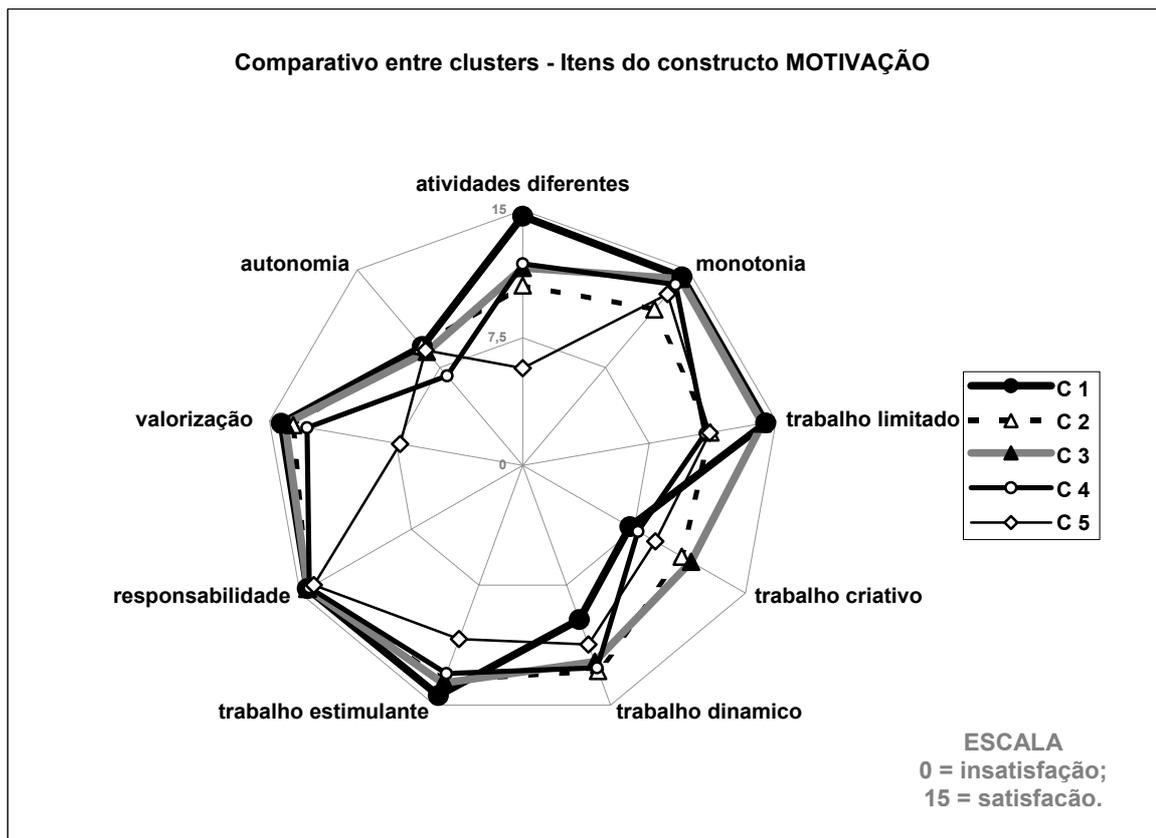
secundários, sendo que o item **respeito por parte dos médicos-anestesiistas** foi o de maior nível. (figura 44).



*cluster* 1 (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência), *cluster* 2 (formado por cirurgiões experientes), *cluster* 3 (formado por cirurgiões experientes), *cluster* 4 (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) e *cluster* 5 (formado por cirurgiões mais jovens e de menor nível de experiência)

**Figure 44 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Relacionamento.**

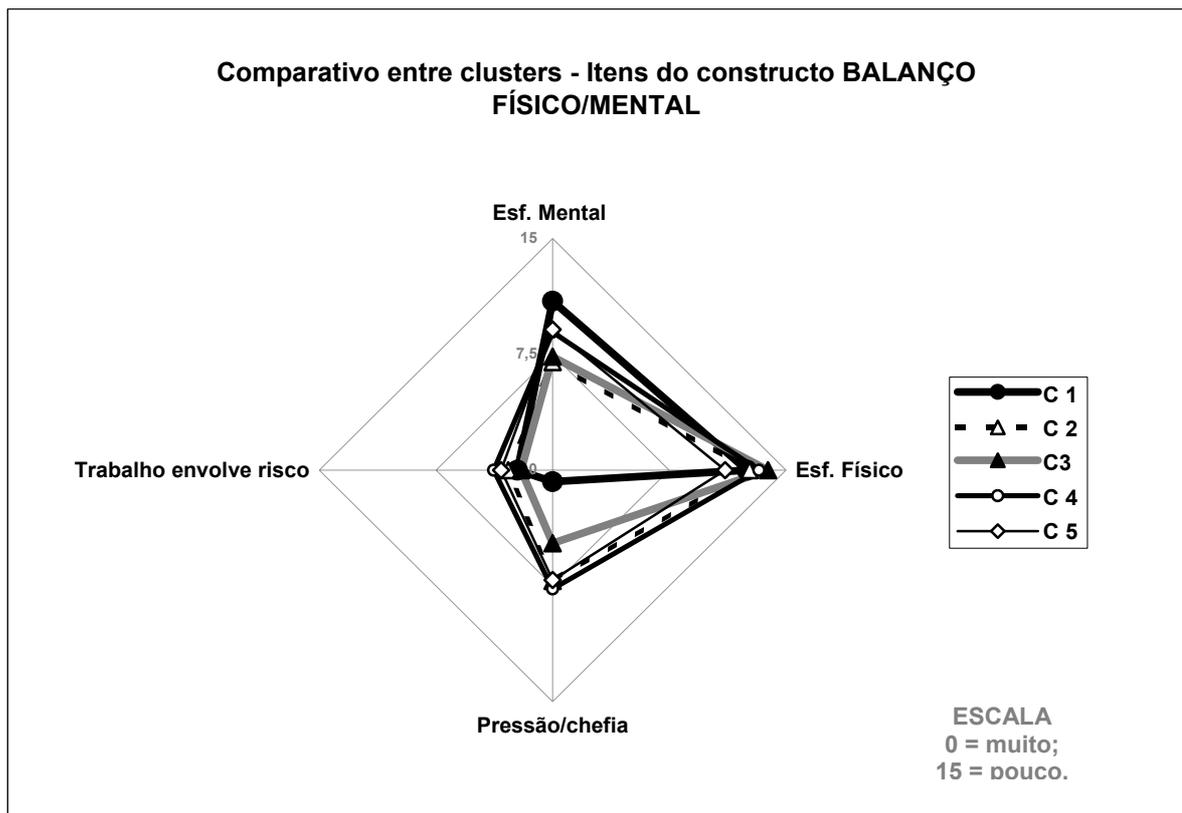
Para o IDE primário Motivação, todos os *clusters* apresentaram níveis de satisfação elevados para quase todos os IDEs secundários, exceto o *cluster* 5 que apresentou-se abaixo da média de satisfação para o item **ter que lidar com atividades diferentes (trabalho muito variado)**. Para o cirurgião o trabalho é bastante dinâmico, estimulante, exige muita responsabilidade, além de fazê-los sentir valorizados no seu trabalho. As médias de todos esses fatores mostraram ser igualmente elevadas. Nota-se, ainda, que o trabalho é razoavelmente criativo e eles têm média autonomia para realizá-lo. Deve-se ressaltar o fato de que os cirurgiões percebem o seu trabalho bastante dinâmico e estimulante e, por conseguinte, muito pouco monótono e muito pouco limitado (figura 45).



*cluster 1* (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência), *cluster 2* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 3* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 4* (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) e *cluster 5* (formado por cirurgiões mais jovens e de menor nível de experiência)

**Figure 45 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo **Motivação**.**

Para o constructo Balanco físico-mental, observa-se que os itens **trabalho envolve risco** e **pressão psicológica por parte da chefia** foram os que apresentaram resultados abaixo da média para todos os *clusters*, significando que esses itens são os mais preocupantes entre os cirurgiões respondentes podendo ser fatores contribuintes para a carga mental. Observa-se, ainda, que todos os *clusters* apresentaram médias mais elevadas para o item **esforço físico** do que para o item **esforço mental** (figura 46).



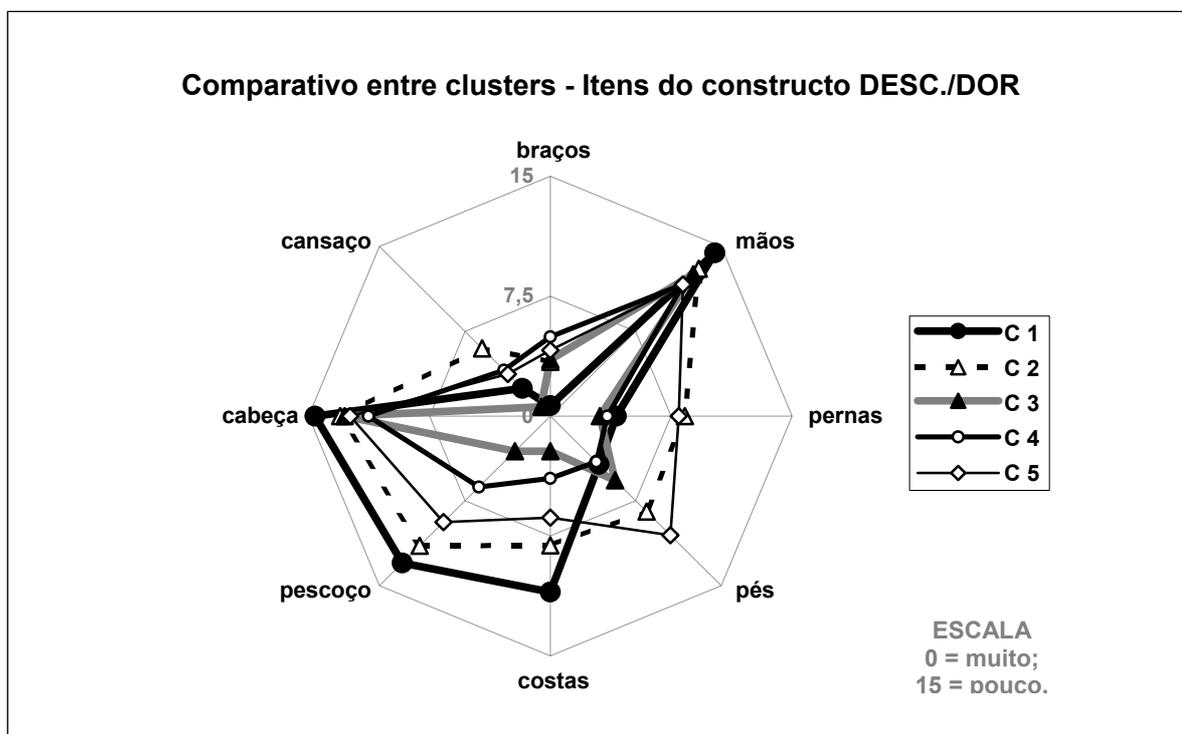
*cluster 1* (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência), *cluster 2* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 3* (formado por cirurgiões experientes), *cluster 4* (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) e *cluster 5* (formado por cirurgiões mais jovens e de menor nível de experiência)

**Figure 46 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Balanço físico/mental.**

Os resultados do constructo Balanço físico/mental parecem evidenciar que o trabalho exige um esforço físico de pouca intensidade e um esforço mental de média intensidade, além de mostrar, também, sua preocupação com o risco envolvido no seu trabalho e a pressão psicológica por parte de sua chefia para a realização de suas atividades. Isto pode acarretar em fadiga nervosa resultante da urgência de decisões a tomar e da possibilidade de ocorrência de disfunções que colocam em risco todo o sistema e a vida do paciente; alterações do sistema digestivo e cardiovascular em decorrência da carga mental e psíquica, face às funções cerebrais centrais - recepção, decodificação, interpretação e tempos de reação - em tarefas que implicam vigilância e atenção constantes na supervisão, monitoração e regulação de sistemas de controle e de acompanhamento de processos contínuos. Em suma, a excessiva exigência de precisão e qualidade de trabalho; o que ocasiona sobrecarga mental e psíquica e resulta no aparecimento de psicopatologias do trabalho (depressão, agressividade, obsessividade), além

do que, o processo cumulativo de esforço mental e físico pode acarretar em erro e custar uma vida.

Os resultados para os IDEs secundários do constructo Desconforto/dor evidenciaram que, de forma geral, o item **cansaço** foi o percebido como o mais problemático entre os *clusters*, seguido de desconforto/dor nos braços, costas, pernas e pés. Vale notar que os itens desconforto/dor nas mãos e na cabeça foram os que apresentaram médias mais elevadas entre os *clusters* (figura 47).



*cluster* 1 (formado por cirurgiões mais jovens e de média experiência), *cluster* 2 (formado por cirurgiões experientes), *cluster* 3 (formado por cirurgiões experientes), *cluster* 4 (formado por cirurgiões mais jovens e menos experientes) e *cluster* 5 (formado por cirurgiões mais jovens e de menor nível de experiência)

**Figure 47 - Gráfico comparativo entre os aglomerados, com relação aos IDEs secundários do constructo Desconforto/dor.**

Os resultados do constructo Desconforto/dor estão de acordo com as observações assistemáticas que mostraram que essas regiões corporais onde os cirurgiões percebem desconforto/dor são as que sustentam a postura durante todo o ato cirúrgico e, portanto, realizam trabalho estático. Por outro lado, as mãos e os braços efetuam trabalho dinâmico e, portanto, estão menos sujeitos ao desconforto/dor, corroborando com os dados da literatura

(MAGALHÃES et al., 2000; BERGUER, 1999; DINIZ, 1999, LUTTMAN et al., 1996, MIRBORD et al., 1995, KANT et al., 1992;).

Em suma, os resultados das observações assistemáticas apontaram posturas prejudiciais resultante de inadequações do campo de visão, tomada de informações, do envoltório acional, alcances do posicionamento de componentes comunicacionais. O procedimento cirúrgico apresenta tarefas que exigem do cirurgião:

- a assunção e manutenção da postura em pé (figura 48) durante um tempo prolongado e de uma constante flexão e extensão do pescoço em função das demandas e constrangimentos de visualização do campo cirúrgico e da localização dos componentes/estruturas informacionais das exigências de comando da tarefa e da localização dos componentes acionais, do arranjo físico e da altura da mesa cirúrgica (figura 49). Há também a falta de acomodação e conforto do tronco e/ou pernas, o que acarreta em constrangimentos posturais;

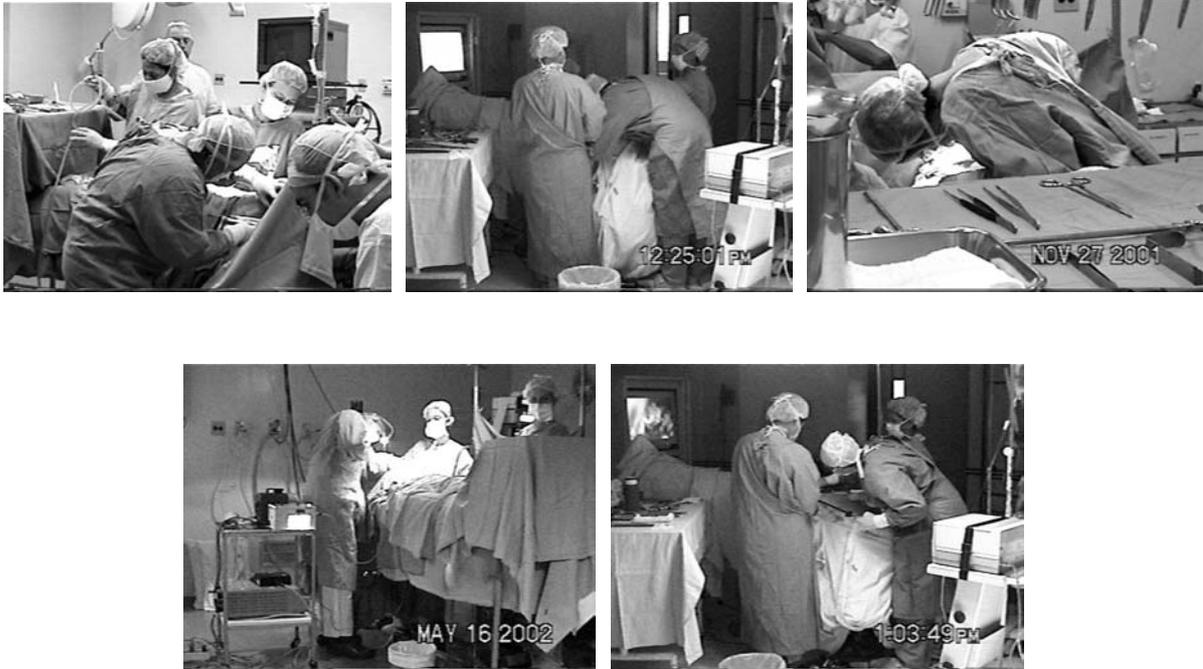


Figure 48 - A assunção/manutenção da postura em pé e da flexão de pescoço.



Figure 49 - Movimentos de extensão e rotação do pescoço.

➤ em determinadas tarefas (dependendo das manobras/técnicas cirúrgicas) o tronco do cirurgião apresenta as seguintes exigências posturais: flexão, inclinação, rotação e inclinação/rotação (figura 50);



**Figure 50 - Alguns movimentos de tronco realizados pelos cirurgiões.**

➤ a assunção e manutenção de pinças de preensão pluridigitais (envolvendo níveis de força, como por exemplo o uso de afastadores dinâmicos, ou não exigindo força, como o uso de pinças vasculares para hemostasia) e de precisão (preensão polpa a polpa) (como o uso do cautério/bisturi elétrico para dissecar vasos ou o uso de porta-agulhas vasculares em procedimentos de sutura), além de movimentos de flexão, extensão e desvios de punho (figura 51);





Figure 51 - Alguns movimentos e posturas do punho e dos dedos dos cirurgiões eletivos.

- a elevação constante do braço (abdução) no nível do ombro ou acima deste (figura 52);



Figure 52 - Movimentos de braço/ombro adotados pelos cirurgiões.

➤ o cansaço se mostra presente entre os cirurgiões pelo fato deles estarem buscando posições de descanso (distribuindo/alternando o peso do corpo em uma perna, apoiando o tronco na mesa cirúrgica ou apoiando um dos membros inferiores em estrados, por exemplo) (figuras 53 e 54);



**Figure 53 - Cirurgiões buscando uma posição de descanso para as pernas.**



**Figure 54 - Cirurgiões buscando uma posição de descanso através de apoios improvisados.**

Como custos humanos relacionados à questão postural, o trabalho do cirurgião pode resultar em: lombalgias provenientes da assunção/manutenção de posturas em decorrência dos constrangimentos informacionais e interfaciais; lesões dos discos intervertebrais, resultantes do excesso de tempo de exposição à postura estática (isométrica) em pé e do excesso de movimentos de rotação, inclinação e rotação/inclinação do tronco, flexão e extensão do pescoço com uma variação angular excessiva o que pode sobrecarregar a musculatura

envolvida nessas movimentações, abdução excessiva e freqüente dos braços na altura ou acima dos ombros o que sobrecarrega a musculatura envolvida nestas regiões; fadiga muscular resultante do trabalho estático e às posturas assumidas por imposição da atividade (exigências visuais e/ou acionais); ângulos do tronco e dos membros superiores e/ou inferiores que impliquem esforço muscular e restrições à circulação sanguínea ou ao funcionamento dos órgãos internos.

## **5.2 Fase II: diagnose ergonômica**

A fase II da presente tese consta da análise do trabalho do cirurgião com base em:

### **Observações sistemáticas**

As observação sistemáticas serviram de base para a descrição e análise das atividades da tarefa do cirurgião eletivo. Foram realizadas observações sobre as posturas assumidas pelos cirurgiões, durante as cirurgias, de acordo com os diagramas posturais propostos pela técnica REBA (HIGNETT & McATAMNEY, 2000), e analisou-se, ainda, a adoção e o tempo de manutenção das posturas conforme o nível de risco para o aparecimento de custos posturais, por meio de escores pré-estabelecidos pela técnica REBA.

### **A análise da tarefa**

A análise da atividade da tarefa dos cirurgiões eletivos mostrou que, de maneira geral o trabalho do cirurgião demanda tanto esforço físico, quanto mental. Conforme a avaliação dos próprios cirurgiões (figura 55), já discutida na apreciação ergonômica, o esforço mental é caracterizado pelo quantidade de informações que devem ser recebidas pelo cirurgião para que este possa tomar decisões. Nota-se que há uma comunicação direta e intensa com todos da equipe cirúrgica para que a cirurgia seja realizada com sucesso. As informações são trocadas por meio de sinais padronizados (técnica manual) aplicada aos instrumentos e materiais mais simples, pelos movimentos das mãos, e pela solicitação verbal (para instrumentos e materiais mais complexos ou quando o cirurgião quer que o instrumento esteja preparado por antecipação em relação ao momento do uso). A partir do início da operação, o cirurgião passa a ter concentração total no seu trabalho, mantendo um olhar atento às estruturas orgânicas do paciente em tratamento e realizando toda a técnica cirúrgica padrão de

forma seqüencial e sincronizada. Em suma, o cirurgião é o responsável por todo o processo cirúrgico e tudo que se passa dentro da sala de cirurgia, ou seja, pelo paciente, pelo ato operatório e por seu resultado. A consequência disto é a pressão psicológica para um resultado ótimo que pode contribuir para a carga mental. A figura 54 apresenta o fluxograma operacional do sistema cirurgia/cirurgião eletivo, onde o início A é referente às atividades das tarefas do anestesiologista que acontecem em paralelo e o início C é referente às atividades das tarefas do cirurgião.

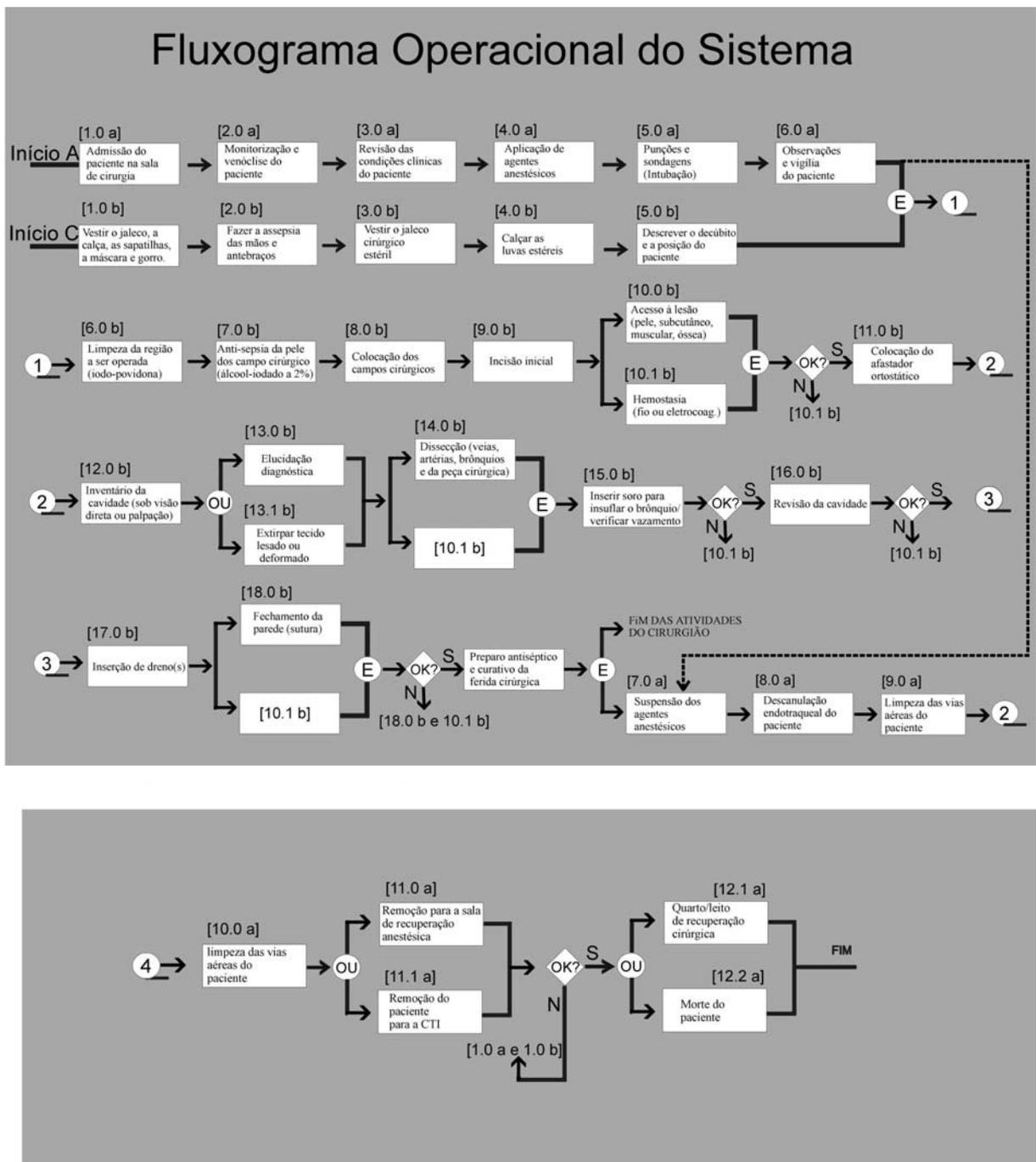


Figure 55 - Fluxograma operacional do sistema cirurgião/cirurgia eletiva.

As atividades da tarefa do cirurgião eletivo, conforme o Fluxograma Operacional do Sistema e as observações assistemáticas, são:

Inicialmente, o cirurgião ingressa no centro cirúrgico vestindo o jaleco, a calça, as sapatilhas (propés), o gorro e máscara. A seguir, revê os exames do paciente (raios X, exames de sangue, tomografias, etc) para recapitular e confirmar a técnica cirúrgica que será aplicada e verifica os aparatos, instrumentos requeridos e toda a estrutura para a realização da cirurgia, além de trocar informações com o anestesista sobre as condições clínicas do paciente, só então há a descrição do decúbito e posicionamento do paciente na mesa cirúrgica. Logo em seguida, o cirurgião realiza a escovação (antesepsia) dos membros superiores (mãos e antebraços) e a assepsia, com álcool iodado, que dura, aproximadamente, entre 3 a 4 minutos. Segue, então, o processo de paramentação do cirurgião vestindo o jaleco cirúrgico estéril e calçando as luvas estéreis, auxiliado pela enfermeira circulante. O cirurgião, então, limpa a região anatômica do paciente, onde acontecerá a cirurgia, com iodo-povidona, realiza anti-sepsia da pele e do campo cirúrgico e posiciona os campos cirúrgicos para, só então, proceder a incisão inicial de acordo com a técnica e tática cirúrgica estipulada. A partir do início da operação, o cirurgião passa a ter concentração total no seu trabalho, mantendo um olhar atento às estruturas orgânicas do paciente em tratamento e realizando toda a técnica e tática cirúrgica padrão de forma seqüencial e sincronizada. A postura assumida é de pé, com o pescoço é flexionado a um ângulo acima de 30°, em busca de um campo de visão favorável. O tronco é encostado à mesa cirúrgica – em busca de apoio – durante a maior parte do tempo - e só se afasta ao pegar algum instrumento mais afastado do seu alcance ou quando é necessária a flexão de tronco para ter um ângulo de visão mais satisfatório. Os movimentos necessários e imprescindíveis dos membros inferiores se limitam ao acionamento do pedal do bisturi elétrico e do pedal de regulagem de altura da mesa cirúrgica, quando é preciso; ocorrem também diversos movimentos involuntários, na busca de uma melhor acomodação e diminuição do cansaço físico. Os cirurgiões principais submetem seus membros superiores a manejos complexos, seqüenciais e repetitivos por meio de técnicas cirúrgicas pré-estabelecidas (diérese, prensão, exposição, síntese, etc...). De uma forma geral, há uma comunicação direta e intensa com todos da equipe cirúrgica, usando sinais padronizados (técnica manual) aplicada aos instrumentos e materiais mais simples, pelos movimentos das mãos, e pela solicitação verbal (para instrumentos e materiais mais complexos ou quando o cirurgião quer que o instrumento esteja preparado por antecipação em relação ao momento do uso), além de troca de informação sobre o funcionamento geral da cirurgia.

## **Análise de posturas por meio do REBA (HIGNETT & McATAMNEY, 2000)**

Com relação ao esforço físico, nota-se que os cirurgiões submetem os seus membros superiores a manejos complexos, seqüenciais e repetitivos por meio de técnicas cirúrgicas pré-estabelecidas (diérese, apreensão, exposição, síntese, etc...). No trabalho do cirurgião há uma exigência postural que está diretamente relacionada com o tempo de manutenção das posturas adotadas. As principais posturas adotadas pelos cirurgiões observados, de acordo com a técnica REBA de avaliação postural, foram:

- pescoço: flexão (acima de  $30^{\circ}$ ), extensão (entre  $0^{\circ}$  e  $20^{\circ}$ ), inclinação e rotação (figura 56);



**Figure 56 - Movimentos do pescoço mais freqüentes entre os cirurgiões observados.**

- tronco: flexão (entre  $0^{\circ}$  e  $20^{\circ}$  e entre  $20^{\circ}$  e  $60^{\circ}$ ), inclinação e rotação (figuras 56 e 57);



**Figure 57 - Movimentos do tronco mais freqüentes entre os cirurgiões observados.**

- flexão e elevação de ombro (figuras 56, 57 e 58);

- abdução de braço e flexão de cotovelos (figura 58);



**Figure 58 - Movimentos dos braços mais freqüentes entre os cirurgiões observados.**

- punho: flexão (pronação), extensão (supinação), desvios (ulnar e radial) (figuras 54, 57 e 59);



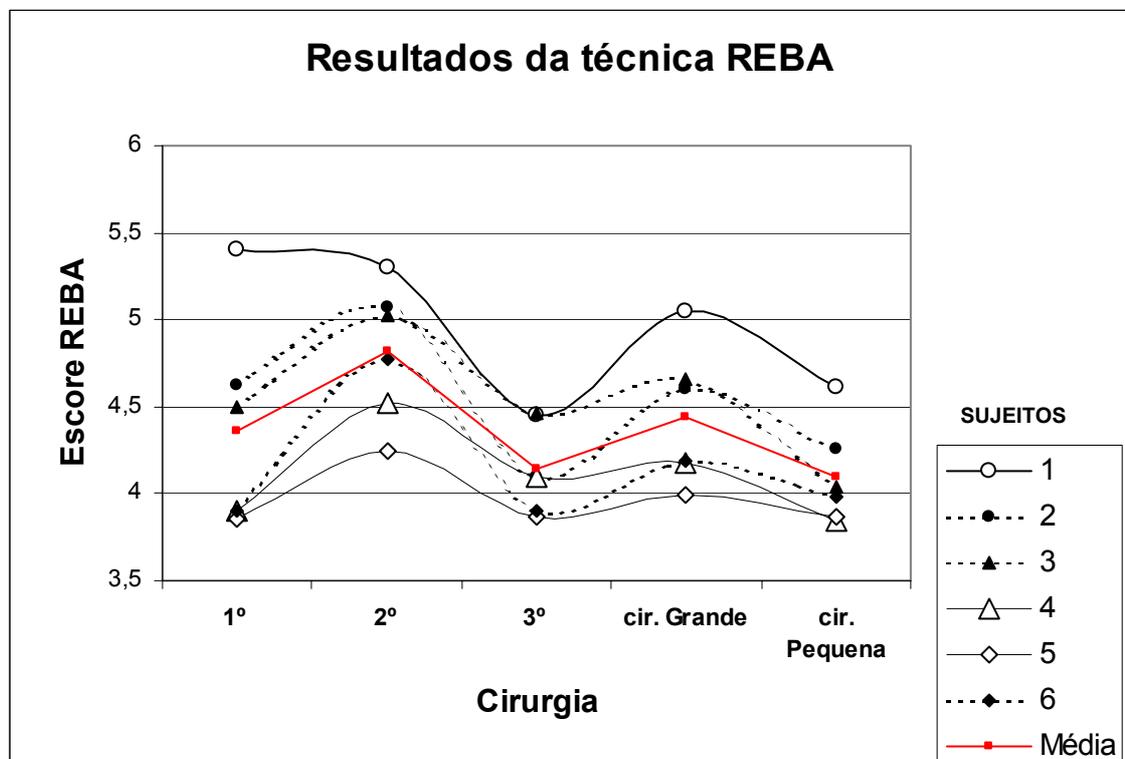
**Figure 59 - Movimentos dos punhos mais freqüentes entre os cirurgiões observados.**

- posição de descanso (distribuição do peso do corpo em uma das pernas, (figura 60));



Figure 60 - Posições de descanso para as pernas mais frequentes entre os cirurgiões observados.

Os resultados da técnica de REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) são apresentados na figura 61.



1º momento da cirurgia grande (vinte minutos iniciais); 2º momento da cirurgia de grande porte (vinte minutos no meio da cirurgia); 3º momento da cirurgia de grande porte (vinte minutos finais); média geral da cirurgia de grande porte; média geral da cirurgia de pequeno porte.

Figure 61 - Resultados da avaliação postural dos cirurgiões pela técnica REBA, durante a realização das cirurgias eletivas.

De acordo com a técnica REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), a atividade da tarefa dos cirurgiões observados, conforme a adoção e o tempo de manutenção das posturas, é considerado com um nível de risco médio (escores entre 4 e 7) sugerindo um nível de ação 2:

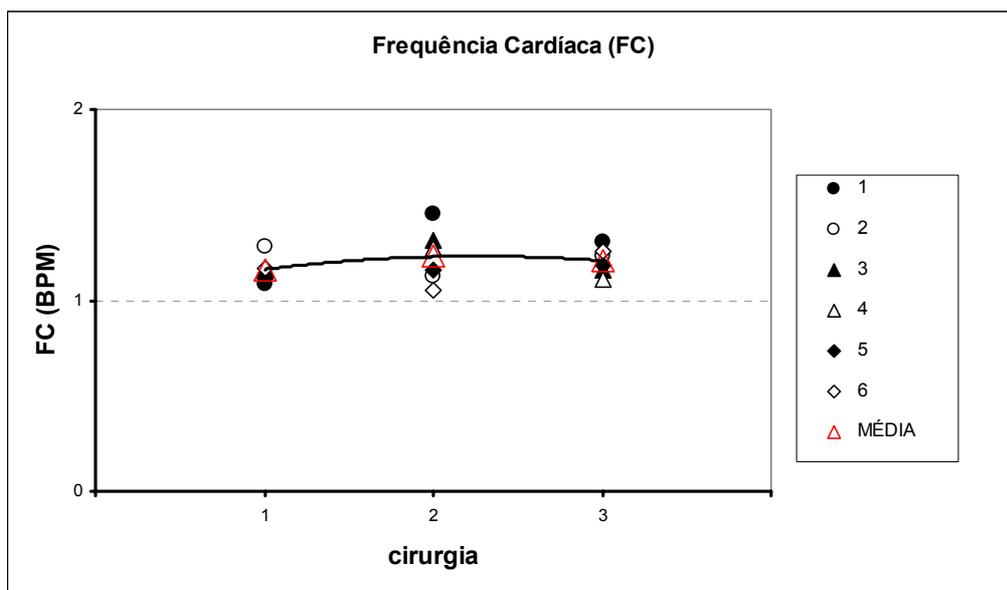
são necessárias ações – incluindo outras análises além do REBA – que verifiquem com mais exatidão o constrangimento postural observado e que busquem a melhoria ou amenização do problema. Esta afirmação corrobora os dados do levantamento inicial realizado pelas observações assistemáticas e os dados levantados na literatura (MAGALHÃES et al., 2000; BERGUER, 1999; DINIZ, 1999; LUTTMAN et al., 1996; MIRBORD et al., 1995; KANT et al., 1992), confirmando a exigência física no trabalho dos cirurgiões. A técnica REBA mostrou, ainda, que os cirurgiões mais experientes (sujeitos 5 e 6) e os de média experiência (sujeitos 3 e 4) (cirurgião do *staff*) apresentam escores REBA menores que os cirurgiões menos experientes (cirurgiões residentes) (sujeitos 1 e 2). Isto pode ser explicado pelo fato de que os mais experientes, evidentemente pela experiência em lidar com as técnicas e manobras cirúrgicas, além de terem vivenciado vários casos cirúrgicos, possuem uma melhor adaptação e capacitação frente aos constrangimentos posturais e domínio dos modos operatórios, do que os cirurgiões menos experientes. Vale notar que o cirurgião 5, sujeito mais experiente e que possui treinamento e capacitação postural, apresentou, em todas as situações, os escores mais baixos. Por fim, nota-se, ainda, que as cirurgias de pequeno porte apresentaram sempre escores mais baixos do que para as cirurgias de grande porte.

Visando uma investigação mais profunda sobre a presença de esforço físico e esforço mental, no trabalho do cirurgião, durante a realização de procedimentos eletivos, partiu-se para a mensuração de parâmetros fisiológicos, como uma análise quantitativa, e do uso de uma técnica qualitativa. Os resultados serão apresentados a seguir:

### **Mensuração de parâmetros fisiológicos para avaliação da carga de trabalho do cirurgião**

#### **Frequência Cardíaca (FC) e Pressão Arterial (PA)**

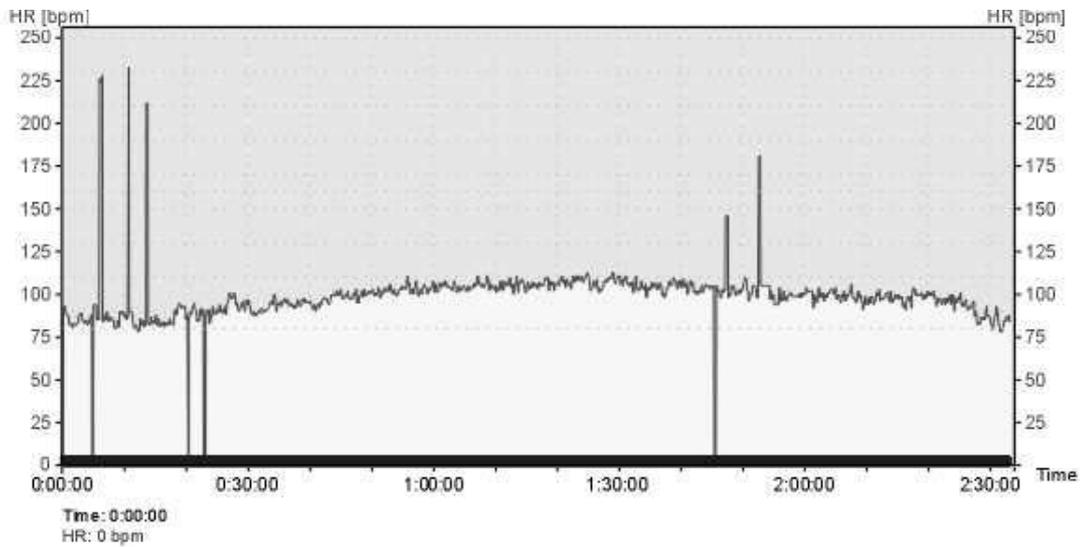
Para a avaliação da carga de trabalho do cirurgião por meio da frequência cardíaca considerou-se a razão entre a frequência cardíaca média durante e a frequência cardíaca média após a realização das cirurgias eletivas (de pequeno, médio e grande porte) de cada um dos sujeitos amostrados. Não foi considerado o valor de repouso (antes das cirurgias), visando-se a eliminação do cansaço (ruído) acometido ao cirurgião antes do começo de suas atividades.



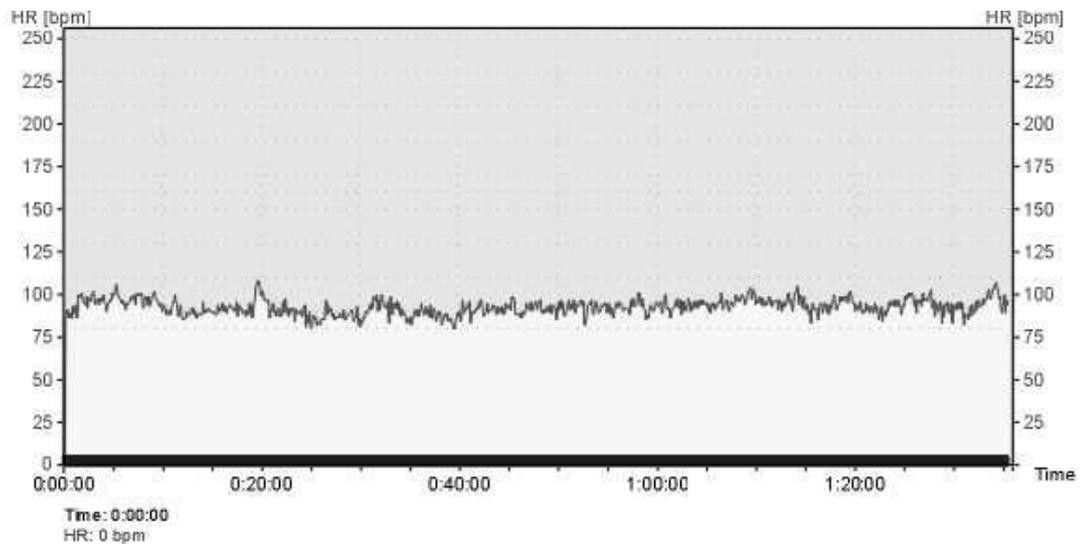
**Figure 62 - FC da razão entre as mensurações após as cirurgias e as mensurações durante a cirurgia.**

Plotando-se em gráfico a razão entre as médias das mensurações após a realização das cirurgias e as mensurações durante as cirurgias, pôde-se observar que houve uma grande variabilidade entre os valores das frequências cardíacas dos cirurgiões (figura 62). Assume-se que esta variabilidade seja decorrente da dificuldade de distinção da técnica de FC entre o esforço físico e o esforço mental, ou seja, pelo fato de o trabalho do cirurgião eletivo envolver tanto esforço físico quanto esforço mental os resultados do uso da técnica de FC apresentaram-se com variabilidade. Por outro lado, plotando-se em gráfico somente as frequências cardíacas coletadas num intervalo de cinco segundos, durante as cirurgias, pode-se notar que a FC dos cirurgiões mais experientes apresentou um comportamento mais constante do que a FC dos cirurgiões mais jovens (menos experientes), ou seja, comportou-se com picos de subida e descida (amplitudes) mais frequentes, tanto em cirurgias de pequeno porte quanto em cirurgias de grande porte (figuras 63 e 64). Presume-se que esta situação esteja mais relacionada ao esforço mental, estado emocional, do que ao esforço físico, sugerindo que os cirurgiões menos experientes demonstrem mais esforço mental e carga emocional por lidar com uma situação que requer tomadas de decisão precisas e excesso de responsabilidade, além de se deparar com situações onde eles encontram-se pouco habituados, com pouca experiência, quer dizer, pode-se afirmar, então, que o fator individualidade esteja diretamente relacionado com a variação encontrada. É preciso enfatizar que os dados apresentados nas figuras 63 e 64, e em anexo L, não permitem avaliar a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) ou arritmia sinoidal, como aponta a literatura (KALSBECK &

ETTEMA, 1963; MEERS & VERHAGEN, 1972; MESHKATI, 1988; MESHKATI et al., 1995; VELTMAN & GAILLARD, 1998), no trabalho dos cirurgiões, mas podem servir como um indicador da presença de esforço mental e carga emocional entre os cirurgiões, principalmente entre os menos experientes.

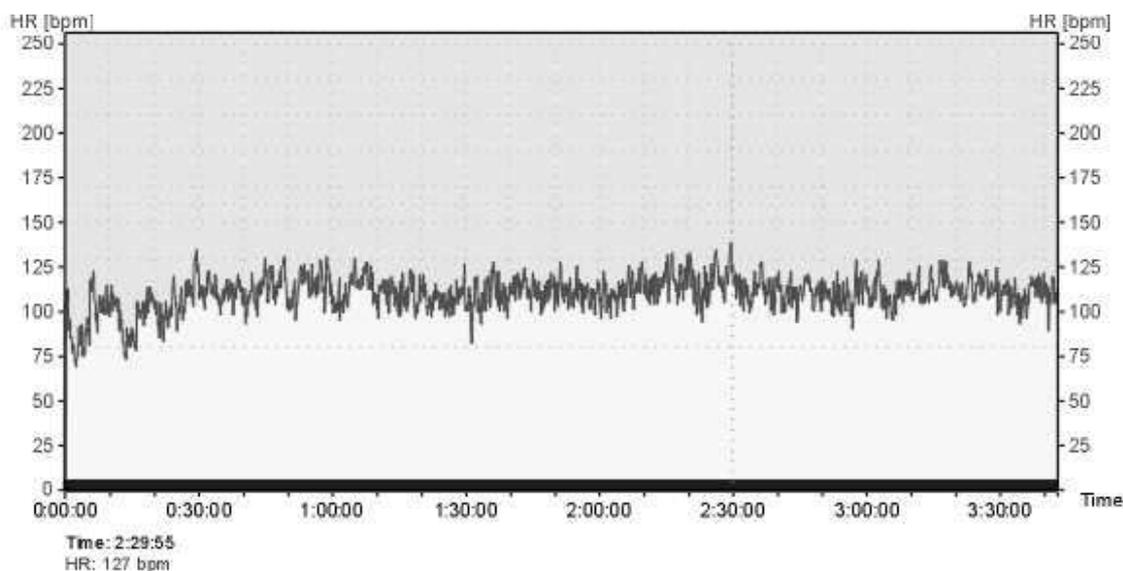


Person	Sujeito 6Cir. Experiente/homem	Date	25/07/2002	Heart rate	99 / 233	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé	Time	09:08:37	Max. HR	167	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Grande Porte	Duration	2:33:24.7	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	ressecção pulmonar (toracotomia exploradora)			Selection	0:00:00 - 2:33:20 (2:33:20.0)		

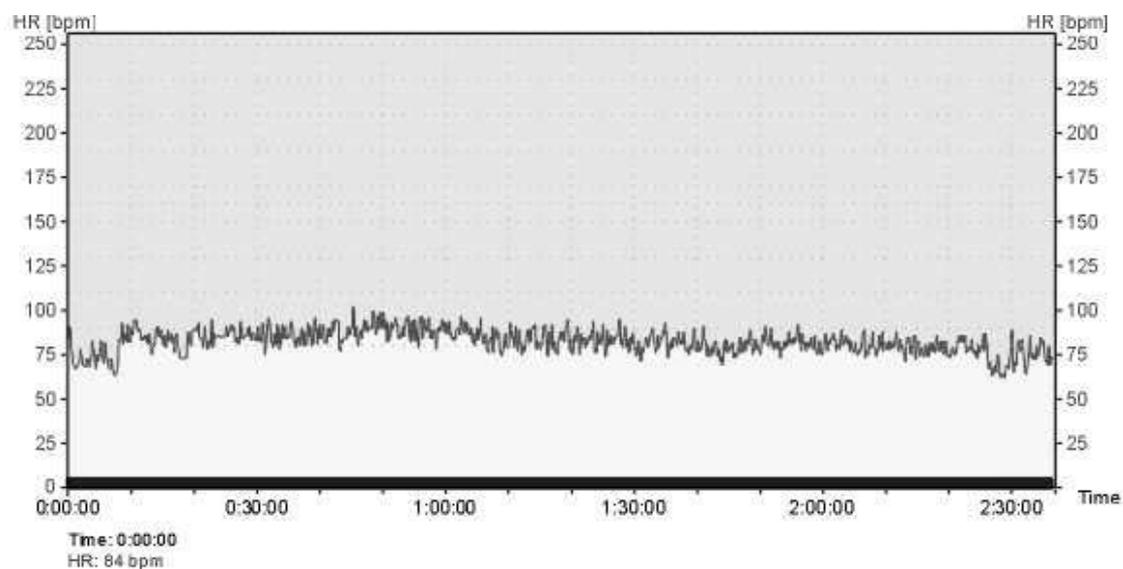


Person	Sujeito 5Cir. Experiente/homem	Date	06/08/2002	Heart rate	92 / 108	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé durante cirurgia	Time	10:44:38	Max. HR	180	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Grande Porte	Duration	1:35:31.5	Distance		Limits 3	80 - 160
Note				Selection	0:00:00 - 1:35:30 (1:35:30.0)		

Figure 63 - FC de cirurgiões mais experientes plotadas em gráficos.



Person	Suj. 1/cir. Menos experiente/fem.	Date	24/09/2002	Heart rate	110 / 139	Limits 1	80 - 160
Exercise	Em pé durante a realização de cirurgia	Time	10:45:40	Max. HR	187	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Grande Porte	Duration	3:42:51.9	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Toracotomia exploradora/resseção de tumor de mediastino			Selection	0:00:00 - 3:42:50 (3:42:50.0)		



Person	Suj. 2/cir. Menos experiente/homem	Date	15/10/2002	Heart rate	82 / 102	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé/realizando cirurgia	Time	09:52:30	Max. HR	192	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Grande Porte	Duration	2:36:33.0	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Lobectomia			Selection	0:00:00 - 2:36:30 (2:36:30.0)		

**Figure 64 - FC de cirurgiões novatos plotados em gráficos.**

O resultado das mensurações realizadas para se verificar a pressão arterial dos cirurgiões apresentou também muita variabilidade entre os valores. A razão entre as mensurações da

PAM (Pressão Arterial Média) em repouso (após as cirurgias) e as mensurações durante as cirurgias, tanto na altura do braço (artéria braquial) (figura 65) quanto na altura da perna (artéria poplítea) (figura 66), resultou também em variabilidade, acompanhando os valores da razão da FC.

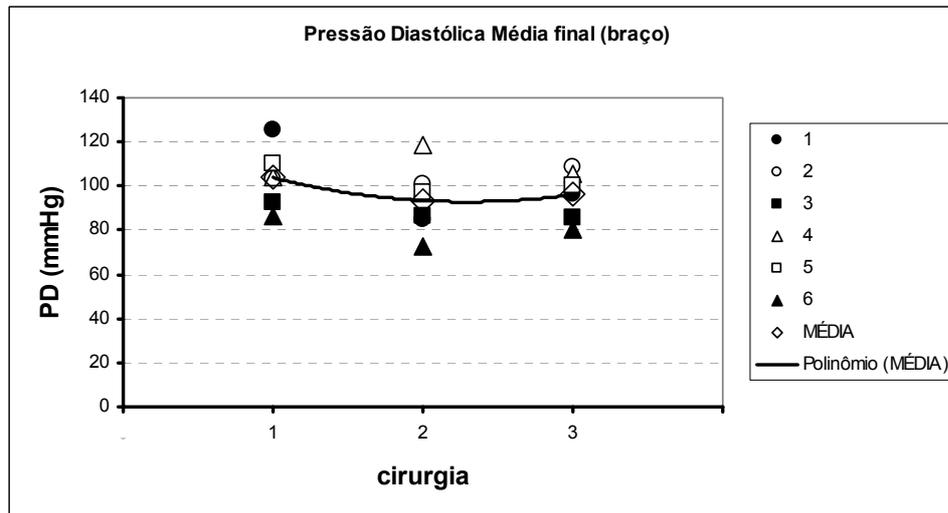


Figure 65 - PAM da razão entre as mensurações em repouso, após as cirurgias, e as mensurações durante as cirurgias na altura da artéria braquial (braço).

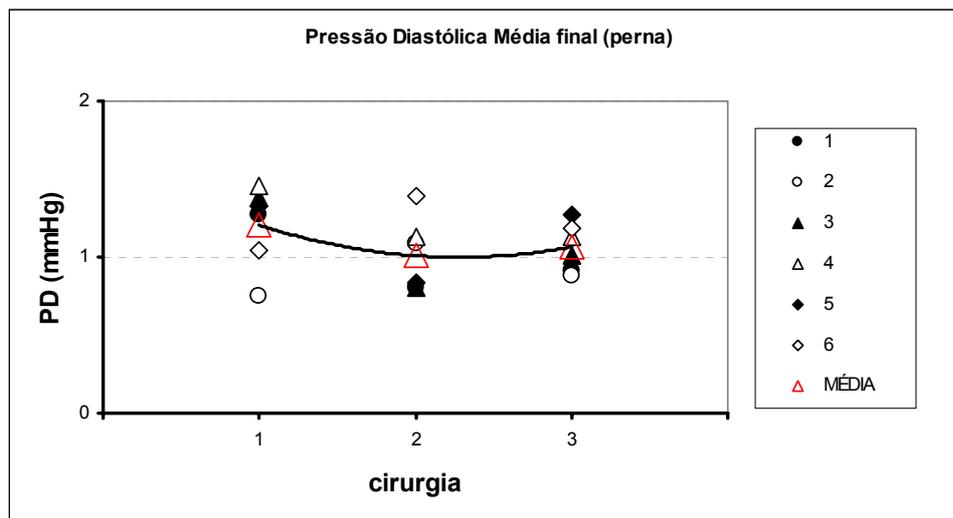


Figure 66 - PAM da razão entre as mensurações em repouso, após as cirurgias, e as mensurações durante as cirurgias, na altura da artéria poplítea (perna).

## Níveis hormonais (cortisol, ACTH e catecolaminas)

Os dados dos parâmetros fisiológicos (cortisol, ACTH e catecolaminas – adrenalina e noradrenalina) que foram coletados antes e após a realização das cirurgias, são apresentados na figura 67.

Sujeito	Cirurgia	Coleta	Horário	Cortisol (mcg/dl)	ACTH (pg/ml)	Adrenalina (pg/ml)	Noradren. (pg/ml)
1	Res. Tum. Med (24/09/02)	1	11:01am	18,8	5	5	666
		2	14:25	19,7	12,6	5	444
	Segmentecto (26/09/02)	1	9:46am	18	5	5	458
		2	11:49am	12,1	5	5	417
	Bióp. Gânglio (13/06/02)	1	10:20am	27,5	5	5	10
		2	12:09pm	17,3	5	5	10
2	Lobectomia (15/10/02)	1	09:59	11,4	12,3	5	389
		2	12:25	8,4	11,6	85	426
	Bulectomia (27/08/02)	1	12:02	5,4	5	5	297
		2	13:24	7,1	5	5	267
	Segmentecto (01/10/02)	1	9:29am	9,6	14,8	5	433
		2	12:08	7,8	22,5	5	333
	Bióp. De pulm. (27/09/02)	1	8:39am	26,7	25,7	5	522
		2	9:41am	13,5	5	5	734
3	Toracectomia (06/11/02)	1	9:00am	23,3	24,3	5	200
		2	11:22	10,1	26,2	5	222
	Segmentecto. (05/11/02)	1	9:34am	21,9	23,1	5	210
		2	10:21	15,1	15,3	111	648
	Mediastionsc. (30/10/02)	1	9:29am	14,9	12,3	5	143
		2	09:53	15,5	13,1	80	400
4	Lobectomia (21/10/02)	1	10:36	14,5	10,7	5	321
		2	14:05	11,1	5	91	656
	Toracotom. (30/08/02)	1	08:39am	28,4	14,7	5	757
		2	10:25am	12,9	5	72	432
	Segmentecto (16/10/02)	1	09:33	14,2	5	52	580
		2	11:36	11,9	5	125	726
	Mediastinosc. (04/10/02)	1	8:32am	20,2	5	5	228
		2	9:07am	15,2	5	5	152
5	Timectomia (06/08/02)	1	11:20am	7,3	14,8	5	243
		2	14:36	8	13,3	5	375
	Mediast.cerv. (27/08/02)	1	13:52	8,1	24	5	333
		2	16:11	9,1	24,5	5	533
	Segmentecto (02/07/02)	1	11:16am	6,6	5	200	513
		2	14:02	13,7	23,3	5	819
6	Ressec. Pulm. (25/07/02)	1	9:11am	11,8	12,5	102	382
		2	11:38	12,9	17,5	398	724
	Simpatectom. (01/08/02)	1	10:26am	10,8	5	83	309
		2	12:14	15	20,4	249	941
	Bió. de pulm. (08/08/02)	1	09:51am	9,3	16	52	221
		2	10:56	10,2	17,8	5	209

**Figure 67 - Dados dos parâmetros fisiológicos (cortisol, ACTH e catecolaminas – adrenalina e noradrenalina) que foram coletados antes e após a realização das cirurgias para análise dos níveis hormonais.**

Assim como a FC e a PA, os resultados plotados em gráficos de tendência para o cortisol e o ACTH, de forma geral, apresentaram muita variabilidade entre os sujeitos (figuras 68 e 69). Foram feitos testes não paramétricos, devido ao tamanho reduzido da amostra, e não foram

encontrados, estatisticamente, resultados significativos. Assume-se que esta variabilidade possa ser decorrente do tamanho reduzido da amostra, onde as características individuais tendem a ter um impacto muito grande nas análises, conforme já havia ocorrido nos estudos de Nielsen (2001).

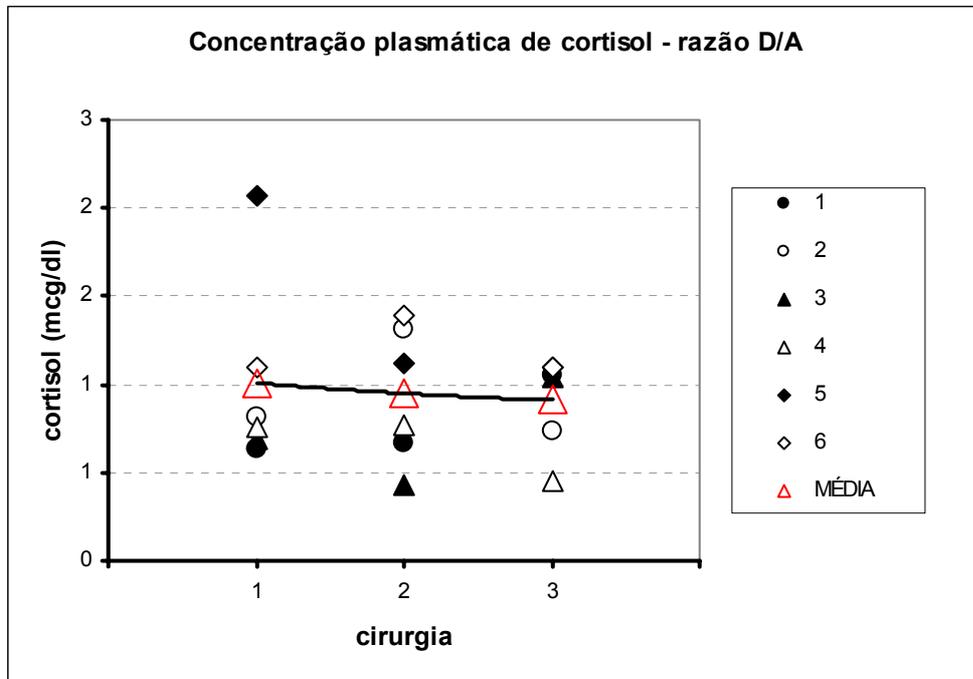


Figure 68 - Resultados plotados em gráfico de tendência para o parâmetro cortisol.

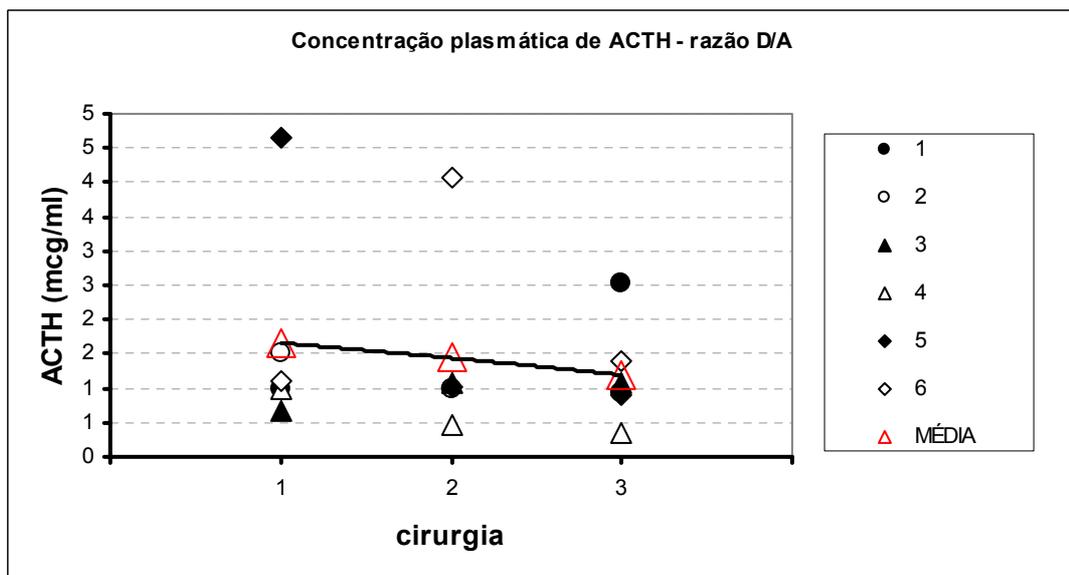


Figure 69 - Resultados plotados em gráfico de tendência para o parâmetro ACTH.

Os valores da relação entre as concentrações de adrenalina (A), antes e depois das cirurgias realizadas, e para noradrenalina (Na), antes e depois das cirurgias realizadas, plotados em gráficos de tendência, também apresentaram muita variabilidade entre os sujeitos (figuras 70 e 71). Testes não paramétricos realizados buscando minimizar a variabilidade, devido ao tamanho reduzido da amostra, também não apontaram, estatisticamente, resultados significativos.

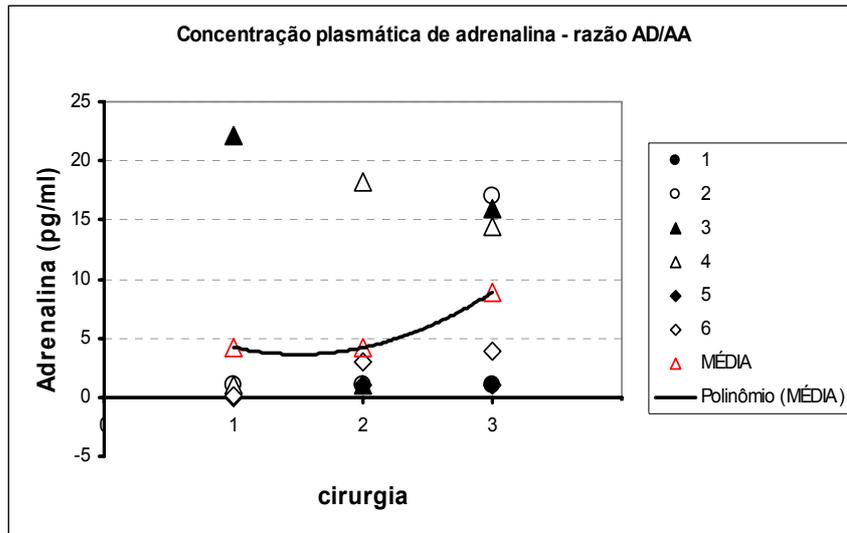


Figure 70 - Resultados plotados em gráfico de tendência para o parâmetro Adrenalina.

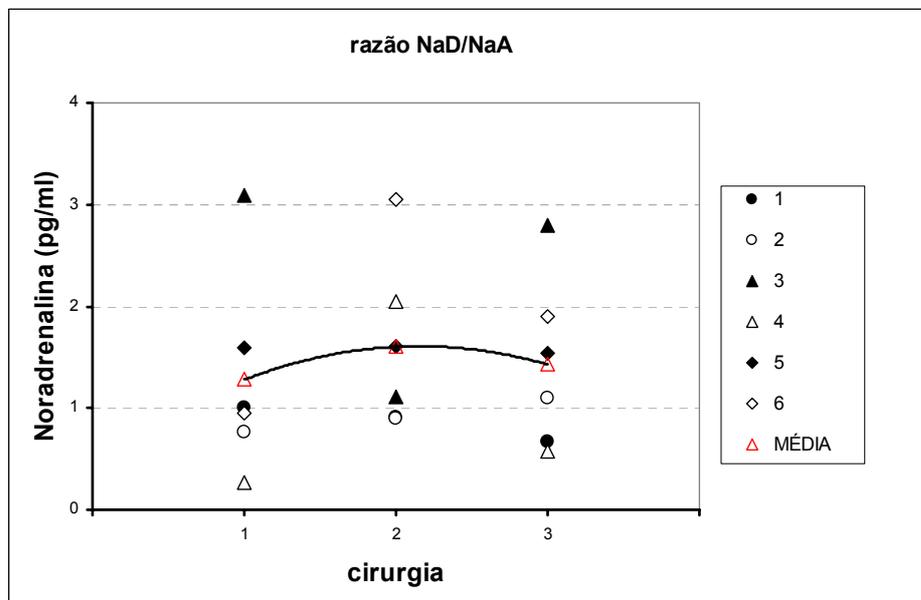


Figure 71 - Resultados plotados em gráfico para o parâmetro Noradrenalina.

Os valores individuais plotados em gráficos (figuras 70 e 71), referentes à coleta de plasma realizada **antes** e **depois** de cada procedimento cirúrgico, para os parâmetros Adrenalina (A) e Noradrenalina (Na), como visto anteriormente, também apresentaram muita variabilidade entre os sujeitos. Julgou-se que essa variabilidade esteve, diretamente, relacionada ao tamanho reduzido da amostragem, desta forma, foram realizados testes não paramétricos os quais não apresentaram, estatisticamente, resultados significativos. A estratégia, então, foi a plotagem dos valores da razão Na/A antes da cirurgia (figura 72) e da razão Na/A depois da cirurgia (figura 73) visando a minimização da variabilidade, conforme a literatura (Fibiger et al., 1984; Basset et al., 1987).

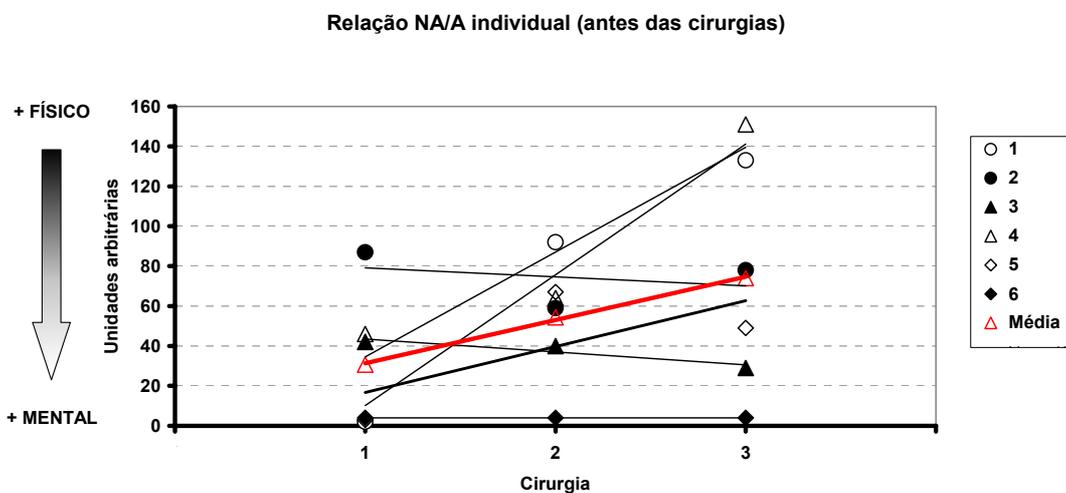


Figure 72 - Gráfico da relação Na/A para os valores individuais antes de cada cirurgia.

Na figura 72, nota-se que a reta de tendência da média dos valores da razão Na/A das coletas realizadas antes da cirurgia mostra que há carga mais física do que mental para todas as cirurgias, sendo que os valores são menores para as de grande porte e maiores para as de pequeno porte. A figura 73 apresenta os valores da razão Na/A das coletas realizadas depois das cirurgias, onde a reta de tendência da média destes valores aponta, também, que há mais carga física do que mental para todas as cirurgias, sendo que os valores encontram-se menores para as de pequeno porte e maiores para as de grande porte.

De forma geral, a plotagem dos valores em separado da razão Na/A das coletas realizadas antes das cirurgias (figura 72) e da razão Na/A das coletas realizadas depois das cirurgias (figura 73) continuou apresentando variabilidade, assim, visando minimizá-la mais ainda, realizou-se a plotagem dos valores da razão entre as razões Na/A coletadas antes das cirurgias e depois das cirurgias, ou seja: **Na/Aantes/Na/Adepois**.

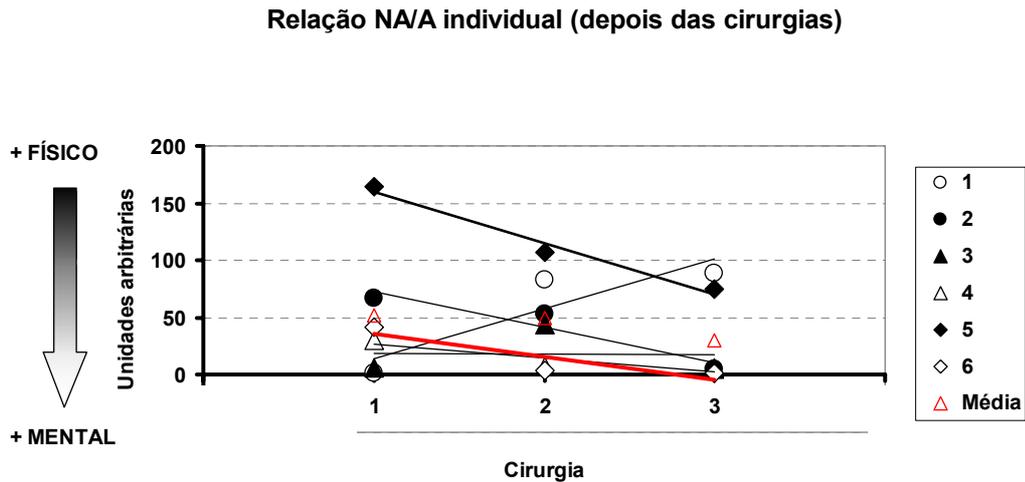


Figure 73 - Gráfico da relação Na/A para os valores individuais após cada cirurgia realizada.

De acordo com a literatura (Fibiger et al., 1984; Basset et al., 1987) se os valores resultantes da razão Na/A estiverem entre 2 e 3 a carga é essencialmente mental e se os valores forem maiores que 5 a carga é essencialmente física. Esta escala (*range*) foi definida a partir de experimentos que envolviam atividades de tarefas mentais e físicas, onde foram coletados amostras de urina ou sangue para analisar os níveis de secreção de adrenalina e noradrenalina por meio da razão entre eles (Na/A). Como, diferentemente da literatura, nesta tese utilizou-se a “razão da razão” (razão entre Na/A antes da cirurgia e Na/A depois da cirurgia), tornando os seus valores resultantes menores do que o sugerido pela literatura, considerou-se que quando os valores resultantes estiverem entre 0 e 1 a carga é, essencialmente, mental e, quando os valores forem maiores que 1 a carga é, essencialmente, física. Assume-se que esse procedimento é linear, eliminando a flutuação dos valores entre os sujeito e aumentando, assim, a precisão dos resultados.

A figura 74 apresenta os valores da razão entre as razões (Na/A antes e depois das cirurgias) para os cirurgiões mais jovens (menos experientes). Nota-se que os valores, de maneira geral, apresentaram-se entre 0 e 1 sugerindo que os cirurgiões mais jovens (menos experientes) apresentam mais carga mental do que física, principalmente para as cirurgias de grande porte.

A figura 75 apresenta os valores da razão entre as razões (Na/A antes e depois das cirurgias) para os cirurgiões mais experientes. Nota-se que os valores, de maneira geral, apresentaram-se maiores que 1 sugerindo que os cirurgiões mais experientes apresentam mais carga física do

que mental, principalmente para as cirurgias de pequeno porte, e menos esforço mental, em comparação aos mais jovens (menos experientes), nas cirurgias de grande porte.

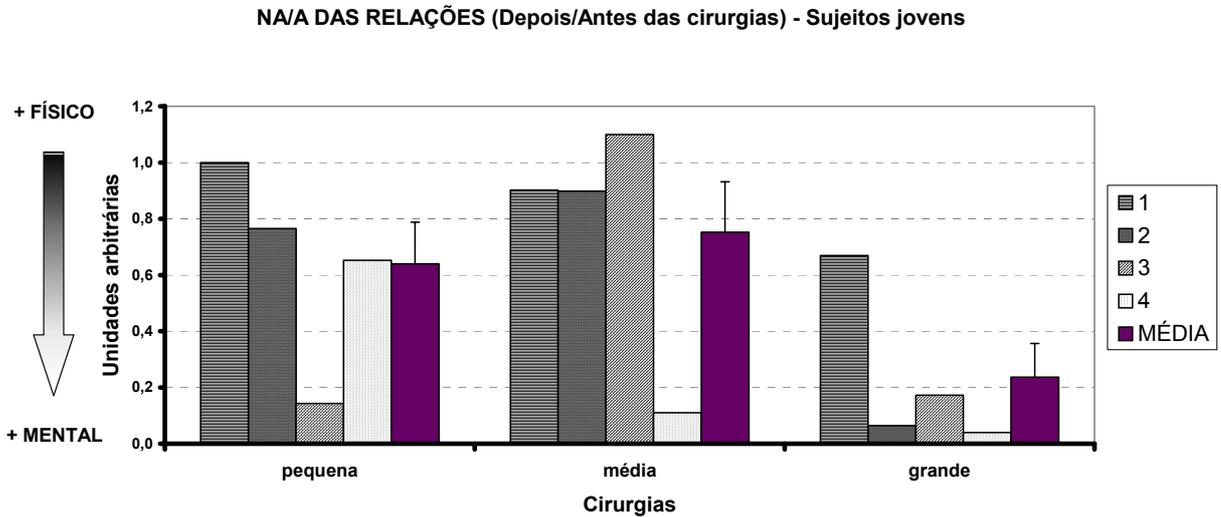


Figure 74 - Gráfico das relações Na/A antes e após cada cirurgia (cirurgiões menos experientes).

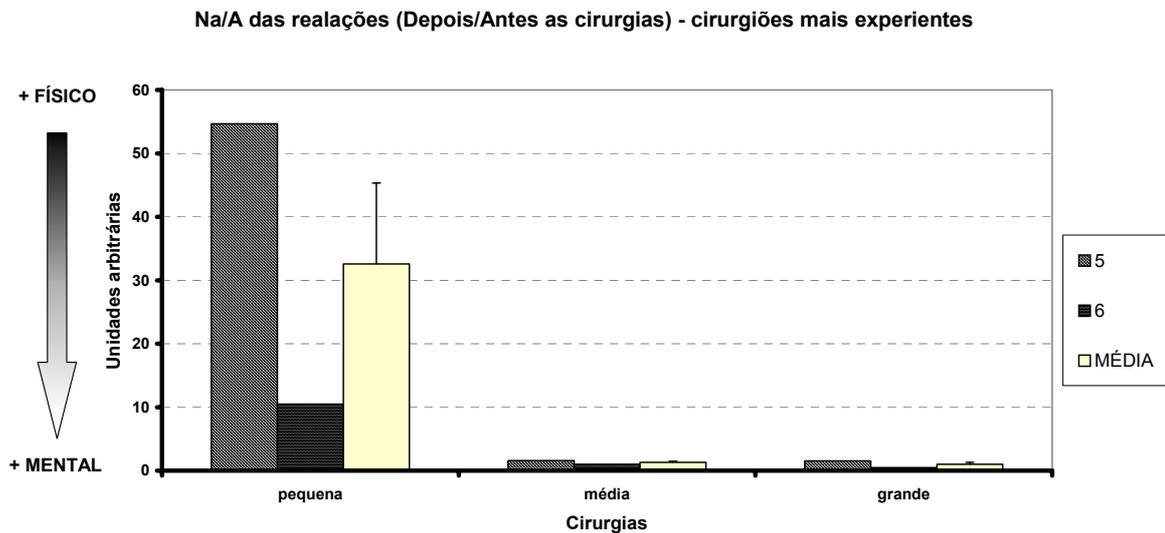


Figure 75 - Gráfico das relações Na/A antes e após cada cirurgia (cirurgiões mais experientes).

Em suma, os cirurgiões mais jovens (menos experientes) têm mais esforço mental do que físico, principalmente nas cirurgias de grande porte, e os mais experientes têm mais esforço

físico nas cirurgias de pequeno porte. Esta última afirmação sugere que, nas cirurgias de pequeno porte, para os cirurgiões mais experientes, se há algum componente ele é o físico, presumindo-se que quanto mais “fácil” é a cirurgia mais sobressai-se o esforço físico, já que para o sujeito experiente o uso da capacidade mental é mínimo em cirurgia de pequeno porte.

### **Avaliação subjetiva da carga de trabalho**

#### **NASA/TLX**

A figura 76 apresenta o resultado do questionário NASA/TLX aplicado aos cirurgiões eletivos, de acordo com os 6 fatores relacionados à carga de trabalho. Nota-se que a Média (M) para o fator demanda mental é maior para os cirurgiões mais jovens (sujeitos 1, 2, 3 e 4) do que para os cirurgiões mais experientes (sujeitos 5 e 6). Para o fator demanda física observa-se o contrário, ou seja, a Média (M) é maior para os sujeitos mais experientes do que para os sujeitos mais jovens, corroborando com os resultados da avaliação da carga física e mental com base na mensuração do nível hormonal de Na/A. Para o fator demanda temporal, os resultados foram bem parecidos entre os cirurgiões mais jovens e os mais experientes. Já para o fator performance, a Média (M) foi maior entre os cirurgiões mais jovens do que entre os cirurgiões mais experientes e, por fim, para o fator esforço (físico e mental) a média (M) foi mais elevada para os cirurgiões mais experientes do que para os mais jovens (menos experientes). O mesmo pode ser observado para o fator nível de frustração.

<b>Sujeitos</b>	<b>Mental</b>	<b>M</b>	<b>Físico</b>	<b>M</b>	<b>Temp.</b>	<b>M</b>	<b>Perform.</b>	<b>M</b>	<b>Esforço</b>	<b>M</b>	<b>Frustração</b>	<b>M</b>
6	51,2	<b>30,7</b>	13,2	<b>21,5</b>	31,5	<b>33,8</b>	12,7	<b>6,4</b>	0	<b>26,6</b>	66,5	<b>49,5</b>
5	10,1		29,7		36		0		53,2		32,4	
4	63,5	<b>46</b>	7,3	<b>17,5</b>	20,6	<b>32,0</b>	7,4	<b>15,5</b>	17,2	<b>20,5</b>	45,6	<b>32,5</b>
3	28		13,9		60		28,8		14		39,2	
2	51,2		14,4		24,8		0		28,5		39,2	
1	41,4		34,5		22,4		25,8		22,4		6	

**Figure 76 - Comparativo entre as respostas dos cirurgiões para os fatores do NASA/TLX.**

De posse destes resultados, pode-se notar que os fatores nível de frustração, esforço (físico e mental) e demanda física são percebidos como os mais influentes para que haja carga de trabalho entre os cirurgiões mais experientes, enquanto que entre os cirurgiões menos experientes, os fatores mais influentes são: demanda mental e desempenho (figura 77).

FATORES	EXPERIÊNCIA	
	Mais experientes	Menos experientes
Nível de frustração	>	<
Demanda temporal	≈	≈
Esforço (físico e mental)	>	<
Demanda mental	<	>
Demanda física	>	<
Desempenho	<	>

Figure 77 - Resumo do resultado do NASA/TLX para os fatores relacionados à carga de trabalho.

A figura 78 apresenta o resultado para o NASA/TLX de acordo com o escore final (peso) atribuído à carga de trabalho ou o *WWL (Weighted Workload)*. Observa-se que os cirurgiões mais experientes (sujeitos 5 e 6) apresentam os valores do escore final maiores que os cirurgiões mais jovens (sujeitos 1, 2, 3 e 4), conforme seria esperado tendo em vista a responsabilidade que pesa sobre os cirurgiões sênior (mais experientes).

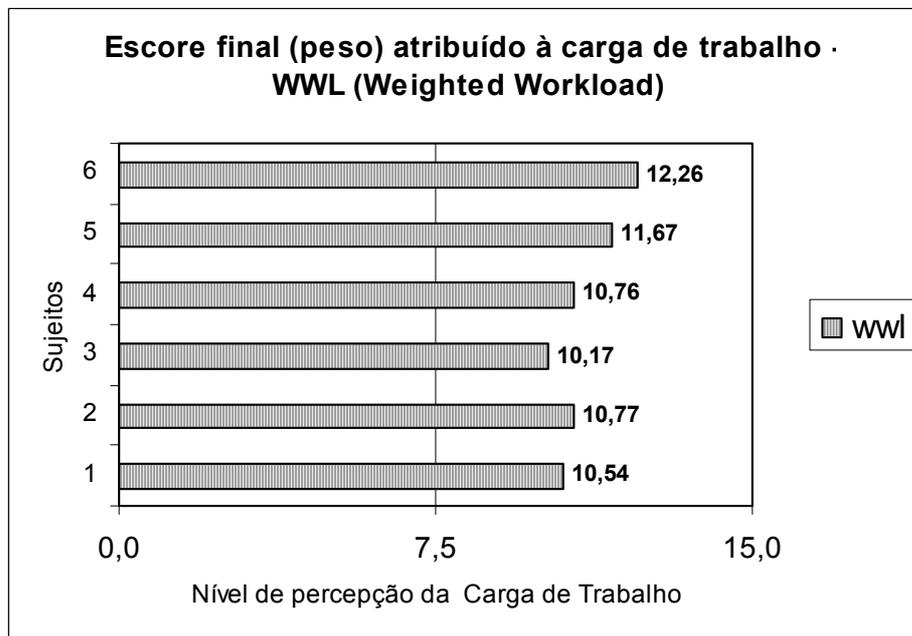


Figure 78 - Comparativo entre os cirurgiões de acordo com o nível de carga de trabalho.

Especificamente, relatando-se sobre a segunda fase da pesquisa (diagnose ergonômica), a qual buscou avaliar a relação entre a demanda física e mental e o trabalho do cirurgião, por meio de técnicas quantitativas e qualitativas, os resultados podem ser observados na figura 79.

DEMANDA	TÉCNICA	CIRURGIÕES	
		Novatos	Experientes
<b>Física</b>	Observação sistemática	Mostrou a presença de esforço físico	Mostrou a presença de esforço físico
	PAM	Variabilidade (sem resultado)	Variabilidade (sem resultado)
	FC	Variabilidade (sem resultado)	Variabilidade (sem resultado)
	Catecolaminas (Na/A)	Menor nível	Maior nível
	REBA	Escores elevados	Escores menores
	NASA/TLX	Mostrou que a presença do esforço físico apresenta-se em menor nível	Mostrou que a presença do esforço físico apresenta-se em maior nível
<b>Mental</b>	Observação sistemática	Mostrou a presença de esforço mental	Mostrou a presença de esforço mental
	PAM	Variabilidade (sem resultado)	Variabilidade (sem resultado)
	FC	Variabilidade (sem resultado)	Variabilidade (sem resultado)
	Cortisol	Variabilidade (sem resultado)	Variabilidade (sem resultado)
	ACTH	Variabilidade (sem resultado)	Variabilidade (sem resultado)
	Catecolaminas (Na/A)	Mostrou que a presença do esforço mental apresenta-se em maior nível	Mostrou que a presença do esforço mental apresenta-se em menor nível
	NASA/TLX	Mostrou que a presença do esforço mental apresenta-se em maior nível	Mostrou que a presença do esforço mental apresenta-se em menor nível

**Figure 79 - Resumo dos resultados das análises das demandas física e mental, conforme a experiência dos cirurgiões.**

De acordo com a figura 79, os resultados da técnica de avaliação fisiológica (catecolaminas – Na/A) apontam que a demanda física é menor para os cirurgiões novatos (menos experientes) do que para os cirurgiões mais experientes, corroborando com os resultados da técnica NASA/TLX. No geral, os resultados da técnica REBA apontaram que a atividade da tarefa dos cirurgiões eletivos, conforme a adoção e o tempo de manutenção das posturas, é considerada com um nível de risco médio (escores entre 4 e 7) e, mais detalhadamente, os cirurgiões mais experientes e os de média experiência (cirurgião do *staff*) apresentam escores REBA menores que os cirurgiões menos experientes (cirurgiões residentes), conforme a

adoção e o tempo de manutenção das posturas, embora, subjetivamente por meio do NASA/TLX, os cirurgiões residentes (menos experientes) tenham percebido que o seu trabalho envolve um nível reduzido de esforço físico em comparação com os cirurgiões mais experientes. Já em relação aos resultados condizentes à demanda mental, nota-se, na figura 78, que os resultados da técnica de avaliação fisiológica (catecolaminas – Na/A) apontam que a presença do esforço mental apresenta-se em maior nível para os cirurgiões residentes (menos experientes) do que para os cirurgiões mais experientes, corroborando com os resultados da técnica NASA/TLX.

## 6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo observar e avaliar o trabalho dos cirurgiões durante a realização de procedimentos cirúrgicos eletivos, visando relacionar a carga de trabalho (física e mental) e as características do cirurgião (experiência e idade), durante a realização de cirurgias de pequeno, médio e de grande porte, em um hospital de Porto Alegre, RS.

Como objetivos específicos, pretendeu-se: **a)** comprovar a carga física dos cirurgiões, em procedimentos cirúrgicos eletivos (MAGALHÃES et al., 2000; BERGUER, 1999; LUTTMAN et al., 1996; MIRBORD et al., 1995; KANT et al., 1992) de acordo com o porte das cirurgias (pequeno, médio e grande), conforme apontam pesquisas similares; **b)** identificar a carga mental e suas características, durante a realização de cirurgias, conforme o nível de complexidade (porte) da cirurgia e a experise e idade dos cirurgiões e; **c)** comparar os resultados da carga de trabalho entre os cirurgiões novatos e os mais experientes, durante a realização de procedimentos cirúrgicos eletivos, de acordo com o porte das cirurgias (pequeno, médio e grande) classificado conforme a percepção dos cirurgiões e a AMB (Associação Médica Brasileira).

Tem-se como hipóteses, com base no problema definido, **H1**: Há a presença de carga física e mental entre os cirurgiões, durante a realização de cirurgias eletivas, tanto nos cirurgiões que realizam cirurgias de pequeno porte quanto nos que realizam cirurgias de médio e de grande porte, sendo, provavelmente, mais elevada nos últimos; **H2**: em função da idade e da experiência dos cirurgiões, os níveis de carga física seriam mais elevados entre os cirurgiões experientes e os níveis de carga mental entre os novatos.

Para se confirmarem ou refutarem as hipóteses estabelecidas, realizaram-se avaliações do nível de demanda física imposta aos cirurgiões eletivos por meio de uma técnica de avaliação de posturas (REBA – *Rapid Entire Body Assessment*), da Frequência Cardíaca (FC), da Pressão Arterial (Pressão Arterial Média Sistólica – PAMS – e Pressão Arterial Média Diastólica – PAMD) e do nível de hormonal (Noradrenalina) e, simultaneamente, da demanda mental envolvida no trabalho por meio do nível hormonal (cortisol, Adenocorticotrófico – ACTH e Adrenalina) e, também, por meio da FC e PAS.

Sabe-se que o trabalho cirúrgico envolve tanto demanda mental quanto física, independente do tipo ou nível de complexidade (porte) das cirurgias eletivas. As pesquisas que têm estudado o trabalho do cirurgião tratam estas demandas (física e mental) separadamente, ou seja, não há na literatura pesquisas que relacionem o esforço físico e o esforço mental no trabalho do cirurgião, para verificar o nível de comprometimento que esta relação traz ao desempenho deste trabalhador.

O problema da demanda física, foi abordado pelos cirurgiões durante o levantamento dos constrangimentos ergonômicos confirmando, de certa forma, a primeira hipótese articulada na introdução deste trabalho. De maneira geral, os cirurgiões percebem a postura ocupacional, o tempo em que passam em pé e o esforço envolvido com a movimentação de pacientes como constrangimentos ergonômicos de média intensidade e a questão da qualidade da instrumentação cirúrgica de cunho importante e que os deixa muito insatisfeitos. Além disto, eles se sentem cansados ao final do dia de trabalho e percebem níveis elevados de desconforto/dor nas regiões corporais dos braços, costas, pernas e pés, o que corrobora a literatura revisada (MAGALHÃES et al., 2000; BERGUER, 1999; DINIZ, 1999; LUTTMAN et al., 1996; MIRBORD et al., 1995; KANT et al., 1992). Tem-se, ainda, que, de acordo com os resultados do questionário de validação, os cirurgiões apresentam níveis reduzidos de desconforto/dor para as regiões das mãos e da cabeça, apesar dos resultados das observações assistemáticas apontaram exigência postural para a região dos punhos/mãos. Em resumo, pode-se afirmar que, subjetivamente, os cirurgiões apresentam queixas sobre a questão interfacial/postural, requerendo meios de acomodação e descanso (como apoios, bancos, etc) para otimizar a demanda física existente no seu trabalho.

Os resultados do questionário de validação evidenciaram, ainda, que o trabalho do cirurgião, que lida com procedimentos eletivos, exige um esforço físico geral de pouca intensidade, sendo que essa intensidade pode estar relacionada com a exigência postural, pelo tempo de manutenção das posturas adotadas, sendo que, essa exigência postural, no decorrer das cirurgias, acaba por fazer com que os cirurgiões busquem posições de descanso, como a distribuição do peso do corpo em uma das pernas. O esforço físico presente no trabalho do cirurgião, além de ser comprovado pelos resultados do questionário e pela análise da atividade da tarefa dos cirurgiões, foi confirmado pelos resultados da técnica REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) (HIGNETT & McATAMNEY, 2000) de avaliação de posturas, o qual considerou a adoção e o tempo de manutenção das posturas como de nível médio de risco

(escores entre 4 e 7) sugerindo um nível de ação 2 (são necessárias ações – incluindo outras análises além do REBA – que verifiquem com mais exatidão o constrangimento postural observado e que busquem a melhoria ou amenização do problema). Cabe mencionar que o sujeito 5, cirurgião mais experiente e que possui treinamento e capacitação postural, apresentou, em todas as situações, os escores mais baixos, sugerindo que a questão física envolvida no trabalho cirúrgico eletivo possa ser, também, amenizada mediante um programa de treinamento e capacitação postural.

Ficou evidente nos resultados da presente tese que o trabalho do cirurgião envolve esforço mental de média intensidade. De acordo com os resultados da análise da atividade da tarefa dos cirurgiões eletivos, o esforço mental caracteriza-se pelo grande número de informações recebidas pelo cirurgião para a tomada de decisões, sendo que estas informações são trocadas com todos os membros da equipe cirúrgica por meio de sinais padronizados (técnica manual) aplicada aos instrumentos e materiais mais simples, pelos movimentos das mãos, e pela solicitação verbal (para instrumentos e materiais mais complexos ou quando o cirurgião quer que o instrumento esteja preparado por antecipação em relação ao momento do uso). Antes da cirurgia propriamente dita (período pré-operatório), o cirurgião deve ter um levantamento minucioso, detalhado, sobre a situação do paciente que irá operar (dados coletados na anamnese, exames físico e laboratoriais), deve possuir conhecimento total sobre a anatomia da região corporal que será abordada, certificar-se da disponibilidade de todo instrumental cirúrgico, equipamentos e instalações necessários para a cirurgia e das condições físico-ambientais (iluminação, temperatura, etc.). A partir do início da operação (período transoperatório), o cirurgião concentra-se totalmente, realizando toda a técnica e tática cirúrgicas, além de toda a fisiopatologia, de forma seqüencial e sincronizada. Após a realização da cirurgia, o cirurgião deve realizar a prescrição pós-operatória e o acompanhamento do cirurgiado.

Assim como a análise da atividade da tarefa, os resultados do questionário de validação apontaram que os cirurgiões percebem o esforço mental no seu trabalho como de média intensidade, além de mostrar, também, sua preocupação com o risco envolvido no seu trabalho e a pressão psicológica por parte de sua chefia para a realização de suas atividades, itens que podem influenciar a intensidade desse esforço mental. Os resultados das observações assistemáticas apontaram excessiva exigência de precisão e qualidade de

trabalho, o que pode ocasionar carga mental e psíquica resultando em psicopatologias do trabalho.

Em suma, ficou claro nos resultados apresentados que, independentemente do tipo de cirurgia, há a presença de carga física leve e carga mental moderada entre os cirurgiões, pelos resultados da concentração de catecolaminas, evidenciada pela relação Na/A (razão entre a noradrenalina e adrenalina). Em se tratando da idade e da experiência dos cirurgiões em confluência com o porte das cirurgias (de pequeno, médio e grande porte), os resultados apontaram que os cirurgiões mais jovens (menos experientes) apresentam mais esforço mental do que físico, principalmente nas cirurgias de grande porte, e os mais experientes têm mais esforço físico nas cirurgias de pequeno porte e menos esforço mental, em comparação aos mais jovens (menos experientes), nas cirurgias de grande porte. Conclui-se, então, que durante as cirurgias de pequeno porte (menor complexidade) o esforço mental é mínimo para os cirurgiões mais experientes, sobressaindo-se, assim, o esforço físico, ou seja, quanto mais “fácil” é a cirurgia mais é perceptível o esforço físico. Têm-se, portanto, a confirmação da hipótese de que os níveis de carga física são mais presentes entre os cirurgiões experientes e os níveis de carga mental entre os menos experientes (novatos). A técnica REBA de avaliação postural confirmou que os cirurgiões mais experientes e os de média experiência (cirurgião do *staff*) apresentaram escores REBA, menores que os cirurgiões menos experientes (cirurgiões residentes), evidentemente pela experiência em lidar com as técnicas e manobras cirúrgicas, além de terem vivenciado vários casos cirúrgicos e possuir uma melhor adaptação e capacitação frente aos constrangimentos posturais do que os cirurgiões menos experientes. Por fim, nota-se, ainda, que as cirurgias de pequeno porte apresentaram sempre escores mais baixos do que as cirurgias de grande porte, confirmando a hipótese de que a carga de trabalho (física e mental) é presente tanto nos cirurgiões que realizam cirurgias de pequeno porte quanto nos que realizam cirurgias de médio a grande porte, sendo mais elevada nos últimos. Para a questão da demanda mental, os resultados tanto da técnica de avaliação fisiológica quanto da técnica NASA/TLX apontam um maior nível de esforço mental para os cirurgiões novatos e um menor nível para os mais experientes. De posse destes resultados, pode-se assumir que no caso do trabalho dos cirurgiões, que realizam cirurgias eletivas, o esforço mental se for imposto de uma forma elevada, sendo o nível de conhecimento das técnicas e táticas cirúrgicas reduzido, ou seja, em se tratando de pouca experiência, o desempenho e o sucesso das cirurgias pode ser comprometido. Por outro lado, o esforço físico imposto no trabalho do cirurgião parece não interferir no seu desempenho, apesar de se mostrar presente

em maior nível nos cirurgiões mais experientes. No entanto, é preciso um maior aprofundamento sobre esta questão visando saber se o desempenho ou sucesso das cirurgias pode ser comprometido por um processo cumulativo da exigência físico-postural e/ou mental. Há de se ressaltar o fato da amostragem reduzida na fase II, a qual pode ter interferido na variabilidade dos resultados, mais especificamente nos resultados da Frequência Cardíaca (FC), da Pressão Arterial (PA), do cortisol e do ACTH. Além do fato da amostragem reduzida, assume-se, também, que esta variabilidade seja decorrente da de sensibilidade das técnicas de FC e PA para a distinção entre o esforço físico e o esforço mental. Um melhor indicador da carga de trabalho (física e mental) foi a razão Na/A conforme Fibiger et al., 1984 e Basset et al., 1987.

De maneira geral, os resultados da presente tese corroboram os dados da literatura em relação aos problemas de postura de trabalho (MAGALHÃES et al., 2000; BERGUER, 1999), fadiga e estresse (KANT et al., 1992; MIRBORD et al., 1995; LUTTMAN et al., 1996; McROBERTS et al., 1999; NGUYEN et al., 2001) e carga física e mental (BERGUER, 1997; BERGUER, 1999; CZYEWSAKA et al., 1983; BÖHM et al., 2001; BERTRAM, 1991) envolvidos no trabalho com procedimentos cirúrgicos eletivos, mas acrescentam a estas pesquisas a relação entre a carga de trabalho (física e mental), o porte das cirurgias (complexidade) e a experiência/idade dos cirurgiões.

Além da demanda física e mental, os resultados da presente tese apontam, também, por meio de uma abordagem macroergonômica (pela aplicação das entrevistas abertas e do questionário de validação, além de observações assistemáticas realizadas *in loco*), outros constrangimentos ergonômicos presentes no trabalho do cirurgião que lida com procedimentos cirúrgicos eletivos. Com relação à questão de ordem físico-ambiental (materiais contaminantes, iluminação, qualidade do ar, ventilação, temperatura, segurança e ruído), os resultados mostraram que é preciso uma maior atenção no sentido de otimizações para a questão física-ambiental envolvida no trabalho do cirurgião, sendo que o seu rendimento, segurança, satisfação e qualidade de vida, assim como o sucesso das cirurgias, podem estar comprometidos em decorrência da sua exposição a problemas desta natureza. De cunho organizacional e gerencial, os resultados apontaram que a carga horária excessiva, imposta aos cirurgiões, deve ser revista, além de uma melhor qualidade das refeições.

Deve-se enfatizar a dificuldade de realização de uma pesquisa relacionada ao trabalho do cirurgião. A presente pesquisa só foi possível de ser realizada em um pavilhão de um hospital devido ao interesse de um dos cirurgiões envolvidos. Para se obter acesso livre ao hospital e ao centro cirúrgico (campo de observação), onde foi realizada a coleta de dados, foi elaborado um anteprojeto de pesquisa detalhado (formulação do problema, hipóteses, justificativa, objetivos – geral, específico, operacional, cronograma, etc) o qual foi apresentado ao comitê de ética do hospital. Tendo em vista o caráter inusitado da pesquisa, o processo de julgamento levou cerca de três meses até a aprovação. Há de se considerar o fato de que o ambiente hospitalar requer cuidados quanto ao aspecto da esterilização, principalmente no bloco cirúrgico, talvez este seja o principal motivo para o entrave à acessibilidade deste universo. Um outro motivo, talvez, seja o fato de que os cirurgiões sejam detentores de um conhecimento muito peculiar e que é adquirido durante anos de estudos. Eles dominam uma linguagem única (terminologia e semiótica) e, assim, acabam se isolando no seu próprio mundo dificultando, de certa forma, o acesso para profissionais de outras áreas. Em contrapartida, deve-se mencionar o fato de que voluntariamente os cirurgiões concordaram em contribuir com a coleta de dados da pesquisa (realização de entrevistas e questionários, coleta de amostras de sangue (plasma) para serem analisadas em laboratório, mensurações de Pressão Arterial e Frequência Cardíaca e registro em vídeo de suas atividades) assinando o termo de consentimento que lhes fora apresentado (anexo G).

Os resultados desta tese dizem respeito à população amostrada em um hospital em Porto Alegre. No entanto, não há razões para suspeitar que estes dados não sejam representativos do trabalho do cirurgião que lida com procedimentos eletivos em outros hospitais. Seria interessante que a pesquisa fosse replicada em outros hospitais de portes diversos e em outras cidades afim de avaliar, principalmente, a adequação do método utilizado.

Finalmente, vale ressaltar a importância de uma abordagem integrada para avaliar carga de trabalho (física e mental). Só o uso de várias técnicas de maneira simultânea pode viabilizar um maior nível de fidedignidade dos resultados em se tratando de análise, avaliação e descrição da carga (física e mental) envolvida no trabalho observado. É preciso enfatizar, também, que este trabalho representa uma contribuição efetiva para os estudos ergonômicos relacionados ao trabalho cirúrgico, já que estes apresentam-se em pouca quantidade na comunidade científica (DINIZ, 1999; BERGUER, 1997; LUTTMANN et al., 1996; MIRBOD et al., 1995; KANT et al., 1992).

## 6.1 Desdobramentos da pesquisa

Fundamentando-se nos resultados da etapa de levantamento/mapeamento dos constrangimentos ergonômicos (Fase I), nos resultados da avaliação das demandas física e mental no trabalho do cirurgião eletivo e nas conclusões apresentadas e discutidas, tem-se como possíveis desdobramentos desta pesquisa os tópicos a seguir:

- espaço/arquitetura: é necessário considerar-se os deslocamentos e o fluxo de pessoas dentro da sala cirúrgica (equipe cirúrgica, residentes, internos, enfermeiras, professores e todos aqueles envolvidos). É preciso uma pesquisa ergonômica sobre fluxos de pessoas, posicionamentos da equipe cirúrgica e sobre a usabilidade e da questão das técnicas assépticas de instrumentos, equipamentos e utensílios necessários para a intervenção cirúrgica;
- informação/físico-ambiental: deve-se considerar a má visibilidade dos componentes/estruturas informacionais, o iluminamento deficiente, a existência de reflexos que ofuscam a visão do operador e a necessidade do uso de focos de luz adicional para tomar as informações. Este fato requer pesquisas ergonômicas que venham a apurar o planejamento da iluminação dentro da sala cirúrgica, assim como os constrangimentos consequentes e, ainda, a qualidade do ar, a ventilação, a temperatura, e o ruído dentro das salas de operação.
- psicológico: é necessário uma atenção maior relacionada aos fatores psicológicos, ou seja, o estresse psicológico experimentado pelos cirurgiões e a interação entre os fatores psicossociais no trabalho;
- interfacial: é preciso um estudo sobre o comportamento dos cirurgiões, que lidam com cirurgias eletivas, em situações que envolvam meios/formas de descanso, como o uso de sapatos projetados para o trabalho na postura de pé durante um tempo prolongado, o uso de tapetes, o uso de assentos (bancos, cadeiras, etc.).
- organizacional: sugere-se, ainda, um estudo sobre a influência do trabalho cirúrgico eletivo nos turnos vespertino e noturno (incluindo os turnos extras – plantões) na carga de trabalho (física e mental) entre os cirurgiões.

É preciso salientar, ainda, que são necessárias pesquisas experimentais que possam replicar o projeto de experimento que fora utilizado, com uma amostragem de número mais elevado, para poder explorar mais ainda as hipóteses contidas na presente tese e as técnicas utilizadas,

como os níveis hormonais (cortisol e ACTH) para verificar o esforço mental envolvido no trabalho dos cirurgiões eletivos, além da FC e da PAM. É preciso, ainda, um estudo mais aprofundado sobre qual o nível de comprometimento que o cansaço tem sobre o desempenho dos cirurgiões, o qual pode estar relacionado com o tempo de duração e o nível de complexidade da cirurgia (porte).

Sabe-se que, além dos aspectos físico e mental, outros constrangimentos externos podem contribuir para que haja a presença de carga de trabalho entre os cirurgiões que lidam com cirurgias eletivas, dentre eles pode-se citar: o quadro clínico do paciente, problemas familiares, a baixa remuneração, etc. Desta forma, sugere-se que sejam realizados estudos que explorem a relação entre esses constrangimentos externos e a carga de trabalho (física e mental) relacionada ao trabalho do cirurgião.

Acredita-se, ainda, que seja importante destacar outras questões tais como fatores tecnológicos, organizacionais e sociais, em se tratando de países subdesenvolvidos e emergentes. Infelizmente, a estrutura deficiente de alguns hospitais e a baixa remuneração dos profissionais são uma realidade e se juntam às queixas de ordem físico e psicológica. Pode-se destacar, também, a grande demanda que os profissionais têm que atender, isto é, a excessiva quantidade de pacientes à espera de atendimento. Devido a isto, os problemas fisiológicos e psicológicos são deixados de lado, até que eclodam e se tornem insuportáveis, ocasionando conseqüências evidentes, como: negligências médicas, queda de rendimento, abstinências e abjurações, e, muitas vezes, obrigando o cirurgião a mudar de especialidade médica ou cirúrgica, por não agüentar a carga física e mental das atividades em excesso. Como se pode notar, tem-se muito por fazer para contribuir com as melhorias dos vários constrangimentos ergonômicos que englobam o cirurgião e o seu universo de trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKERSTEDT, T. **Inversion of the sleep wakefulness pattern: effects on circadian variations in psychophysiological activation.** *Ergonomics*. Nº20, pp. 459 – 474. 1977.
- ASTRAND, P-O., RODAHL, K. *Textbook of work physiology*, 3<sup>rd</sup> ed. McGraw-Hill, New York, NY. 1986.
- ASTRAND, P. O. CHRISTENSEN, E. H. **Aerobic work capacity.** In: Dickens, F., Neil., E. (eds.), *Oxygen in the animal organism*. New York: Pergamon Press, 1964. Pp. 295 – 314.
- BASSETT, J. R., MARSHALL, P. M., SPILLANE, R. **The physiological measurement of acute stress (public speaking) in bank employees.** *International Journal of Psychophysiology. Elsevier Science Publishers B.V. (Biomedical Division)*. Nº 5, 1987. pp. 265 – 273.
- BAUER, Evandro Moisés. **Estresse: como ele abala as defesas do seu corpo?** *Ciência Hoje*. Vol. 30, nº 179, 2002. pp. 20 – 25.
- BELLEN, B., CONFORTI, V. MAGALHÃES, H. **Material cirúrgico.** In: Magalhães, H. *Técnica cirúrgica e cirurgia experimental*. São Paulo: SARVIER, Cap 7, 1983. pp. 42 – 65.
- BERGUER, R. **Ergonomics in the operating room.** *The american journal of surgery*. [editorial], vol. 171, 1996, pp. 385 – 386.
- BERGUER, Ramon. **The application of ergonomics to general surgeons' working environment.** *Rev. Environmental Health*. Nº12, 1997. pp. 99 – 106.
- BERGUER, Ramon. **Surgical technology and ergonomics of laparoscopic instruments.** *Surgical endoscopy – Ultrasound and Interventional Techniques*. New York: Springer-Verlag nº12, 1998. pp. 458 – 463.
- BERGUER, Ramon. **Surgery and ergonomics.** *The Archives of surgery. American Medical Association*. Vol. 134, 1999. pp. 1011 – 1016.
- BERGUER, R., GERBER, S., KILPATRICK, G., BECKLEY, D. **An ergonomic comparison of in-line vs pistol-grip handle configuration in a laparoscopic grasper.** New York: Springer-Verlag, Nº 12, 1998. pp. 805 – 808.
- BERGUER, R., REMLER, M., BECKLEY, D. **Laparoscopic instruments cause increased forearm fatigue: a subjective and objective comparison of open and laparoscopic**

**techniques.** *Min Invas Ther & Allied Technology. Blackwell Science Ltda.* Nº 6, 1997. pp. 36 – 40.

BERGUER, R., RAB, G. T., ABU-GHAIDA, H., ALARCON, A., CHUNG, J. A  
**comparison of surgeons' posture during laparoscopic and open surgical procedures.**  
*Surgical endoscopy.* Nova Iorque: Springer-Verlag, nº 11, 1997. pp.139 – 142.

BERTRAM, D. A. **Measures of physician mental workload.** *In: Anais do Human Factors Society 35<sup>th</sup> Annual Meeting. Bay Area Chapter: São Francisco, CA.* Vol. 2, 1991. pp. 1293 – 1297.

BÖHM, B., RÖTTING, N., SCHWENK, W., GREBE, S., ULRICH, M. **A prospective randomized trial on heart rate variability of the surgical team during laparoscopic and convencional sigmoid resection.** *Arch Surg. American Medical Association.* Vol. 136, 2001. pp. 305 – 310.

BORG, G. **Psychophysical bases of perceived exertion.** *Medicine and Science in Sports and Exercise.* Nº 14, 1982. pp. 377 – 381.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Segurança no Ambiente Hospitalar.** Departamento de Normas Técnicas. Coordenação Geral de Normas. Coordenação de Rede Física, Equipamentos e Materiais Médico-Hospitalares. Serviço de Engenharia Clínica. Departamento de Normas Técnicas. Brasília, 1995. 196 p.

BRANTLEY, P. J., DIETZ, L. S., McKNIGHT, G. T., JONES, G. N., TULLEY, R.  
**Convergence between the daily stress inventory and endocrine measures of stress.**  
*Journal of Consulting and Clinical Psychology.* Nº 56, 1988. pp. 549 – 551.

BUNTING, C. J., GIBBONS, E. S. **Plasma catecholamine and cardiovascular reactivity during an acute high ropes course event.** *International Journal of Psychophysiology.* Elsevier Science B.V. Nº 42, 2001. pp. 303 – 314.

CADIÈRE, G. B., HIMPENS, J., GERMAY, O., IZIZAW, R., DEGUELDRE, M., VANDROMME, J., CAPELLUTO, E., BRUNYNS, J. **Feasibility of robotic laparoscopic surgery: 146 cases.** *World journal of surgery. Société Internationale de Chirurgie.* Nº 25, 2001. pp. 1467 – 1477.

CARDOSO, Vânia M. B. **Parecer ergonômico sobre as atividades cotidianas de pacientes internos em recuperação.** Dissertação (mestrado) UFSM. Engenharia de produção. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 1998. 131 p.

CARR, D., BALLANTYNE, J. **Endorphins and analgesia.** *Comprehensive therapy.* Vol. 13, nº 12. 1987. pp. 7 – 13.

CHA D. W., PARK P. **Comparative study of subjective mental workload assessment techniques for the evaluation of ITS-oriented Human-Machine Interface systems.**

*Journal of Korean Society of Transportation*, vol.19 , no. 3, 2001. pp.45-58.

CHEW, M. Y. L. **Assessing building façades using infra-red thermography.** *Structural Survey.* MCB University Press. Vol. 16, Nº 2, 1998. pp. 81 – 86.

COOK, J., BRANCH, T. P. BARANOWSKI, T. J., HUTTON, W. C. **The effect of surgical floor mats in prolonged standing: an EMG study of the lumbar paraspinal and anterior tibialis muscles.** *Journal of Biomedical Engineering.* Nº 15, cap. 3, 1993. pp. 247 – 50.

CONGLETON, J.J., AYOUB, M., SMITH, J. **The design and evaluation of the neutral posture chair for surgeons.** *Human Factors*, 27(5), 1985. pp. 589 – 600.

CORLETT, E. N., BISHOP, R. P. **A technique for assessing postural discomfort.** *Ergonomics*, vol. 19, nº 2, 1976. pp. 175 – 182.

CZYZEWSKA, E., POKINKO, P., KICZKA, K., CZARNECKI, A. **The surgeon's mental load during decision making at various stages of operations.** *Jornal Europeu de Fisiologia Aplicada.* Nº 51. 1983. pp. 441 – 446.

DE WAARD, Dick. **The measurement of drivers' mental workload.** Tese de Doutorado. *University of Groningen – Centre for Environmental and Traffic Psychology.* Haren, Holanda, 1996. 198p.

DINIZ, Raimundo Lopes, MORAES, Anamaria de. **A atuação da ergonomia em prol do trabalho cirúrgico.** *In: IX Congresso Brasileiro De Ergonomia, 1999, Salvador.*

ABERGO'99 IX Congresso Brasileiro de Ergonomia - Ação Ergonômica: Demandas e Metodologias para o Próximo Milênio. SALVADOR: ABERGO BAHIA, 1999.

DINIZ, Raimundo Lopes. **Acomodação dos cirurgiões eletivos torácicos e abdominais: análises e possíveis soluções.** Monografia (Bacharelado), Centro Tecnológico, Curso de Desenho Industrial. UFMA. São Luís (MA), 1997. 80 p.

DINIZ, Raimundo Lopes. **Ergonomia: constrangimentos posturais; o caso do cirurgião eletivo geral.** Departamento de Artes e Design. Dissertação de Mestrado em Design. PUC – Rio. Rio de Janeiro (RJ), 1999. 416 p.

- DUDLEY, H. A. **operative ergonomics**. *Nurs. Mirror Midwives Journal*. Nº 143 (18), 1976. Pp. 53 – 54.
- ESTRIN-BEHAR, Madaleine. **Ergonomie Hospitalière: théorie et pratique**. Editions Estem, Paris, 1996.
- von EULER, U. S. **Sympatho-adrenal activity in physical exercise**. *Medical Science Sports*. Nº 6, 1974. pp. 122 – 125.
- FALCÃO, Delfina. **A ergonomia e o design no setor de cirurgia plástica**. In: Gontijo, L. A., de Souza, R. J. Anais do 2º Congresso Latino-Americano de Ergonomia e 6º Seminário Brasileiro de Ergonomia. ABERGO/FUNDACENTRO: Florianópolis, SC, 1993. pp. 329 – 331.
- FENGLER, T. W., PAHLKE, H., BISSON, S., KRAAS, E. **The clinical suitability of laparoscopic instrumentation: a prospective clinical study of function and hygiene**. *Surgical Endoscopy – Ultrasound and Interventional Techniques*. Nova Iorque: Springer-Verlag Nº 14, 2000. pp. 388 – 394,
- FIBIGER, W., SINGER, G., MILLER, A. **Relationships between catecholamines in urine and physical and mental effort**. *International Journal of Psychophysiology. Elsevier Science Publishers B.V.* Nº 1, 1984. pp. 325 – 333.
- FIRTH, P. A. **Psychological factors influencing the relationship between cardiac arrhythmia and mental load**. *Ergonomics*. Nº 16 (1), 1973. pp. 5 – 16.
- FOGLIATTO, Flávio Sanson. GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Design Macroergonômico: uma proposta metodológica para projetos de produto**. Revista Produto & Produção, Porto Alegre, v. 3, n. 3, 1999. pp. 1 – 15.
- FOX, E., MATHEWS, D. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**. 3º Ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. Pp, 173 – 177.
- GALBO, H. **Endocrinology and metabolism to exercise**. *International Journal of Sports Medicine*, Vol. 2, nº 2, 1981. pp. 203 – 211.
- GAMBLE, E. H., ELDER, T. S. **Conditioned diastolic blood pressure: the effects of magnitude of acquired response and feedback schedules on resistance to extinction**. *International Journal of Psychophysiology. Elsevier Science Publishers B. V. (Biomedical Division)*. Nº 9, 1990. pp. 13 – 20.

GAUME, J. G., WHITE, R. T. **Mental workload assessment**, III. *Laboratory Evaluation of One Subjective and Two Physiological Measures of Mental Workload*. McDonnell Douglas Corporation, Long Beach, CA, Reports No. MDC-J7024/01. 1975.

GILBRETH, F. B. **Motion study in surgery**. *Canadian Journal Medical Surgery*. Nº 40, 1916. pp. 22 – 31.

GOLDMAN, L., MCDONOUGH, M., ROSEMOND, P. **Stress affecting surgical performance and learning – I. Correlation of heart rate, electrocardiogram, and operation simultaneously recorded on videotapes**. *Journal of surgical research*. Academic Press, Inc. nº 12, 1972. pp. 83 – 86.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Artes Médicas. 4º ed., 1998. 338p.

GUERRA, G., ZAIMOVIC, A., GIUSTI, F., BARONI, M., DELSIGNORE, R., RAGGI, M., BRAMBILLA, F. **Pivagabine effects on neuroendocrine response to experimentally-induced psychological stress in humans**. *Behavioral Brain Research. Elsevier Science B.V.* nº 122, 2001. pp. 93 – 101.

GUIMARÃES, L. B. **História da ergonomia** – textos adaptados de Anamaria de Moraes. *In: Guimarães, L. B. de M. Ergonomia do Processo*. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/PPGEP, vol 1. (Série Monográfica Ergonomia). Cap. 2, 2000-2001. Pp. 1 – 16.

GUIMARÃES, L. B. de M. **Ergonomia de Processo 1**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2 ed. Porto Alegre:1999.

GUIMARÃES, L. B. de M. **Fisiologia: circulação**. *In: Guimarães, L. B. de M. Ergonomia do Produto. Antropometria, fisiologia, biomecânica*. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/PPGEP, , 2V. (Série Monográfica Ergonomia), Pp. 1-20. 2000-2001.

HART, S. G. **Theoretical basis for workload assessment research at NASA – Armes Research Center**. Proceedings of the workshop on flight testing to identify pilot workload and pilot dynamics. (AFTEC-TR-82-5), 1982. pp. 445 – 470.

HEBB, D. O. **Drives and the C. N. S. (Conceptual Nervous System)**. *Psychological Review*. Nº 62, 1955. pp. 243 – 254.

HEDGE, G. COLBY, H., GOODMAN, R. **Fisiologia endócrina clínica**. Interlivros Edições Ltda. Cap. 7. Rio de Janeiro: 1988. Pp. 119 – 149.

- HENDRICK, H. W. **Macroergonomics: a System Approach to Integrating Human Factors with Organizational Design and Management.** In: *Annual Conference Of The Human Factors Association Of Canada, 23, Ottawa, Canadá. Proceedings...* Ottawa: HFAC, 1990.
- HERRON, D. M., GAGNER, M., KENYON, T. L., SWANSTRÖM, L. L. **The minimally invasive surgical suite enters the 21<sup>st</sup> century.** *Surgical endoscopy – Ultrasound and Interventional Techniques.* Nova Iorque: Springer-Verlag 15: 2001. pp. 415 – 422.
- HIGNETT, S., McATAMNEY, L. **Rapid Entire Body Assessment (REBA).** *Applied Ergonomics. Elsevier Science Ltd.* Nº 31, 2000. pp. 201 – 205.
- INAGAKI, Terumi. OKAMOTO, Yoshizo. **Measurement of turbulent heat transfer using infrared thermography near ambient conditions and its quantitative error estimation.** *Heat transfer – Asia Research. Scripta Technica.* Vol. 28, nº 6. 1999. pp. 442 – 455.
- INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). The discipline of ergonomics.* Texto recuperado da internet no dia 14/10/2003. <http://www.iea.cc/ergonomics/>. 2000.
- JOELESZ, F. A., SHTERN, F. **The operating room of the future.** Reportagem do Workshop do Instituto Nacional do Câncer, *Imaging-Guided Stereotactic Tumor Diagnosis and Treatment.* Invest Radiologia. Nº 27, 1992. pp. 326 – 328.
- JOHANSSON, G., LAAKSO, M., PEDER, M., KARONEN, S. **Initially high plasma prolactin levels are depressed by prolonged psychological stress in males.** *Elsevier Science Publishers B.V. International Journal of Psychophysiology,* nº 9. 1990. pp. 195 – 199.
- KALSBECK, J. W. H. **Do you believe in sinus arrhythmia?.** *Ergonomics.* Nº 16 (1), 1973. pp. 99 – 104.
- KALSBECK, J. W. H., ETTEMA, J. H. **Scored regularity of the heart rate and the measurement of perceptual load.** *Ergonomics,* nº 6. 1963. pp. 306 – 327.
- KALSBECK, J. W. H. **Measurement of mental workload and of acceptable load: possible applications in industry.** *International Journal of Production Research,* nº 7, 1971. pp. 33 – 45.
- KANT, I., DE JONG, L., VAN RIJSSEN-MOLL, M., BORM, P. **A survey of static and dynamic work postures of operating room staff.** *Int. Arch. Occupational Environmental Health.* Nº63, 1992, pp. 432 – 438.

- KANTOWITZ, B. H. **Mental workload**. In: HANCOCK, P. A. (Ed.). *Human factor psychology*. Amsterdam: North-Holland, 1987. 309p.
- KAPLAN, K., HUNTER, I., DURLACH, N. I., SCHODEK, D. L. **A virtual environment for a surgical room of the future**. In: SATAVA, R. M., MORGAN, K., SIEBURG, H. B., MATTHEUS, R., CHRISTENSEN, J. P. *Interactive Technology and the New Paradigm for Healthcare*. 1º Ed. San Diego: I. O. S. Press, Vol. 18, 1995. pp. 161 – 167.
- KARHU, O., KANSI, P., KUORINKA, I. **Correcting working postures in industry: a practical method for analysis**. *J. Applied Ergonomics*, v. 8., 1977. pp. 199-201.
- KEITH, C. H., KEVIN, M. H., LOUIS, N. L. **Measuring subjective workload: when is one scale better than many?**. *Human Factors*, nº35, 1993. pp. 579 – 601.
- KELLEY, G. **Aerobic exercise and resting blood pressure among women: a meta-analysis**. *Preventive Medicine. American Health Foundation and Academic Press*. Nº 28, 1999. pp. 264 – 275.
- KILBOM, A. **Measurement and assessment of dynamic work**. In: WILSON, J. CORLETT, N., (eds.). *Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology*. Londres: Taylor & Francis Ltd., 1995. Pp. 640 – 661.
- KOK, F. W., WESTENBERG, H. G., THIJSSSEN, J. H., van REE, J. M. **Endocrine and cardiovascular responses to a series of graded physical and psychological stress stimuli in healthy volunteers**. *European Neuropsychopharmacology. Elsevier Science B.V.* nº5, 1995. pp. 515-522.
- KORADECKA, D., BUGAJSKA, J. **Physiological instrumentation**. In: Karwowski, W., Marras, W. S. *The Occupational Ergonomics handbook*. Londres: CRS press, 1999. pp. 525 – 546.
- KROEMER, K. H. E. **Ergonomic manual for “handling loads”**. *Ergonomics Research Institute, Ic.*, Cap. 3, 1993. pp. 4 – 7
- LACEY, I. **Somatic response patterning and stress: some revisions of activation theory**. In: APPLELEY, M., TRUMBALL, R. (eds.). *Psychological Stress: Issues in Research*. Nova Iorque: Appleton-Century-Crofts, 1967. Pp. 14 – 37.
- LAKATOS, Eva Maria. *Metodologia científica/ Eva Maria Lakatos, Marina de Andrade Marconi*. - - 2. Ed. Rev. e ampl. - - São Paulo: Atlas, 1995.

- LEVEY, S., DRUCKER, W. R., CZRNECKI, N. **Energy expenditure of surgeons, nurses, and anesthesiologists during operative procedures.** *Surgery*, N° 46, 1959. Pp. 529 – 533.
- LIN, Ding-Yu. HWANG, Sheue-Ling. **The development of mental workload measurement in flexible manufacturing systems.** *Human factors and ergonomics in manufacturing*. John Wiley & Sons, Inc. Vol 8 (1), 1998. pp. 41 – 62.
- LOUHEVAARA, V. **Job demands and physical fitness.** In: KARWOWSKI, W., MARRAS, W. (Eds.). *The occupational ergonomics handbook*. Flórida: CRC press LLC. 1999. pp. 261 – 273.
- LUTTMANN, A., SÖKELAND, J., LAURIG. **Electromyographical study on surgeons in urology. I. Influence of the operating technique on muscular strain.** *Ergonomics*, vol. 39, n°2, 1996. Pp. 285 – 297,
- LUXIMON, A., GOONETILLEKE, R. **Simplified subjective workload assessment technique.** *Ergonomics*. Taylor and Francis Ltd. Vol. 44, n° 3, 2001. pp. 229 – 243.
- MAGALHÃES, R. A. S. et al. **Identificação de riscos ergonômicos no posto de trabalho de médicos-cirurgiões em um hospital universitário.** In: I Encontro Pan-Americano De Ergonomia - X Congresso Brasileiro De Ergonomia, Rio de Janeiro. A Ergonomia na Empresa: útil, prática e aplicada. Rio de Janeiro: ABERGO, 2000. p. 22 – 33.
- MAGALHÃES, Hélio Pereira de. **Técnica cirúrgica e cirurgia experimental.** São Paulo: SARVIER, 1983, 338 P.
- MANDAL, A. C. **The correct height of school furniture.** *Human factors*. N° 24. 1982. pp. 257 – 269.
- MARTINEZ, F., LOSS, J. **Biomecânica.** In: GUIMARÃES, L. B. de Macedo. Ergonomia de Produto. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/PPGEP, vol 1. (Série Monográfica Ergonomia). Cap. 3, 2000. Pp. 1 – 22.
- MATERN, U., WALLER, P. **Instruments for minimally invasive surgery – principles of ergonomic handles.** *Surgical endoscopy - ultrasound and Interventional techniques*. Nova Iorque: Spring-Verlag, N° 13, 1999. pp. 174 -182.
- MATERN, U., EICHENLAUB, M., WALLER, P., RÜCKAUER, D. **MIS instruments, an experimental comparison of various ergonomic handles and their design.** *Surgical endoscopy – ultrasound and Interventional techniques*. Nova Iorque: Spring-Verlag, N° 13, 1999. pp. 756-762.

- MATERN, U., GIEBMEYER, C., BERGMANN, R., WALLER, P., FAIST, M. **Ergonomic aspects of different handles for minimally invasive surgery – an EMG based study.** *In: Anais do 45º congresso da Human factors and ergonomics society*, 2001. Pp. 1269 – 1273.
- McARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. **Sistema Endócrino e Exercício.** *In: McARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. (Ed.s) Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano.* 4<sup>a</sup>.ed, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. Tradução do original em Inglês: *Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance*, 4<sup>th</sup> ed., 1996), 1998. pp.339-367.
- McATAMNEY, L., CORLETT, E. N. **RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders.** *Applied Ergonomics*, nº 24, 1993. pp. 91-99.
- McROBERTS, J., GILL, I., RAY, C., WOOD, D. **“Stand-up” urologic endoscopy.** *Urogoly. Adult urology. Digital Urology Journal: Boston, MA.*47 (2), 1999. pp. 201 – 203.
- MEERS, A., VERHAGEN, P. **Sinus arrhythmia, information transmission and emotional tension.** *Psychological Belgrade*, XXII – 1, 1972. pp. 45 – 53.
- MEISTER, D. **Behavioral foundations of system development.** New York: Wiley. 1976.
- MELAMED, S., BRUHIS, S. **The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue, and irritability.** *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 38, nº 3. 1996.
- MESHKATI, N. **Heart rate variability and mental workload assessment.** *In: Hancock, P. A., Meshkati, N. (eds). Human mental workload.* Amsterdam: Elsevier Science, 1988. Pp. 101 – 115.
- MESHKATI, N. HANCOCK, P., RAHIMI, M., DAWES, S. **Techniques in mental workload assessment.** *In: WILSON, J. R., CORLETT, E. N. (eds). Evaluation of Human Work: a practical ergonomics methodology.* Londres: Taylor & Francis Inc., 1995. Pp749 – 782.
- MIRBOD, S. M., YOSHIDA, H., MIYAMOTO, K., MIYASHITA, K., INABA, R., IWATA, H. **Subjective complaints in orthopedists and general surgeons.** *Int. Arch. Occup. Environmental Health.* New York: Springer-Verlag, nº 67, 1995. Pp. 179 – 186.
- MORAES, Anamaria de. **Diagnóstico ergonômico do processo comunicacional do sistema homem-máquina de transcrição de dados; posto de trabalho do digitador em terminais informatizados de entrada de dados.** Tese (doutorado) UFRJ. Escola de Comunicação. Rio de Janeiro. UFRJ, 1992. 1077 p. , 4 vol.

MORAES, Anamaria De. MONT'ALVÃO, Claudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000. 120 p.

MORAES, Anamaria de. **Ergonomia e conflito homem x máquina: carga de trabalho e custos humanos do trabalho; penosidade física, psíquica e cognitiva**. In: MORAES, ANAMARIA DE; VELLOSO, FRANCISCO. J. L. Informatização, automação: sistemas, produtos e programas. Anais do 2º Encontro Carioca de Ergonomia, Rio de Janeiro, Clube de Engenharia – RJ, 1994. Pp. 3 – 14.

MORAES, Anamaria de. **História da ergonomia**. In: GUIMARÃES, LIA BUARQUE DE MACEDO (Ed.), Ergonomia de Processo. Porto Alegre: FEENG/UFRGS/EE/PPGEP, 2v (Série Monográfica Ergonomia). 2002. Pp. 2-20.

MOYA-ALBIOL, L. SALVADOR, A., GONZÁLEZ-BONO, E., MARTÍNEZ-SANCHIS, S., COSTA, R. **The impact of exercise on hormones is related to autonomic reactivity to a mental task**. *International Journal of Stress management. Human Sciences Press, Inc.* Vol. 8. nº 3. 2001.

MOURA, Lucia S. De, FERREIRA, Maria C., PAINE, Patricia A. **Manual de elaboração de projetos de pesquisa**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998. 134p.

MULDER, L. J., MULDER, G. **Cardiovascular reactivity and mental workload**. In: KITNEY, R. I., ROMPELMAN, O. (Eds.). *The beat-by-beat investigation of cardiovascular function*. Clarendon Press, 1987. Pp. 216 – 253.

MÜLLER, E. A. **Die physische ermüdung**. In: *Handbuch der gesamtern argeitsmedizis*, Band 1. Urban und shwarzenerg, Berlin. 1961.

**NASA TASK LOAD INDEX (TLX). Computerized Version - v. 1.0**. Human Performance Research Group. NASA Ames Research Center. Moffett Field, California. 1986.

**NEESE CONSULTING COMPANY. Rapid Entire Body Assessment (REBA) software®**. Versão 1.3. 2001.

NGUYEN, T. N., HO, S. H., SMITH, W. D., PHILIPPS, C., LEWIS, C., DE VERA, R. M., BERGUER, R. **An ergonomic evaluation of surgeons' axial skeletal and upper extremity movements during laparoscopic and open surgery**. *The American Journal of Surgery*. Excerpta Medica, Inc. nº182, 2001. pp. 720 – 724.

NIELSEN, R. M. **Comportamento de três protetores auriculares tipo concha, em ambientes com ruídos em baixa frequência**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Dissertação de Mestrado. UFRGS. Porto Alegre (RS), 2001. 58 p.
- NUNES, M. T. **O hipotálamo endócrino**. In: AIRES, M, de Melo. Fisiologia. Guanabara Koogan S. A. Cap. 56. Rio de Janeiro, 1991. pp. 667 – 678.
- O'DONELL, C., EGGEMEIER, F. **Workload assessment methodology**. In: Boff, K., Kaufman, L., Thomas, J. (Eds). *Handbook of perception and human performance – cognitive process and performance*. Nova Iorque: John Wiley and Sons. Vol. 2, Cap. 42, 1986. pp. 1 – 49,
- OLIVEIRA, PAULO A. B. **Estudo ergonômico da cooperação entre ensino e serviço em um hospital universitário: a atividade de *partner* em formação exercido pelo médico residente do quarto ano**. X Congresso Brasileiro de Ergonomia. I Encontro Pan Americano de Ergonomia. A ergonomia na empresa: útil, prática e aplicada. 2000. Pp. 28 – 35.
- PAYNE, R. L., RICK, J. T. **Heart rate as an indicator of stress in surgeons and anaesthetists**. *Journal of Psychosomatic Research*. Grã-Bretanha: Pergamon Journals Ltd. vol. 30, nº 4, 1986. Pp. 441 – 420,
- REID, G. B., COLLE, H. D. **Critical SWAT values for predicting operator overload**. In: Proceedings of the Human Factors Society 32<sup>nd</sup> Annual Meeting. Santa Mônica, CA: Human Factors Society, 1988. Pp. 1414 – 1418.
- RIBEIRO, J. L. D. **Análise de aglomerados: notas de aula**. Material não publicado. PPGEP/UFRGS. Porto Alegre, 2000. pp. 2 – 18.
- ROY, M. P., KIRSCHBAUM, C., STEPTOE, A. **Psychological, cardiovascular, and metabolic correlates of industrial differences in cortisol stress recovery in young men**. *Psychoneuroendocrinology*. PNEC – Pergamon. Elsevier Science Ltd. nº 26, 2001. pp. 357 – 391.
- RUDIO, Franz Victor. Introdução ao projeto de pesquisa científica/ Franz Victor Rudio. Petrópolis: Vazes, 1982. 124 p.
- SABBATINI, R. M. E. **Os robôs chegam à Sala Cirúrgica**. *Revista Check-up*. Lopso Editora e Publicidade – Byk Química e Farmacêutica. Nº 2 (12), 1999.
- SAMMER, G. **Heart period variability and respiratory changes associated with physical and mental load: non-linear analysis**. *Ergonomics*. Taylor and Francis Ltd. Vol. 41, nº 5, 1998. pp. 746 – 755.

- SAMUEL, M., BRUHIS, S. **The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue, and irritability – a controlled field experiment.** *JOEM*, 1996. vol. 38, nº 3, pp.252 – 256.
- SANTOS, D., MILANO, M., ROSAT, R. **Exercício físico e memória.** *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo, 12(1): 1998. Pp. 95 – 106.
- SCHLÖNDORFF, G. **Computer-assisted surgery: historical remarks.** *Computer Aided Surgery*. Wiley-Liss, Inc. nº 3, 1998. pp. 150 – 152.
- SCHURR, M. O., AREZZO, A., BUESS, G. F. **Robotics and systems technology for advanced endoscopic procedures: experiences in general surgery.** *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. Elsevier Science. Nº 16, Suplemento 2, 1999. pp. 97 – 115.
- SHWARTZ, Seymour I. **Princípios de cirurgia.** Macgraw - hill: México, DF, 1996. 920 p.
- SMYTH, J., OCKENFELS, M., PORTER, L., KIRSCHBAUM, C., HELLHAMMER, D., STONE, A. **Stressors and mood measured on a momentary basis are associated with salivary cortisol secretion.** *Psychoneuroendocrinology*. Elsevier Science Ltd. Vol. 33, nº 4, 1998. pp. 353 – 370.
- STANFORD, S. C., MIKHAIL, G., SALMON, P., GETTINS, D., ZIELINSKI, S. PEPPER, J. **Psychological stress does not affect plasma catecholamines in subjects with cardiovascular disorder.** *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, Elsevier Science Inc. Vol. 58, Nº 4, 1997. pp. 1167 – 1174.
- STONE, A., SCHWARTZ, J., SMYTH, J., KIRSCHBAUM, C., COHEN, S., HELLHAMMER, D., GROSSMAN, S. **Individual differences in the diurnal cycle of salivary free cortisol: a replication of flattened cycles for some individuals.** *Psychoneuroendocrinology*. Pergamon. Elsevier Science Ltd. Nº 26, 2001. pp. 295 – 306.
- STONE, H., SIDEL, J., OLIVER, S., WOOLSEY, A., SINGLETON, R. C. **Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis.** *Food Technology*. 28 (1): 1974. Pp. 24 – 34.
- VAN VELEN, M. A., MEIJER, D. W., GOOSSENS, R. H. M., SNIJDERS, C. J., JAKIMOWICZ, J. J. **Improved usability of a new handle design for laparoscopic dissection forceps.** *Surgical Endoscopy*. Nº 16. Nova Iorque: Springer-Verlag, 2001. pp. 201 – 207.

- VEDHARA, K., HYDE, J., GILCHRIST, I., TYTHERLEIGH, M., PLUMMER, S. **Acute stress, memory, attention and cortisol.** *Psychoneuroendocrinology*. Elsevier Science Ltd. N° 25, 2000. pp. 535 – 549.
- VELTMAN, J. A., GAILLARD, A. W. **Physiological workload reactions to increasing levels of task difficulty.** *Ergonomics*. Taylor & Francis Ltd. Vol. 41, n° 5, 1998. pp. 656 – 669.
- VELTMAN, J. A., GAILLARD, A. W. **Physiological indices of workload in a simulated flight task.** *Biological Psychology*. Elsevier Science B.V. n° 42, 1996. pp. 323 – 324.
- XIE, B., SALVENDY, G. **Review and reappraisal of modeling and predicting mental workload in single- and multi-task environments.** *Work & stress*, vol. 14, n° 1, 2000. pp. 74 – 99.
- YERKES, R. M., DODSON, J. D. **The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation.** *Journal of Comparative Neurological Psychology*. N° 18, 1908. Pp. 459 – 482.
- WATERS, T. R., PUTZ-ANDERSON, V., GARG, A. **Applications manual for the revised NIOSH lifting equation.** Ohio: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control and Prevention, NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health. 1993. 778 p.
- WICKENS, C. D., GORDON, S. E., LIU, Y. **An introduction to human factors engineering.** Nova Iorque: Addison-Wesley Educational Publishers Inc. 1998. 636p.
- ZIJLSTRA, F. R. H. **Efficiency in work behavior. A design approach modern tools.** Tese de Doutorado (PhD). Delft University of Technology. Delft, Holanda: Delft University, 1993.

# ANEXO A – EXEMPLO DE TRATAMENTO DE DADOS DA TÉCNICA NASA/TLX.

## Development of NASA-TLX

### APPENDIX A: Sample Application of the NASA-TLX.

**EXAMPLE:**

**COMPARE WORKLOAD OF TWO TASKS THAT REQUIRE A SERIES OF DISCRETE RESPONSES. THE PRIMARY DIFFICULTY MANIPULATION IS THE INTER-STIMULUS INTERVAL (ISI) – (TASK 1 = 500 msec. TASK 2 = 300 msec)**

**PAIR-WISE COMPARISONS OF FACTORS:**

**INSTRUCTIONS: SELECT THE MEMBER OF EACH PAIR THAT PROVIDED THE MOST SIGNIFICANT SOURCE OF WORKLOAD VARIATION IN THESE TASKS**

PD / (MD)	(TD) / PD	(TD) / FR	<b>TALLY OF IMPORTANCE SELECTIONS</b> MD III = 3 PD = 0 TD IIII = 5 OP I = 1 FR III = 3 EF III = 3 <hr/> SUM = 15
(TD) / MD	(OP) / PD	(TD) / EF	
OP / (MD)	(FR) / PD	OP / (FR)	
FR / (MD)	(EF) / PD	OP / (EF)	
(EF) / MD	(TD) / OP	EF / (FR)	

**RATING SCALES:**

**INSTRUCTIONS: PLACE A MARK ON EACH SCALE THAT REPRESENTS THE MAGNITUDE OF EACH FACTOR IN THE TASK YOU JUST PERFORMED**

DEMANDS	RATINGS FOR TASK 1:	RATING	WEIGHT	PRODUCT
MD	LOW   <u>  x  </u>   HIGH	30	x 3	= 90
PD	LOW   <u>  x  </u>   HIGH	15	x 0	= 0
TD	LOW   <u>          x  </u>   HIGH	60	x 5	= 150
OP	EXCL   <u>  x  </u>   POOR	40	x 1	= 40
FR	LOW   <u>  x  </u>   HIGH	30	x 3	= 90
EF	LOW   <u>  x  </u>   HIGH	40	x 3	= 120
		SUM		= 490
		WEIGHTS (TOTAL)		= 15
		MEAN WWL SCORE		= <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">32</span>

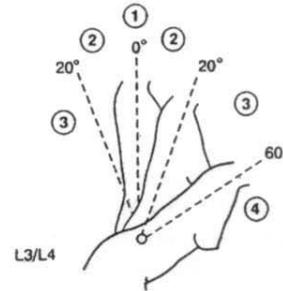
DEMANDS	RATINGS FOR TASK 2:	RATING	WEIGHT	PRODUCT
MD	LOW   <u>  x  </u>   HIGH	30	x 3	= 90
PD	LOW   <u>  x  </u>   HIGH	25	x 0	= 0
TD	LOW   <u>          x  </u>   HIGH	70	x 5	= 350
OP	EXCL   <u>  x  </u>   POOR	50	x 1	= 50
FR	LOW   <u>  x  </u>   HIGH	50	x 3	= 150
EF	LOW   <u>  x  </u>   HIGH	30	x 3	= 90
		SUM		= 730
		WEIGHTS (TOTAL)		= 15
		MEAN WWL SCORE		= <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">49</span>

**RESULTS:**

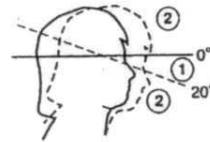
**SUBSCALES PINPOINT SPECIFIC SOURCE OF WORKLOAD VARIATION BETWEEN TASKS (TD). THE WWL SCORE REFLECTS THE IMPORTANCE OF THIS AND OTHER FACTORS AS WORKLOAD-DRIVERS AND THEIR SUBJECTIVE MAGNITUDE IN EACH TASK**

**ANEXO B – DIAGRAMAS E ESCORES DOS SEGMENTOS CORPORIAS DEFINIDOS PELO REBA.**

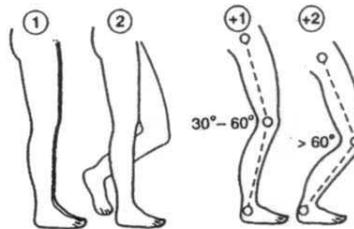
TRONCO		
POSTURA	ESCORE	ESCORE ADICIONAL
Ereto	1	+ 1 se o tronco estiver em movimento de torção ou flexão lateral
Flexão de 0° - 20° Extensão de 0° - 20°	2	
Flexão de 20° - 60° Extensão acima de 20°	3	
Flexão acima de 60°	4	



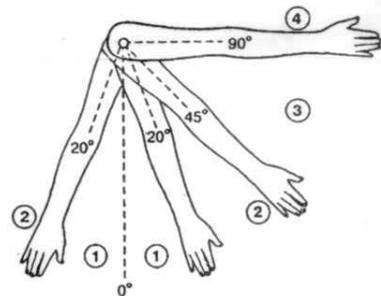
PESCOÇO		
POSTURA	ESCORE	ESCORE ADICIONAL
Flexão de 0° - 20°	1	+1 se o pescoço estiver em movimento de torção ou flexão lateral
Flexão ou em extensão acima de 20°	2	



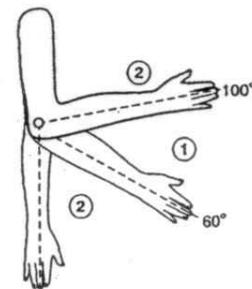
PERNAS		
POSTURA	ESCORE	ESCORE ADICIONAL
Peso distribuído nas duas pernas (bilateral), caminhando ou sentado	1	+1 Se a flexão dos joelhos estiver entre 30° e 60°;
Peso distribuído em uma das duas pernas (unilateral) ou postura instável	2	+2 Se a flexão entre os joelhos estiver acima de 60° (Não vale para a postura sentado)



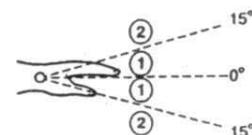
BRAÇOS		
POSTURA	ESCORE	ESCORE ADICIONAL
Flexão de 20° ou Extensão de 20°	1	+1 se o braço estiver em: • abdução • rotação
Flexão entre 20° e 45° ou extensão acima de 20°	2	
Flexão entre 45° a 90°	3	+1 se o ombro estiver elevado -1 Se inclinado, com suporte para o braço ou se a postura tem algum suporte da gravidade
Flexão acima de 90°	4	



ANTEBRAÇOS	
POSTURA	ESCORE
Flexão entre 60° a 100°	1
Flexão abaixo de 60° ou flexão acima de 100°	2



PUNHOS		
POSTURA	ESCORE	ESCORE ADICIONAL
Flexão/extensão entre 0° a 15°	1	+1 Se o punho estiver em movimento de desvio (ulnar e radial) ou giro (prono e supinação)
Flexão/extensão acima de 15°	2	



**ANEXO C – TABELAS DE ESCORES PARA AVALIAÇÃO DAS POTURAS OBSERVADAS PELA TÉCNICA REBA.**

TABELA A													
Tronco		Pescoço											
		1				2				3			
Pernas	1 2 3 4 5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
		2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
		3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
		4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
		5	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

CARGA/FORÇA			
0	1	2	+1
Abaixo de 5Kg	Entre 5 e 10Kg	Acima de 10Kg	Aumento rápido de força (pico)

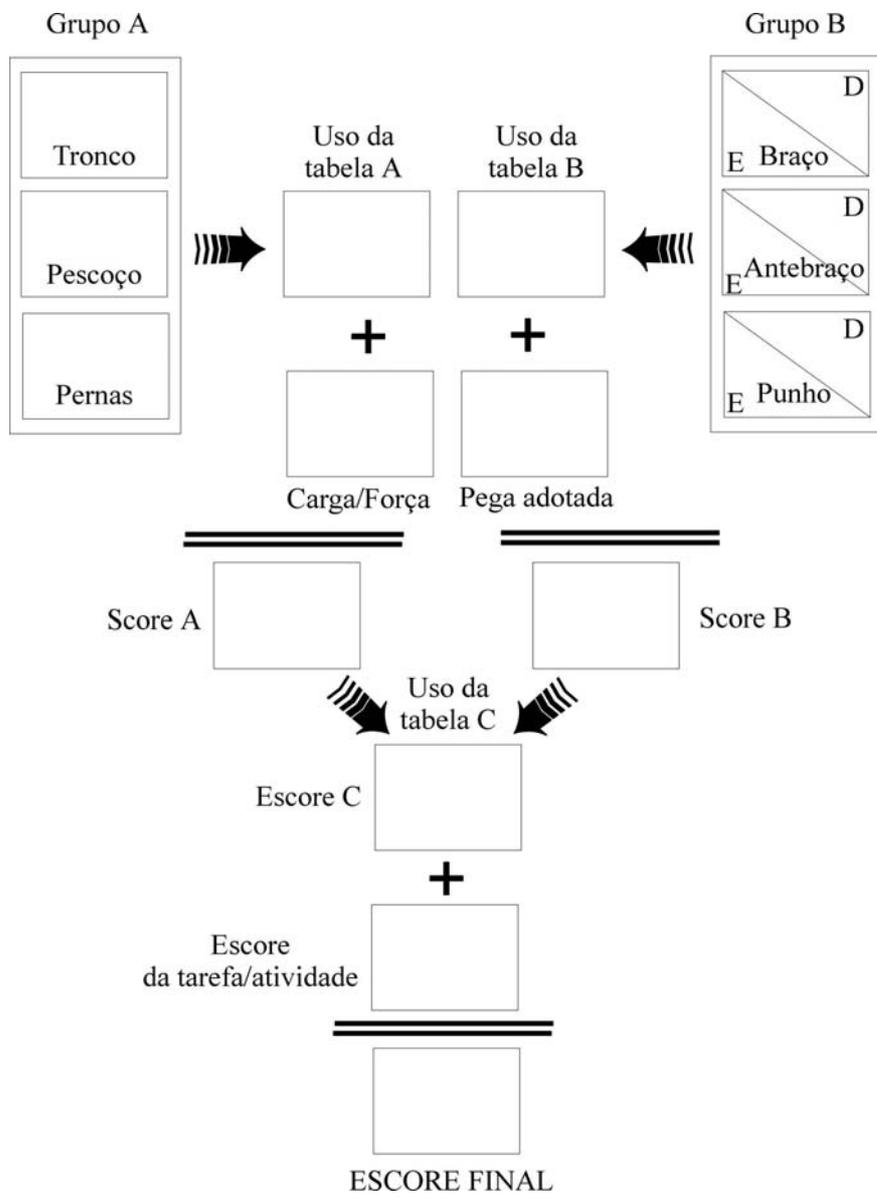
TABELA B							
Braço		Antebraço					
		1			2		
Punho	1 2 3 4 5 6	1	2	3	1	2	3
		1	2	2	1	2	3
		2	3	3	2	3	4
		3	4	5	4	5	5
		4	5	5	5	6	7
		5	6	7	7	8	8
		6	7	8	8	9	9

PEGA			
0 Bom	1 Médio	2 Fraco	3 Inaceitável
Manejo adequado, sem exceder o ângulo do movimento, preensão de força	Manejo aceitável mas não ideal ou a pega é aceitável, mesmo com a ajuda de outro segmento corporal.	Manejo não aceitável	Desajeitado, pega insegura, sem as mãos A pega é inaceitável

TABELA C													
ESCORE A		ESCORE B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

ESCORE DA TAREFA/ATIVIDADE
+1 Quando uma ou mais regiões corporais estão estáticas por mais de 1 minuto
+1 Quando são realizadas pequenas ações repetidamente, por mais de 4 vezes por minuto (não se inclui a tarefa “caminhando”)
+1 Em ações que causam mudanças rápidas nas posturas ou quando se está numa base instável

**ANEXO D – ESQUEMA DA SOMA ENTRE OS ESCORES REFERENTES A CADA SEGMENTO CORPORAL AVALIADO, PARA A OBTENÇÃO DO ESCORE FINAL REBA E TABELA DE CATEGORIAS DE AÇÕES.**



CATEGORIAS DE AÇÕES - REBA			
Nível de ação	Escore REBA	Nível de risco	Ações (incluindo análises adicionais)
0	1	Nenhum	Não é necessário
1	2 a 3	Baixo	Pode ser necessário
2	4 a 7	Médio	É necessário
3	8 a 10	Elevado	É necessário logo
4	11 a 15	Muito elevado	É urgente

**ANEXO E – TABELA DE PROCEDIMENTOS MÉDICOS DA ASSOCIAÇÃO MÉDICA BRASILEIRA (AMB) PARA CIRURGIAS ELETIVAS TORÁCICAS.**

<b>CIRURGIAS TORÁCICAS</b>	<b>PORTE</b>
lobectomia pulmonar	4 a 6
pneumonectomia	5 a 6
cirurgia de traquéia (traqueoplastia)	5
segmentectomia	4 a 5
ressecções pulmonares por neoplasias (câncer)	6
mediastinoscopia	3
broncoplastia	6
simpatectomia torácica	3
cirurgia de esôfago (esofagoplastia)	5
Toracectomia	6
ressecções de tumores de mediastino	6
fibrobroncoscopia	1
Traqueoplastia	5
biópsia pulmonar	1 a 4
pleuroscopia	3
Broncoscopia rígida	1
traqueostomia	2 a 5
video-toracoscopia	3
<b>PULMÃO</b>	
Pneumonectomia radical	6
pneumonectomia standard	5
Lobectomia radical	6
Lobectomia por má-formação pulmonar	5
Lobectomia standard	4
Transplante de pulmão	7
<b>MEDIASTINO</b>	
Mediastin. com descompres. e deriv. veno-atrial	6
Mediastinotomia exploradora trans-esternal	5
Mediastinotomia exploradora para-esternal	4
Bócio intra-torácico, ressecção (qualquer via)	5
Mediastionomia para drenagem	4
Ressecção de tumor do mediastino	6
Timectomia por via trans-esternal	5
Drenagem do med. via torácica post. Extrapleur.	5
Drenagem do med. Via toractotomia	4
Mediast. sup. E inf. P/ instilação e irrig. C/ dren.	0

<b>BRÔNQUIOS</b>	<b>PORTE</b>
Broncoplastia (sem ressecção pulmonar)	6
Retirada de corpo estranho por broncotomia	5
Broncografia (por punção ou entubação traq.)	1
<b>TRAQUEIA</b>	
Tumor de traquéia - ressec. Com traq. Ou anst.	6
Traqueoplastia com abord. Torácica	5
Traqueoplastia cervico-torácica	5
Traqueoplastia subglótica	5
Traqueostomia mediastinal	5
Traqueoplastia com abord. Cervical	5
Traqueostomia cervical	2
Colocação de prótese traqueal	5
Colocação de molde traqueal ou brônquico	3
Punção trans-traqueal com aspiração	0
<b>PAREDE TORÁCICA</b>	
Costopleuropneumonectomia	7
Toracectomia e reconstrução	6
Esternectomia com ou sem prótese	5
Defeito do tórax - correção de pectus	5
Toracoplastia (qualquer técnica)	5
Toracotomia bilateral	5
Toracotomia com drenagem aberta	3
Toracoscopia com biópsia ou pleurodese	3
Toracostomia com drenagem fechada	3
Costectomia	2
Toracocentese (punção pleural)	0
<b>ESÔFAGO</b>	
Esofagectomia com toracotomia	6
Esofagorrafia torácica	5
Esofagorrafia cervical	3

**ANEXO F – CARTA DA ASSOCIAÇÃO MÉDICA BRASILEIRA (AMB)  
JUSTIFICANDO A CLASSIFICAÇÃO DO PORTE DAS CIRURGIAS.**

FROM : Assoc Médica Brasileira

PHONE NO. : 11 3266 6800

JUN. 12 2002 12:16PM P2



Rua Professor Alfredo Gomes, 36 - Botafogo - Rio de Janeiro/RJ - CEP 22251-080  
Tel: 55-21-537-8100 Fax: 55-21-537-8188 BBS: 55-21-537-8186  
Home\_Page\_http://www.sba.com.br E-Mail: sba2000@ibm.net  
Departamento de Anestesiologia da Associação Médica Brasileira

C.SBA - 1890/98



Rio de Janeiro, 12 de maio de 1998.

Ilmº. Sr.

**Dr. Antonio Celso Nunes Nassif**

MD. Presidente - ASSOCIAÇÃO MÉDICA BRASILEIRA

Prezado Colega,

A classificação dos portes da Tabela de Honorários Médicos da Associação Médica Brasileira, obedeceu os seguintes critérios:

- 1º - Complexidade do ato cirúrgico;
- 2º - Complexidade do ato anestésico;
- 3º - Tempo de duração do ato cirúrgico.

Quanto a quantificação em valores, dos referidos portes, foi correlacionado o valor pago em US (unidades de serviço), critério utilizado, na época, pelo extinto INAMPS, para remuneração dos serviços médicos, com o tempo médio do ato cirúrgico correspondente.

Sendo o que tínhamos para o momento, renovamos protestos de estima e consideração.

Atenciosamente,

*Dr. João Aurílio Rodrigues Estrela*  
19/03/98

**Dr. João Aurílio Rodrigues Estrela**  
Dir. Deptº. Defesa Profissional da SBA

*Dr. Luiz Fernando Saubermann*

**Dr. Luiz Fernando Saubermann**  
Presidente da SBA

JARE/bm

Classificação do porte

**ANEXO G – EXEMPLO DO TERMO DE CONSENTIMENTO APRESENTADO AOS CIRURGIÕES QUE PARTICIPARAM DA FASE II DA PRESENTE TESE..**

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

**Nome da pesquisa:** “Avaliação da relação entre as demandas física e mental e o impacto no trabalho do cirurgião em procedimentos cirúrgicos eletivos”.

**Responsáveis:** Raimundo Lopes Diniz; Lia Buarque de Macedo Guimarães; Paulo F. Guerreiro Cardoso.

**Informações aos trabalhadores/cirurgiões:** Trata-se de uma pesquisa relacionada com o trabalho dos cirurgiões que realizam cirurgias eletivas, do Bloco Cirúrgico do Hospital Pereira Filho, especializado em cirurgia torácica, do complexo hospitalar Santa Casa. Objetivo: observar e avaliar o trabalho dos cirurgiões eletivos durante a realização de procedimentos cirúrgicos eletivos, visando detectar possíveis problemas relacionados ao desconforto postural e ao cansaço físico e mental, estabelecer possíveis relações entre estes e a idade e a experiência do cirurgião, almejando soluções para propiciar conforto, segurança e eficiência do mesmo e, conseqüentemente, colaborar para o sucesso das cirurgias. Serão realizadas avaliações do nível de demanda física imposta aos cirurgiões eletivos por meio de uma técnica de avaliação de posturas (REBA – *Rapid Entire Body Assessment*), da Frequência Cardíaca (FC), da Pressão Arterial Média Sistólica (PAMS) e Pressão Arterial Média Diastólica (PAMD) e do nível de hormonal (Noradrenalina) e, simultaneamente, da demanda mental envolvida no seu trabalho por meio do nível hormonal (cortisol, Adenocorticotrófico – ACTH e Adrenalina) e, também, por meio da FC, PAMS e PAMD.

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, estou ciente que faço parte da pesquisa relatada acima. Contribuirei com dados ao responder entrevistas e questionários, ao ter minhas atividades registradas em filmagem e fotos, ao permitir coleta de amostras de sangue (plasma) para serem analisadas em laboratório, ao permitir mensurações de Pressão Arterial e Frequência Cardíaca e ao participar de discussões sobre minhas atividades. Declaro estar ciente: a) do objetivo do projeto; b) da segurança de que não serei identificado e que será mantido o caráter confidencial das informações que prestarei; c) de ter liberdade de recusar participar da pesquisa.

Data: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ANEXO H – QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS CIRURGIÕES RESIDENTES, DO STAFF E AOS CIRURGIÕES PROFESSORES NA FASE I DA PRESENTE TESE.**

**Questionário de validação  
Bloco Cirúrgico do Hospital Mãe de Deus**

**Médico-cirurgião/Professor**

**Prezado (a) Sr (a)**

Este questionário não é obrigatório, mas sua opinião sobre o seu trabalho É MUITO IMPORTANTE. Solicito, então, que você preencha com sua idade e tempo de trabalho nos quadros abaixo e marque com um **X**, na escala (**conforme o Exemplo de preenchimento**), a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados.

Não escreva seu nome no questionário. As informações são sigilosas e servirão para o trabalho que está sendo desenvolvido pela Santa Casa de Misericórdia em parceria com a UFRGS.

- **Muito obrigado.**

Idade       Sexo: Masculino  Feminino   
Destro       Canhoto

**Especialidade**

**Tempo de trabalho como cirurgião**

**Abaixo segue um modelo exemplificando o preenchimento:**

**cor da roupa de cirurgia**

insatisfeito \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ satisfeito  
neutro







## **25. Número de funcionários disponíveis para a realização do trabalho**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito

## **26. Trabalho em equipe**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito

## **27. Grau de riscos de acidentes (materiais contaminantes)**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito



















#### **44. Flexibilidade nos horários de trabalho (folgas, intervalos)**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito

#### **45. Ter que lidar com atividades diferentes (trabalho muito variado)**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito

#### **46. Organização e distribuição das tarefas por parte da chefia**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito

#### **47. Integração entre os colegas de trabalho**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito

#### **48. Respeito por parte da chefia (professores)**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito

#### **49. Respeito por parte dos enfermeiros**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito

#### **50. Respeito por parte dos médicos-anestesiologistas**

---

insatisfeito

neutro

satisfeito











- *Escreva abaixo quais fatores no seu trabalho mais contribuem para o seu **cansaço** em ordem de prioridade*

---

---

---

---

---

---

---

---

- *Escreva abaixo, Caracterizando e enumerando por ordem de importância, as questões que englobam o **stress físico** no seu trabalho:*

---

---

---

---

---

---

---

---

- *Escreva abaixo, Caracterizando e enumerando por ordem de importância, as questões que englobam o **stress mental** no seu trabalho:*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- *Escreva abaixo, enumerando por nível de dificuldade/complexidade, os **tipos de cirurgias** que você realiza:*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ANEXO I – RESPOSTAS DOS QUESITOS ABERTOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS CIRURGIÕES NA FASE I DA PRESENTE TESE.**

<b>ESTRESSE FÍSICO</b>			
<b>ITENS CITADOS</b>	<b>SOMA</b>	<b>P (%)</b>	<b>PA</b>
postura ocupacional (trabalhar em pé)	16,5	39,99	39,99
carga horária excessiva	8,15	19,75	59,74
complexidade das cirurgias	3	7,27	67,01
força motora (passar pacientes para as macas/mesas cirúrgicas)	2	4,85	71,86
postura durante o auxílio cirúrgico	1,5	3,64	75,50
deslocamentos pelos andares do hospital	1,5	3,64	79,13
Tensão transoperatória	1,33	3,22	82,36
iluminação inadequada	1,2	2,91	85,26
tempo de permanência no bloco cirúrgico	1	2,42	87,69
falta de tempo para exercícios	1	2,42	90,11
Consequência do stress mental para improvisar soluções	1	2,42	92,54
responsabilidade médico-profissional	0,5	1,21	93,75
nível de gravidade da doença do paciente	0,5	1,21	94,96
muito tempo de espera (intervalo) entre as cirurgias	0,5	1,21	96,17
dosagem de pacientes	0,5	1,21	97,38
dor nas costas	0,5	1,21	98,59
temperatura insuficiente	0,33	0,80	99,39
má alimentação	0,25	0,61	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>41,26</b>	<b>100,00</b>	

<b>CANSAÇO</b>			
<b>ITENS CITADOS</b>	<b>SOMA</b>	<b>P (%)</b>	<b>PA</b>
carga horária extensa	15,32	30,51	30,51
tempo prolongado na postura em pé	9,41	18,74	49,25
responsabilidade (pressão psicológica)	5	9,96	59,21
número elevado de cirurgias (muita demanda)	2,5	4,98	64,19
Deslocamentos para outros locais de trabalho	2,33	4,64	68,83
Tensão transoperatória	2	3,98	72,81
Tensão na execução técnica	2	3,98	76,80
pouco tempo de folgas	2	3,98	80,78
muito tempo de espera (intervalo) entre as cirurgias	1,83	3,64	84,43
burocracia, preenchimento de guias	1,75	3,49	87,91
excesso de pacientes no ambulatório e fila de espera para tratamento	1	1,99	89,90
apoio para a cirurgia não funciona (pessoal e material)	1	1,99	91,89
falta de boa alimentação	0,83	1,65	93,55
temperatura elevada na sala cirúrgica	0,5	1,00	94,54
Gravidade dos casos (doença do paciente)	0,5	1,00	95,54
falta de sincronia entre as trocas de locais de trabalho	0,5	1,00	96,53
desrespeito	0,5	1,00	97,53
procedimentos complexos e de risco	0,33	0,66	98,19
exigência intelectual/mental	0,33	0,66	98,84
convivência com colegas de outras especialidades	0,33	0,66	99,50
passagem de pacientes para a maca/mesa de cirurgia	0,25	0,50	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>50,21</b>	<b>100,00</b>	

<b>RISCO</b>			
<b>ITENS CITADOS</b>	<b>SOMA</b>	<b>P(%)</b>	<b>PA</b>
contato com sangue/fluidos/fragmentos/espículas de ossos/secreções (doenças contag.)	13,83	29,16	29,16
trabalho com material perfuro-cortante	6,5	13,70	42,86
limitações técnicas/material de apoio (instrumental)	2,66	5,61	48,47
estado clínico (gravidade da doença) do paciente	2,5	5,27	53,74
o processo como um todo	2,33	4,91	58,65
posturas em cirurgias prolongadas	2,25	4,74	63,40
falta de uso de óculos (proteção dos olhos)	1,83	3,86	67,26
stress ao lidar com cirurgias complexas	1,58	3,33	70,59
acidente cirúrgico	1,5	3,16	73,75
emocional	1	2,11	75,86
situações ou fatores inesperados relacionados ao problema do paciente	1	2,11	77,97
carga horária em demasia	1	2,11	80,08
Necessidade de grande concentração	1	2,11	82,18
risco de processos e demandas judiciais	0,99	2,09	84,27
medo de erro técnico/tensão	0,83	1,75	86,02
iluminação	0,75	1,58	87,60
ineficiência da equipe de apoio (secretárias do ambulatório, apoio em sala cirúrgica)	0,75	1,58	89,18
stress interpessoal	0,5	1,05	90,24
acidente de trânsito (plantão médico)	0,5	1,05	91,29
falta de tempo para exercícios	0,5	1,05	92,35
negligência, imprudência, imperícia	0,5	1,05	93,40
Contaminação ambiental (ar condicionado)	0,5	1,05	94,45
responsabilidade profissional (ético-legal)	0,33	0,70	95,15
monitorização constata dos sinais do paciente (aparelhos, etc.)	0,33	0,70	95,85
falta de armário para guardar a roupa	0,33	0,70	96,54
gases anestésicos	0,33	0,70	97,24
nível de ruído	0,25	0,53	97,77
desconforto no trabalho	0,25	0,53	98,29
falta de estar médico	0,25	0,53	98,82
demora de atendimento dos pacientes do SUS no país	0,2	0,42	99,24
falta de vestuário feminino	0,2	0,42	99,66
Não cumprimento do horário da escala cirúrgica	0,16	0,34	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>47,43</b>	<b>100,00</b>	

**ANEXO J – EXEMPLO DO PROTOCOLO DE REGISTRO DAS ATIVIDADES DAS TAREFAS DOS CIRURGIÕES PARA A PADRONIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS DURANTE A FASE DE DIAGNOSE ERGONÔMICA DA PRESENTE TESE.**

**REGISTRO DE TAREFAS**  
**Bloco Cirúrgico do Hospital Pereira Filho**

➤ **Dados gerais**

Colaborador	
-------------	--

Cirurgia	
----------	--

➤ **Questões que podem influenciar no experimento**

Desde que horas está acordado?	
Realizou alguma cirurgia até agora?	
Faz uso de alguma medicação?	
Faz uso de cigarro?	
Pratica esportes? Com que frequência?	
Sobre a época do ciclo menstrual?	

➤ **Quadros de registro dos dados**

Parâmetro	Início	Fim
Cirurgia		
Plasma		
Freq. Cardíaca		

Pressão Arterial		
Segmento	<b>Inicial (repouso)</b>	<b>Final (repouso)</b>
<b>Braço:</b>		
<b>Perna:</b>		

OBS	
-----	--



**ANEXO K – EXEMPLO DO QUESTIONÁRIO NASA/TLX ADAPTADO PARA A APLICAÇÃO AOS CIRURGIÕES DURANTE A FASE II DA PRESENTE TESE.**

**Questionário de validação da carga de trabalho**

**Prezado (a) Sr (a)**

Este questionário não é obrigatório, mas sua opinião sobre o seu trabalho É MUITO IMPORTANTE. Solicito, então, que você preencha com sua idade e tempo de trabalho nos quadros abaixo. A seguir, solicito que marque com um **X**, entre os pares relacionados, o fator que mais representa a carga de trabalho durante a realização do seu trabalho (**conforme o Exemplo 1 de preenchimento na página seguinte**). Por fim, solicito que marque com um X, na escala apresentada, a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados (**conforme o Exemplo 2 de preenchimento na página seguinte**).

Não escreva seu nome no questionário. As informações são sigilosas e servirão para o trabalho que está sendo desenvolvido pela sua empresa em parceria com a UFRGS.

- **Muito obrigado.**

Idade  Sexo: Masculino  Feminino

Destreza: Destro  Canhoto

<b>Especialidade/Setor</b>	<input type="text"/>
----------------------------	----------------------

<b>Tempo de trabalho</b>	<input type="text"/>
--------------------------	----------------------

Abaixo seguem dois modelos exemplificando o preenchimento:

**EXEMPLO 1**

<del>Demanda Mental</del>	x	Demanda Física
Demanda Temporal	x	<del>Demanda Física</del>
Demanda Temporal	X	<del>Nível de Frustração</del>
<del>Demanda Temporal</del>	X	Demanda Mental
Performance	X	<del>Demanda Física</del>
<del>Demanda Temporal</del>	X	Esforço (físico e mental)
<del>Performance</del>	X	Demanda Mental
<del>Nível de Frustração</del>	X	Demanda Física
Performance	X	<del>Nível de Frustração</del>
<del>Nível de Frustração</del>	X	Demanda Mental
Esforço (físico e mental)	X	<del>Demanda Física</del>
<del>Performance</del>	X	Esforço (físico e mental)
Esforço (físico e mental)	X	<del>Demanda Mental</del>
<del>Demanda Temporal</del>	X	Performance
<del>Esforço (físico e mental)</del>	X	Nível de Frustração

**EXEMPLO 2**

**Demanda Mental no seu trabalho**

Pouco ~~X~~ Muito

- Marque um dos fatores, entre os pares abaixo, que você considera como a fonte mais significativa para a carga de trabalho durante a realização de cirurgias.

**Demanda Mental**– atividade **mental** requerida para a realização do trabalho;

**Demanda Física** – atividade **física** requerida para a realização do trabalho

**Demanda Temporal**– nível de **pressão** imposto para a realização do trabalho;

**Performance** – nível de satisfação com o **desempenho pessoal** para a realização do trabalho;

**Esforço** – o quanto que se tem que trabalhar **física e mentalmente** para atingir um nível desejado de performance ou desempenho;

**Nível de Frustração** – nível de fatores que **inibem** a realização do trabalho (insegurança, irritação, falta de estímulo, estresse, contrariedades).

Demanda Mental	x	Demanda Física
Demanda Temporal	x	Demanda Física
Demanda Temporal	X	Nível de Frustração
Demanda Temporal	X	Demanda Mental
Performance	X	Demanda Física
Demanda Temporal	X	Esforço (Físico e Mental)
Performance	X	Demanda Mental
Nível de Frustração	X	Demanda Física
Performance	X	Nível de Frustração
Nível de Frustração	X	Demanda Mental
Esforço (físico e mental)	X	Demanda Física
Performance	X	Esforço (físico e mental)
Esforço (físico e mental)	X	Demanda Mental
Demanda Temporal	X	Performance
Esforço (físico e mental)	X	Nível de Frustração

- *Marque na escala qual a sua opinião sobre o nível de influência dos fatores abaixo para a realização do seu trabalho.*

**Demanda Mental no seu trabalho**

---

Pouco Muito

**Demanda Física no seu trabalho**

Pouco Muito

**Demanda Temporal no seu trabalho**

---

Pouco Muito

**Performance ou desempenho no seu trabalho**

---

Pouco Muito

**Esforço (Físico e Mental) no seu trabalho**

---

Pouco Muito

**Nível de Frustração no seu trabalho**

---

Pouco Muito

- Marque na escala qual a sua opinião sobre o nível de complexidade/estresse de cada cirurgia realizada (de acordo com a enumeração apresentada), conforme exemplo de preenchimento.

**EXEMPLO DE PREENCHIMENTO:**

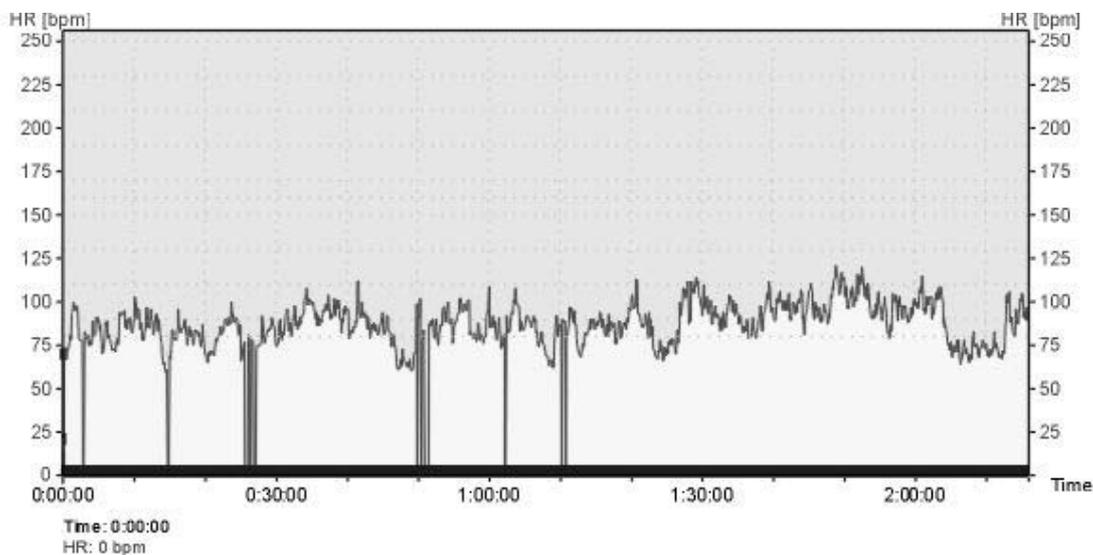


**CIRURGIAS REALIZADAS:**

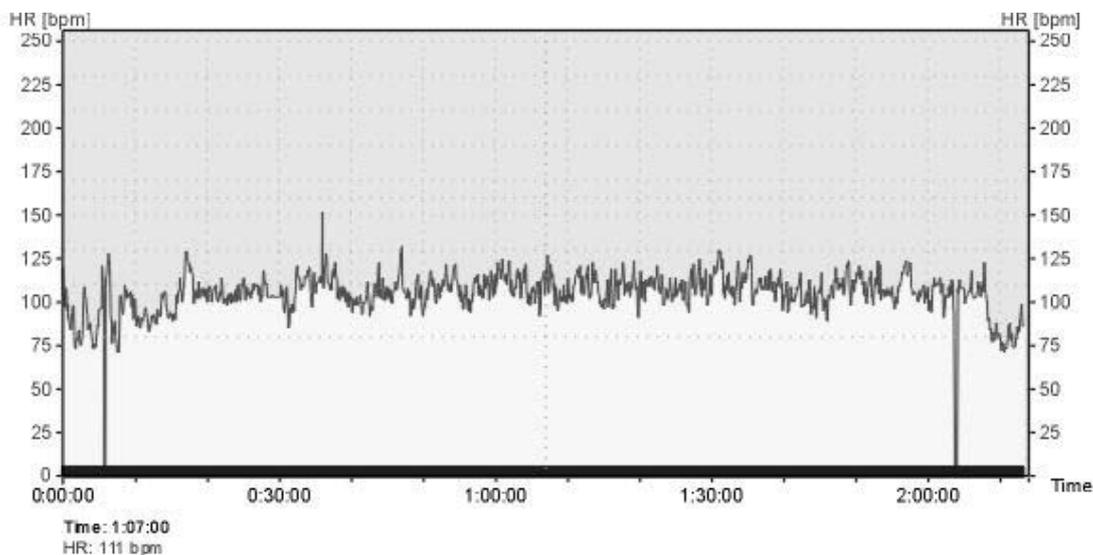
- ❶ Mediastinoscopia
- ❷ Segmentectomia
- ❸ toracotomia com reconstrução



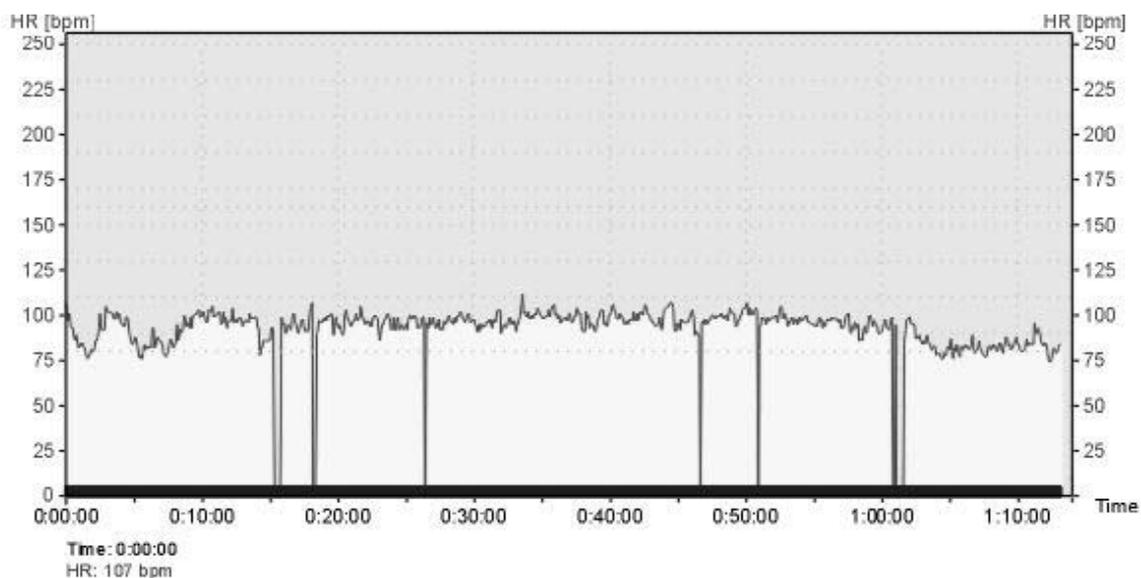
**ANEXO L – GRÁFICOS ILUSTRATIVOS DAS FREQUÊNCIAS CARDÍACAS DOS CIRURGIÕES (EXPERIENTES, *STAFF* E RESIDENTES) ATUANDO EM CIRURGIAS DE PEQUENO, MÉDIO E GRANDE PORTE, DURANTE A FASE II (DIAGNOSE ERGONÔMICA) DA PRESENTE TESE.**



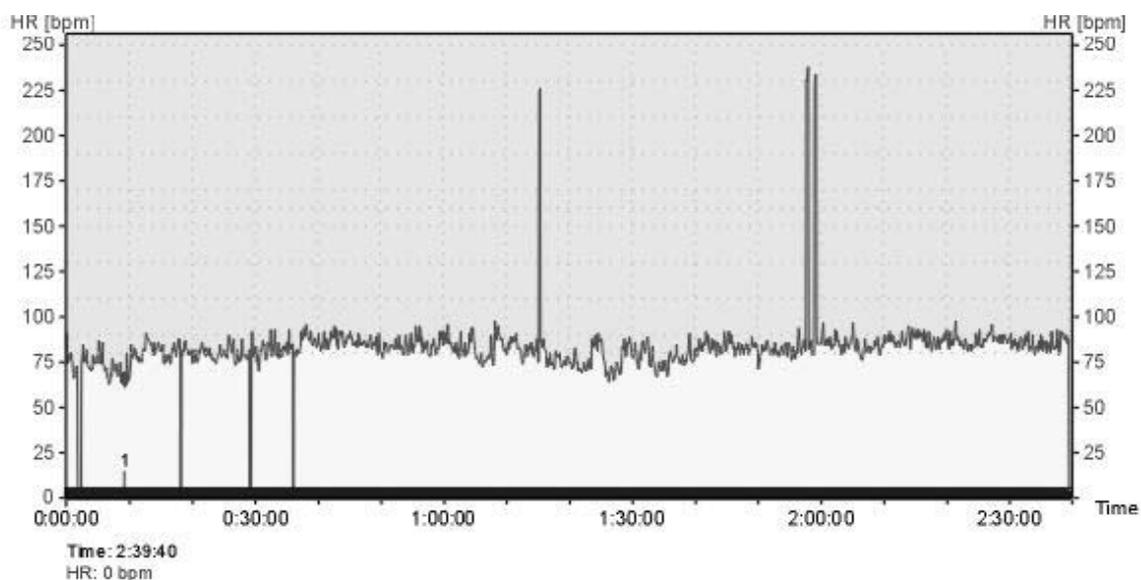
Person	Sujeito 1/Cir. Menos exp./mulher	Date	13/06/2002	Heart rate	87 / 121	Limits 1	80 - 160
Exercise	de pé durante a cirurgia	Time	10:04:17	Max. HR	187	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Peg. Porte	Duration	2:15:49.6	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	biopsia de gânglio	Selection	0:00:00 - 2:15:45 (2:15:45.0)				



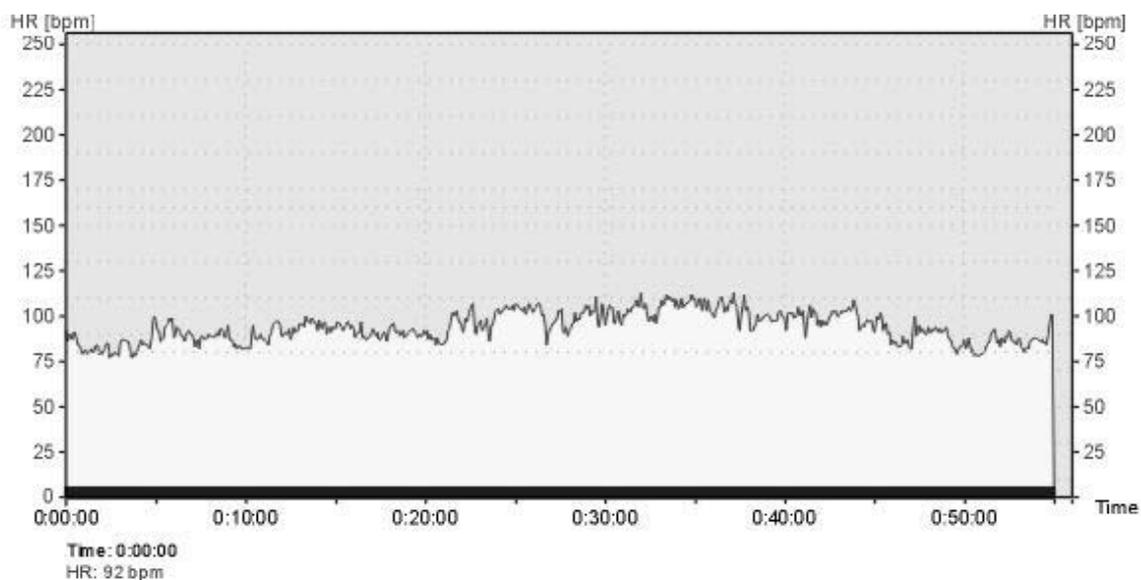
Person	Sujeito 1/Cir. Menos exp./mulher	Date	26/09/2002	Heart rate	105 / 152	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé/realizando proc. cirúrgico	Time	09:39:03	Max. HR	187	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Médio Porte	Duration	2:13:16.9	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Segmentectomia	Selection	0:00:00 - 2:13:15 (2:13:15.0)				



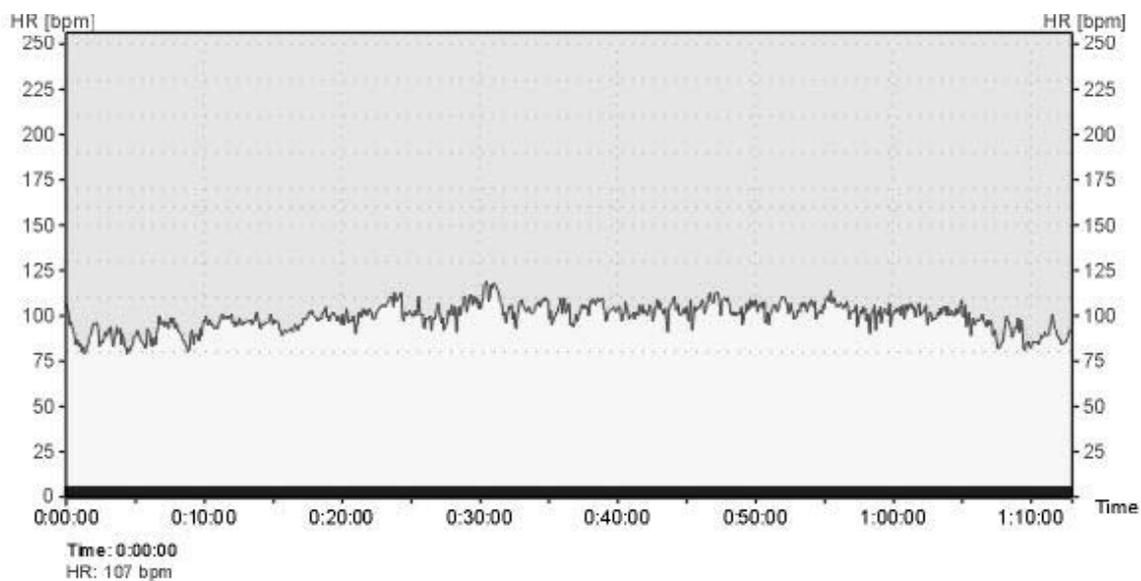
Person	Sujeito 2/Cir. Menos exp./homem	Date	27/09/2002	Heart rate	93 / 112	Limits 1	80 - 160
Exercise	Em pé/realizando proc. cirúrgico	Time	08:36:55	Max. HR	192	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Peq. Porte	Duration	1:13:11.9	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	biópsia de pulmão			Selection	0:00:00 - 1:13:10 (1:13:10.0)		



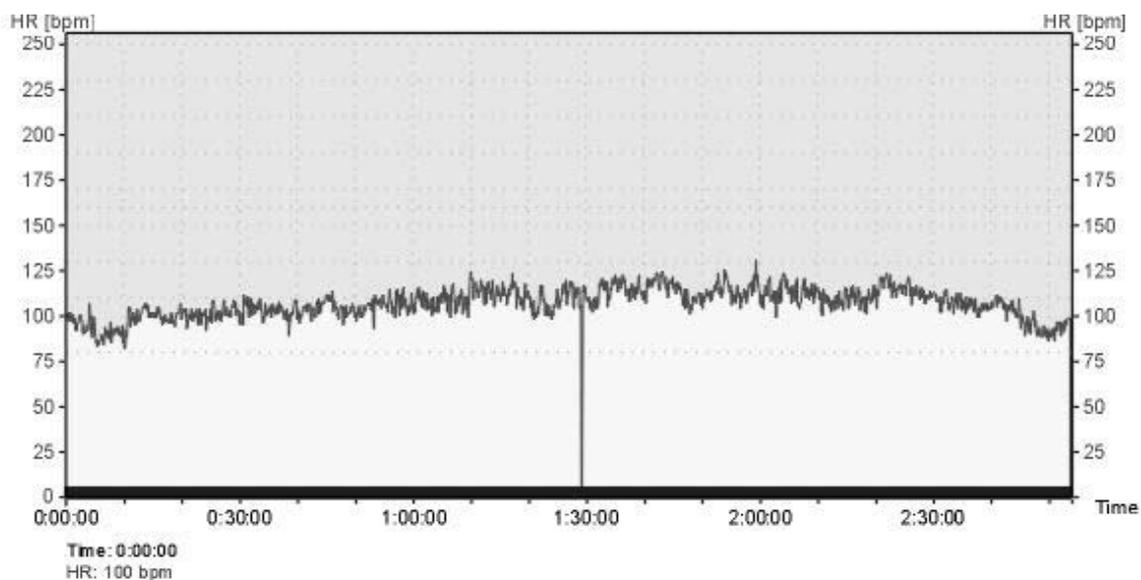
Person	Sujeito 2/Cir. Menos exp./homem	Date	27/08/2002	Heart rate	82 / 238	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé durante proced. cirúrgico	Time	10:36:40	Max. HR	192	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Médio Porte	Duration	2:39:41.8	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Bulectomia unilateral			Selection	0:00:00 - 2:39:40 (2:39:40.0)		



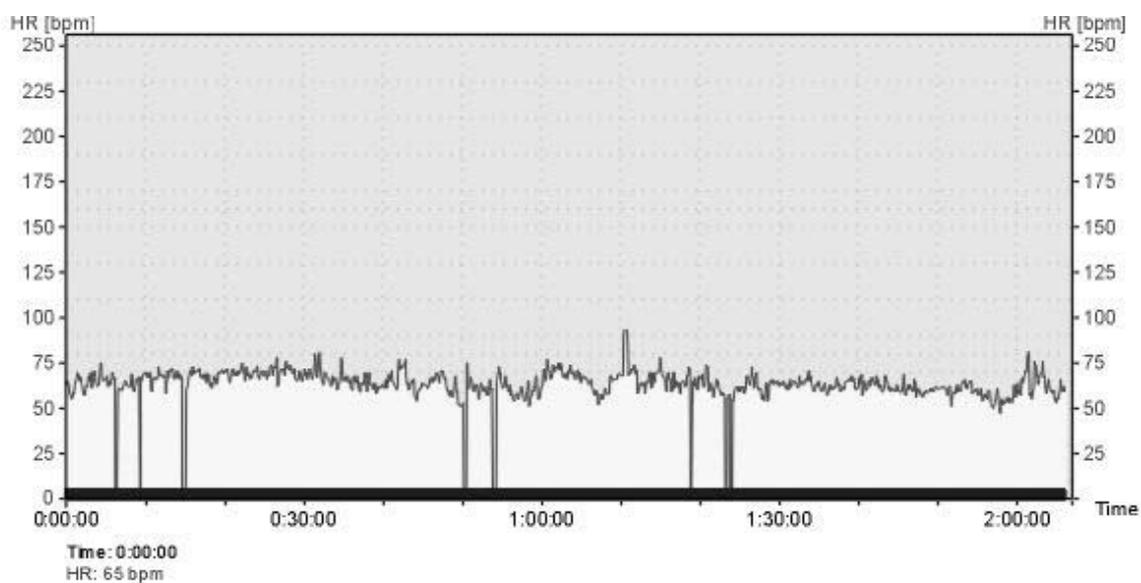
Person	Sujeito 3/Cir. Menos exp./homem	Date	30/10/2002	Heart rate	93 / 113	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé/realizando cirurgia	Time	09:10:33	Max. HR	185	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Pequeno Porte	Duration	0:55:01.0	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Medastioscopia	Selection	0:00:00 - 0:55:00 (0:55:00.0)				



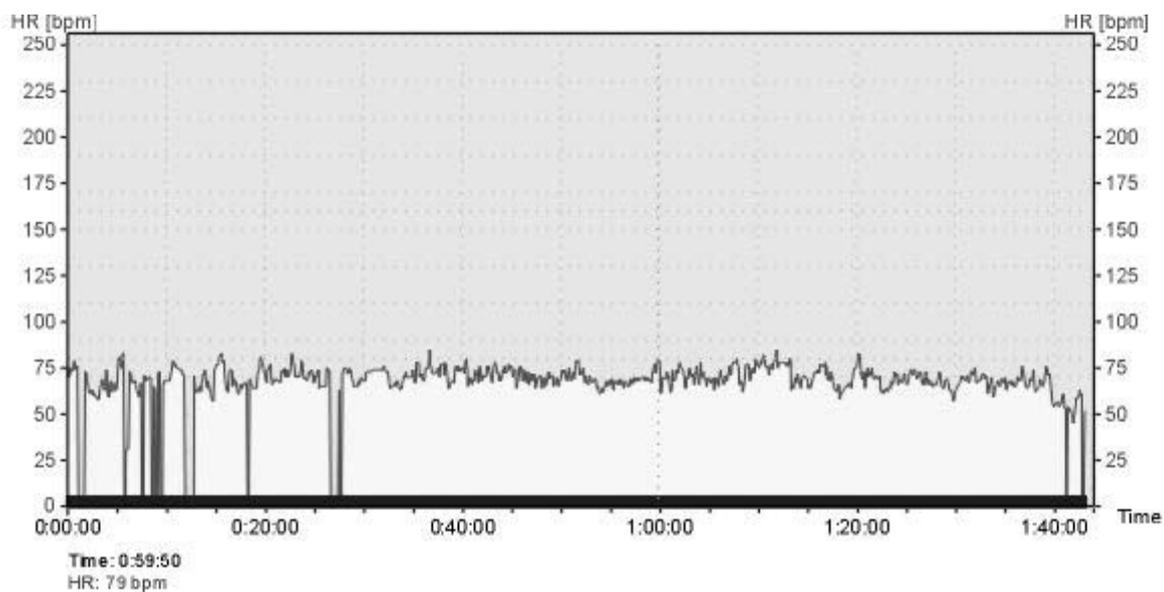
Person	Sujeito 3/Cir. Menos exp./homem	Date	05/11/2002	Heart rate	99 / 119	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé/realizando cirurgia	Time	08:19:48	Max. HR	185	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Médio Porte	Duration	1:12:58.1	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Segmentectomia	Selection	0:00:00 - 1:12:55 (1:12:55.0)				



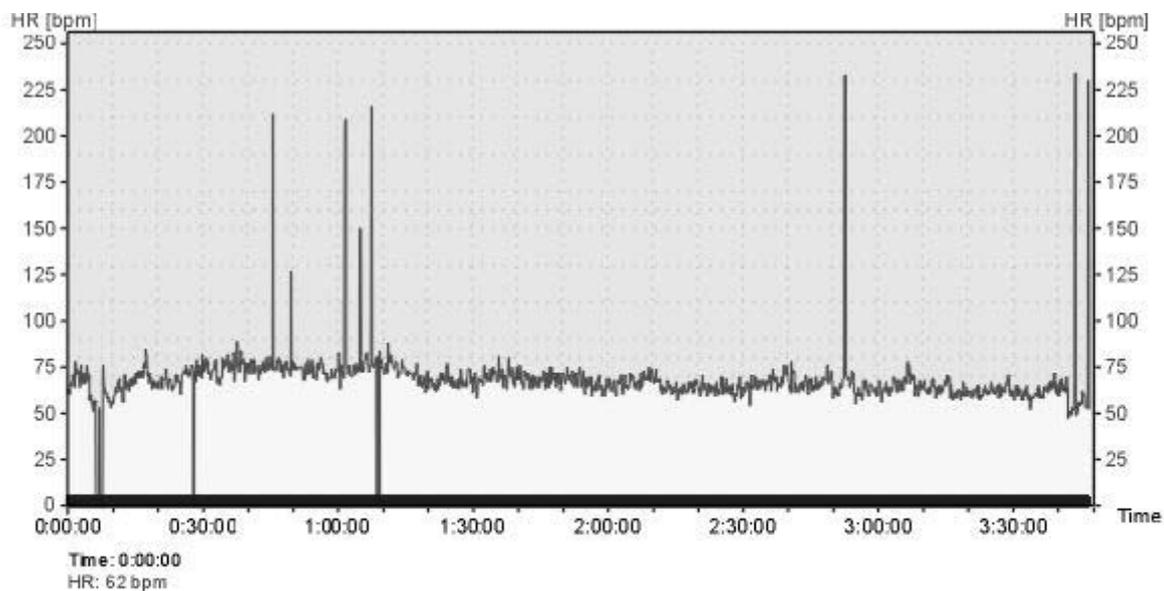
Person	Sujeito 3/Cir. Menos exp./homem	Date	06/11/2002	Heart rate	107 / 131	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé/realizando cirurgia	Time	07:38:48	Max. HR	185	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Grande Porte	Duration	2:53:50.1	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Toracectomia e reconstrução			Selection	0:00:00 - 2:53:45 (2:53:45.0)		



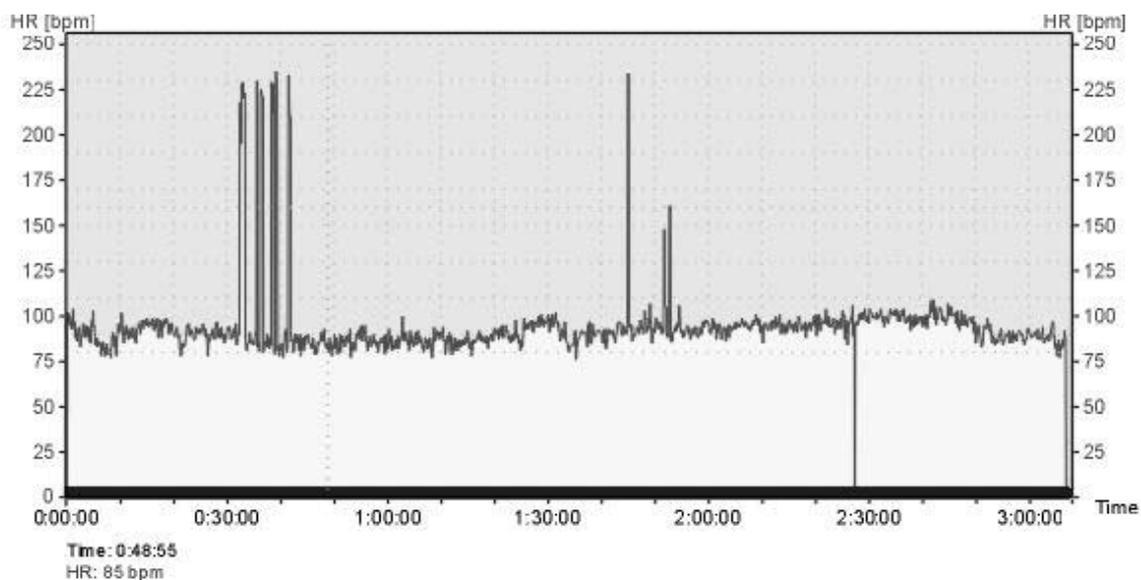
Person	Sujeito 4/Cir. Menos exp./homem	Date	16/10/2002	Heart rate	64 / 93	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé/realizando cirurgia	Time	09:35:14	Max. HR	189	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Peq. Porte	Duration	2:06:07.0	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Segmentectomia/nódulo benigno/enucleação			Selection	0:00:00 - 2:06:05 (2:06:05.0)		



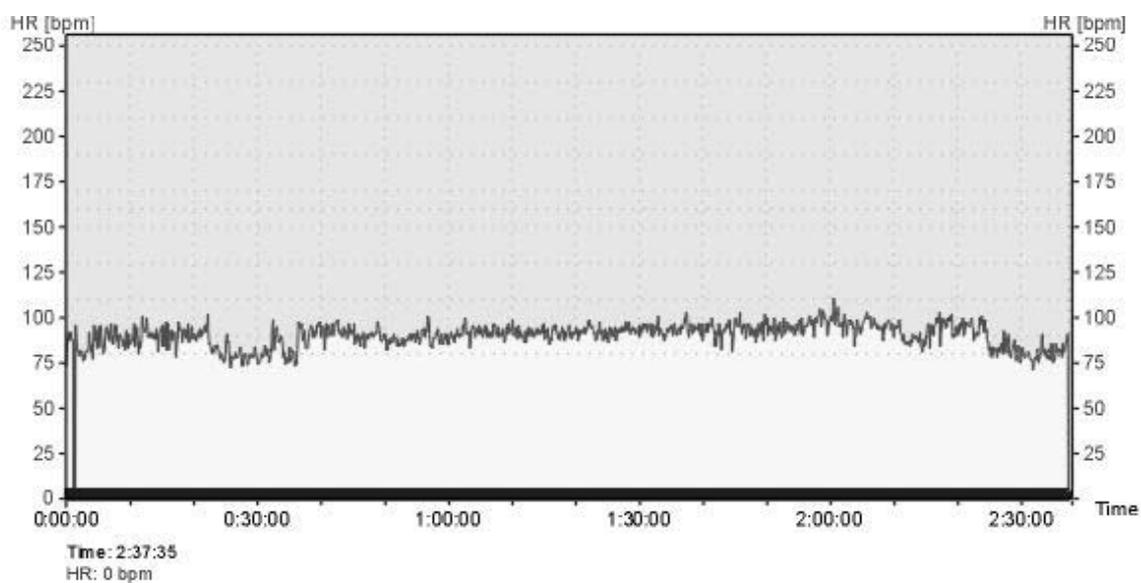
Person	Sujeito 4/Cir. Menos exp./homem	Date	30/08/2002	Heart rate	69 / 85	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé durante realização de cirurgia	Time	08:33:04	Max. HR	189	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Médio Porte	Duration	1:43:12.8	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	toracotomia exploradora/segmentectomia			Selection	0:00:00 - 1:43:10 (1:43:10.0)		



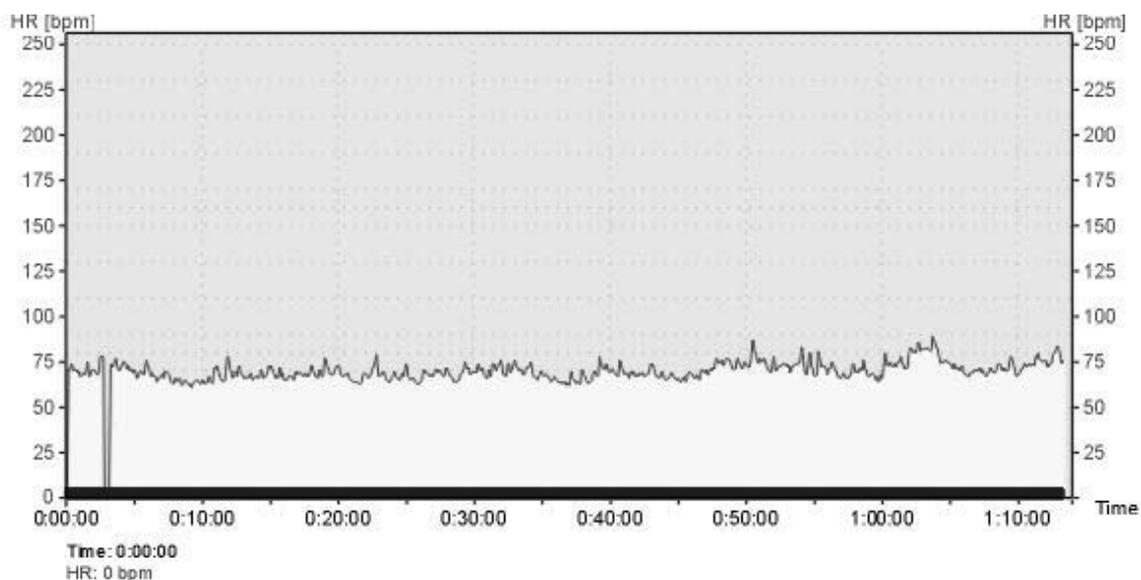
Person	Sujeito 4/Cir. Menos exp./homem	Date	21/10/2002	Heart rate	68 / 234	Limits 1	80 - 160
Exercise	Em pé/realizando cirurgia	Time	10:27:48	Max. HR	189	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Grande Porte	Duration	3:47:04.0	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Lobectomia inferior direita com esvaz. inf.			Selection	0:00:00 - 3:47:00 (3:47:00.0)		



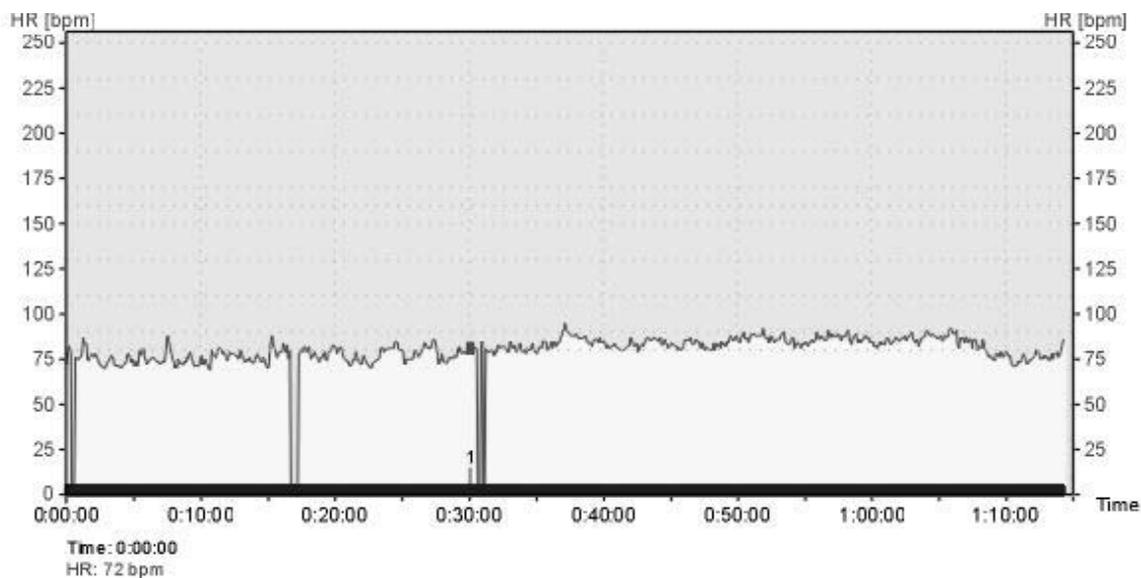
Person	Sujeito 5/Cir. Experiente/homem	Date	02/07/2002	Heart rate	93 / 235	Limits 1	80 - 160
Exercise	de pé durante a cirurgia	Time	11:10:23	Max. HR	180	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Médio Porte	Duration	3:07:30.7	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Segmentectomia			Selection	0:00:00 - 3:07:30 (3:07:30.0)		



Person	Sujeito 5/Cir. Experiente/homem	Date	27/08/2002	Heart rate	90 / 111	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé durante proced. cirúrgico	Time	13:40:30	Max. HR	173	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Peq. Porte	Duration	2:37:39.8	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Mediastionscopia cervical + mediastinotomia para-esternal			Selection	0:00:00 - 2:37:35 (2:37:35.0)		



Person	Sujeito 6/Cir. Experiente/homem	Date	01/08/2002	Heart rate	70 / 89	Limits 1	80 - 160
Exercise	De pé	Time	12:08:49	Max. HR	167	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Médio Porte	Duration	1:13:24.8	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	simpatectomia + vídeo			Selection	0:00:00 - 1:13:20 (1:13:20.0)		



Person	Sujeito 6/Cir. Experiente/homem	Date	08/08/2002	Heart rate	80 / 95	Limits 1	80 - 160
Exercise	em pé durante cirurgia	Time	09:48:43	Max. HR	167	Limits 2	80 - 160
Sport	Cir. Peq. porte	Duration	1:14:21.8	Distance		Limits 3	80 - 160
Note	Biópsia de pulmão a céu aberto			Selection	0:00:00 - 1:14:20 (1:14:20.0)		