

**TALES PRADO FURLANETTI SANTOS SILVA**

**ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE  
ESTUDOS EM PROJETO E ENGENHARIA DO TRABALHO NA  
ESCOLA POLITÉCNICA DA USP**

Trabalho de Formatura  
apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade  
de São Paulo para obtenção  
do Diploma de Engenheiro  
de Produção

São Paulo  
2013



**TALES PRADO FURLANETTI SANTOS SILVA**

**ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE  
ESTUDOS EM PROJETO E ENGENHARIA DO TRABALHO NA  
ESCOLA POLITÉCNICA DA USP**

Trabalho de Formatura  
apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade  
de São Paulo para obtenção  
do Diploma de Engenheiro  
de Produção

Orientador: Laerte Idal  
Sznelwar

São Paulo  
2013



## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Silva, Tales Prado Furlanetti Santos**  
**Análise da estruturação de um laboratório de estudos em**  
**projeto e engenharia do trabalho na Escola Politécnica da USP /**  
**T.P.F.S. Silva. -- São Paulo, 2013.**  
**125 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade**  
**de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1.Ergonomia no trabalho 2.Laboratórios didáticos 3.Esino**  
**superior I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.**  
**Departamento de Engenharia de Produção II.t.**



## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha avó Luzia,  
que faleceu neste ano deixando muitas saudades.*



## AGRADECIMENTOS

A Agnelo e Vera, por me proporcionarem a melhor estrutura que um filho pode ter para a realização de seus projetos de vida e pelo apoio incondicional.

A minhas irmãs e cunhados, pelo incentivo desde pequeno.

Ao professor Laerte, pelo empenho e paciência na orientação e por transmitir mais do que conhecimento senão sabedoria.

Aos pesquisadores Claudio, Felipe e Ivan e aos professores José Carlos da Engenharia Mecânica e Eduardo, Fausto, Laerte, Mario, Selma e Uiara da Engenharia de Produção, pela atenção e tempo despendidos auxiliando-me na elaboração do presente trabalho.

A Gerson da Itaú Asset Management, pela oportunidade de trabalhar em sua equipe e pelos conselhos e puxões de orelha.

Aos amigos de minha infância em Arealva e aos que fiz no Colégio Objetivo de Bauru, pela torcida e por sempre estarem presentes em minha trajetória.

Aos colegas do primeiro ano da faculdade e aos produteiros que conheci posteriormente, pelo companheirismo.

A Danillo e Vera, pela revisão textual.



## EPÍGRAFE

*“Eu não sei o que quero ser, mas sei muito bem  
o que não quero me tornar”*

*Friedrich Nietzsche*



## RESUMO

Atualmente, trabalhos especializados, necessitando de novas tarefas, combinados aos desenvolvimentos relacionados à Era da Informação vão ao encontro da Engenharia de Produção. A qualidade de vida profissional, a ergonomia e a segurança e saúde no trabalho chamam a atenção tanto de trabalhadores como da gestão. Ao examinar, projetar, testar e avaliar os locais de trabalho e como as pessoas interagem neles, os especialistas em fatores humanos podem criar ambientes produtivos, seguros e satisfatórios.

Este trabalho final tem como objetivo analisar a estruturação de um novo laboratório no Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. A partir da revisão de uma literatura ampla devido à multidisciplinaridade exigida por seu tema, da comparação com outros laboratórios didáticos e de entrevistas com membros do corpo docente e pesquisadores cujos trabalhos estão envolvidos no projeto, melhorias em diversos aspectos são propostas ao laboratório, não somente em termos de aquisição de equipamentos mas também quanto a pessoal, manutenção e práticas de gestão do conhecimento. Como resultado, podem-se citar uma Oficina de Ergonomia, sugestões de arranjo físico e estrutura de custos e um plano para implementação em duas etapas de horizontes temporais distintos.

Palavras-chave: Ergonomia no trabalho, Laboratórios didáticos, Ensino Superior.



## ABSTRACT

Today, specialized work requiring new tasks combined with developments related to the so-called Information Age constitute a need for Industrial Engineering. The quality of work life, ergonomics and occupational safety and health hold the attention of both workers and management. By examining, designing, testing and evaluating the workplace and how people interact in it, human factors specialists can create productive, safe and satisfying work environments.

This graduation paper aims to analyze the structuring of a new laboratory at the Production Engineering Department of the Polytechnic School of the University of São Paulo. From a broad literature review given the multidisciplinary approach required by its subject, the comparison with other educational laboratories and interviews with faculty members and researchers whose works are involved in the project, improvements on several aspects are proposed to the laboratory, not only regarding the acquisition of equipment but also in the matter of personnel, maintenance and knowledge management practices. As a result, an Ergonomics Workshop, layout and cost structure suggestions and a plan of implementation in two steps with different time horizons can be mentioned.

**Keywords:** Ergonomics in the workplace, Educational laboratories, Higher Education.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Abordagem top-down.....	21
Figura 2: Abordagem bottom-up.....	22
Figura 3: Esquema Geral de Execução do Trabalho .....	22
Figura 4: Noções no Encadeamento (ponto de vista das Falhas) .....	39
Figura 5: Noções no Encadeamento (ponto de vista dos Recursos) .....	40
Figura 6: Linhas de raciocínio para o encaminhamento sob ponto de vista das falhas .....	40
Figura 7: Linhas de raciocínio para o encaminhamento sob ponto de vista dos recursos .....	41
Figura 8: Dimensões do Modelo do Homem .....	50
Figura 9: Ações potenciais do LEPET .....	56
Figura 10: Escopo do laboratório .....	56
Figura 11: Trenas (acima) e pesos de 1 quilograma (abaixo).....	59
Figura 12 - Sala de Projetos do Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UCS .....	66
Figura 13: Conteúdo do LEAS disponível para download.....	69
Figura 14: Frequencímetros Polar RS400 e RS800CX .....	71
Figura 15: Luxímetro Icel .....	72
Figura 16: Anemômetro Testo 405 V1 .....	72
Figura 17: Higrômetro Testo 605 H1.....	73
Figura 18: Decibelímetro Lutron SL-4001 .....	74
Figura 19: Dosímetro de ruído Simpson 897 .....	75
Figura 20: Kit de medição integrada de distância e inclinação.....	76
Figura 21: Multimedidor (Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro).....	77
Figura 22: Protocolo de descrição no Actogram Kronos .....	80
Figura 23: Visualização da atividade no Kronos .....	80
Figura 24: Gráfico no Morae .....	82
Figura 25: Representação 3D do layout proposto.....	90
Figura 26: Vista superior da proposta de layout.....	90
Figura 27: Tablet Samsung Galaxy Tab 2 .....	92
Figura 28: Página do NCBI .....	93
Figura 29: Medidor de partículas finas (Dekati).....	94
Figura 30: Detector de gases transportável.....	95
Figura 31: Câmera digital e filmadora (Sony).....	96
Figura 32: Plataforma 3D do VectorWorks .....	97
Figura 33: Mock-up de cabine de avião .....	98
Figura 34: Ferramenta de dimensionamento de figuras humanas Jack .....	99



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Disciplinas do departamento que poderiam ser atendidas pelo LEPET .....	55
Tabela 2: Insituições da Comparação .....	65
Tabela 3: Funções do termo-higrômetro Instrutherm.....	73
Tabela 4: Especificações do termo-higrômetro Instrutherm .....	74
Tabela 5: Especificações da trena antropométrica.....	75
Tabela 6: Especificações do Antropômetro Portátil.....	76
Tabela 7: Características da função rastreamento.....	78
Tabela 8: Características da função gravação .....	79
Tabela 9: Quadro resumo do plano de aquisições via Pró-Lab.....	87
Tabela 10: Investimentos necessários à primeira etapa .....	100
Tabela 11: Investimentos necessários à segunda etapa .....	103



## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

AET	<i>Análise Ergonômica do Trabalho</i>
BABOK	<i>Business Analysis Body of Knowledge</i>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
DD	<i>Duplo Diploma</i>
FMUSP	<i>Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo</i>
IEA	<i>Instituto de Estudos Avançados</i>
IrDA	<i>Infrared Data Association</i>
LEPET	<i>Laboratório de Estudos em Projeto e Engenharia do Trabalho</i>
LIM	<i>Laboratório de Investigação Médica</i>
OIC	<i>Observatório da Inovação e Competitividade</i>
P&D	<i>Pesquisa &amp; Desenvolvimento</i>
PNLD	<i>Plano Nacional do Livro Didático</i>
Poli	<i>Escola Politécnica</i>
PRO	<i>Departamento de Engenharia de Produção</i>
RDIDP	<i>Regime de Dedicação Integral à Docência e à Pesquisa</i>
REDECOOP	<i>Redes de Cooperação e Gestão do Conhecimento</i>
RULA	<i>Rapid Upper Limb Assessment</i>
USP	<i>Universidade de São Paulo</i>
TTO	<i>Trabalho, Tecnologia e Organização</i>
VOC	<i>Voice of Customer</i>
VR	<i>Virtual Reality</i>



## Sumário

1.	INTRODUÇÃO .....	15
1.1.	A Engenharia de Produção da Poli e o PRO .....	15
1.2.	Objetivos do Trabalho Final e do LEPET .....	16
1.3.	Importância da Ergonomia e da AET .....	16
1.4.	Relação de Serviço.....	17
1.5.	Integração com os Laboratórios do PRO .....	17
1.6.	Interface com Outras Áreas do Conhecimento.....	18
1.7.	Organização do Texto .....	19
2.	METODOLOGIA.....	21
2.1.	Referencial Teórico.....	21
2.2.	Contexto do Laboratório.....	21
3.	REFERENCIAL TEÓRICO .....	25
3.1.	Definições e Áreas de Especialização da Ergonomia.....	25
3.2.	Breve Histórico da Ergonomia .....	25
3.3.	A Atividade de Trabalho .....	26
3.4.	Pontos de Vista sobre a Intervenção Ergonômica .....	28
3.5.	Pluridisciplinaridade .....	30
3.6.	Ergonomia e Psicodinâmica do Trabalho.....	30
3.7.	Agir Organizacional e Bem-Estar .....	32
3.8.	A Dimensão do Care .....	33
3.9.	Saúde do Trabalhador.....	34
3.10.	Ótica Antropotecnológica sobre Serviços de Atendimento a Clientes .....	37
3.11.	Fator Humano nas Organizações .....	39
3.12.	Confiabilidade e Automatização .....	41
3.13.	Complexidade e Pensamento Complexo .....	43
3.14.	Sistemas Sociotécnicos.....	45
3.15.	A Racionalidade Burocrática e a Divisão do Trabalho .....	46
3.16.	Inteligência e Ser Humano .....	48
3.17.	Inovação em Ciência e Tecnologia .....	50



3.18.	Relação entre Subjetividade e Trabalho .....	51
4.	IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES .....	55
4.1.	Análise dos Fluxos Relevantes .....	55
4.2.	Levantamento de Informações.....	57
4.2.1.	Consulta ao Doutorando em Engenharia de Produção Claudio Brunoro .....	57
4.2.2.	Consulta ao Doutorando em Engenharia de Produção Felipe Mujica .....	57
4.2.3.	Consulta ao Doutorando em Engenharia de Produção Ivan Bolis .....	58
4.2.4.	Consulta à Professora Dra. Uíara Bandineli Montedo .....	58
4.2.5.	Consulta à Professora Dra. Selma Lancman.....	59
4.2.6.	Consulta ao Professor Dr. Eduardo de Senzi Zancul .....	60
4.2.7.	Consulta ao Professor Dr. Mario Sergio Salerno.....	61
4.2.8.	Consulta ao Professor Dr. Laerte Idal Sznelwar.....	61
4.2.9.	Consulta ao Professor Dr. Fausto Leopoldo Mascia .....	63
5.	COMPARAÇÃO COM OUTROS LABORATÓRIOS .....	65
5.1.	Definições Iniciais .....	65
5.2.	Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UCS.....	66
5.3.	LEEST da UDESC.....	66
5.4.	LEU da UFPR .....	67
5.5.	Laboratório de Ergonomia da UFMG .....	67
5.6.	Labergon da Uepa.....	67
5.7.	LEAS da Università degli Studi di Napoli Federico II.....	68
6.	RECURSOS EXISTENTES E PLANEJADOS .....	71
6.1.	Recursos Existentes .....	71
6.1.1.	Frequencímetros e Cronômetros .....	71
6.1.2.	Luxímetro e Fotômetro.....	72
6.1.3.	Anemômetro e Higrômetros .....	72
6.1.4.	Decibelímetros e dosímetro.....	74
6.1.5.	Paquímetros, Micrômetros, Antropômetros e Trenas .....	75
6.1.6.	Medidores .....	76
6.1.7.	Óculos de rastreamento ocular.....	77
6.1.7.1.	Rastreamento ocular.....	77



6.1.7.2. Descrição do material .....	78
6.1.8. Softwares .....	79
6.1.8.1. Kronos e Actopalm .....	79
6.1.8.2. Morae .....	81
6.1.8.3. Ramsis Standalone .....	82
6.1.9. Outras Ferramentas .....	82
6.2. Recursos Planejados .....	82
6.2.1. Licenças CATIA V5 .....	83
6.2.2. Licenças DELMIA V5 .....	84
6.2.2.1. DELMIA D5 – Simulação de Eventos Discretos .....	84
6.2.2.2. DELMIA E5 - Planejamento e análise completa dos processos .....	85
6.2.3. Ramsis Aircraft in CATIA V5 .....	86
6.2.4. Capacitação via Companion .....	86
6.2.5. Instalação dos Softwares .....	87
6.2.6. Resumo do Plano de Compras .....	87
7. PROPOSTAS DE MELHORIAS .....	89
7.1. Primeira Etapa de Implementação .....	89
7.1.1. Espaço físico didático e de armazenagem .....	89
7.1.2. Equipamentos .....	91
7.1.2.1. Computadores, Tablets e Softwares .....	91
7.1.2.2. Assinaturas de bancos de dados e periódicos nacionais e internacionais .....	93
7.1.2.3. Equipamentos para análise ambiental e antropométrica .....	94
7.1.2.4. Equipamentos para captação e tratamento de imagens .....	95
7.1.2.5. Soluções para simulação e projeto em realidade virtual .....	96
7.1.2.6. Prototipagens: Rápida, de Mock-Ups e de Postos de Trabalho .....	97
7.1.3. Pessoal e Gestão de Editais e Projetos .....	99
7.1.4. Investimentos necessários à primeira etapa .....	100
7.2. Segundo Estágio de Solução .....	101
7.2.1. Manutenção dos Equipamentos .....	101
7.2.2. Treinamentos .....	101
7.2.3. Gestão do Conhecimento e Eventos .....	101
7.2.4. Parcerias .....	102



7.2.5. Investimentos necessários à segunda etapa .....	103
8. CONCLUSÕES E PRÓXIMOS PASSOS .....	105
9. REFERÊNCIAS .....	107
10. APÊNDICES .....	113
10.1. APÊNDICE A – Grupos de Pesquisa do PRO .....	113
10.2. APÊNDICE B – Questionário Guia .....	114
10.3. APÊNDICE C – Lista de Equipamentos do LEEST da UDESC .....	115
10.4. APÊNDICE D – Mapa do site do LEU da UFPR.....	116
10.5. APÊNDICE E – BOM do Laboratório de Ergonomia da UFMG .....	117
10.6. APÊNDICE F – Inventário de Equipamentos e Softwares .....	118
10.7. APÊNDICE G – Valor de Mercado dos Equipamentos .....	119
11. ANEXOS.....	121
11.1. ANEXO A – Especificações Técnicas do Medidor de Stress Térmico .....	121
11.2. ANEXO B – Especificações Técnicas do Multimedidor.....	122
11.3. ANEXO C – Guia para Aplicação do Método RULA de Análise Postural..	123
11.4. ANEXO D – Ficha de dados – Processo de Moore e Garg.....	124



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. A Engenharia de Produção da Poli e o PRO

O curso de Engenharia de Produção da Poli foi criado em 1960 e já conta com mais de 5000 formandos, tendo reconhecimento como um dos melhores cursos de engenharia do Brasil e da América Latina.

Algumas premiações têm-lhe sido atribuídas nos últimos anos, a saber: recebeu avaliação máxima na edição do Guia do Estudante de 2009. Em 2005, a habilitação de Engenharia de Produção da Poli já havia sido avaliada como tendo o melhor corpo docente de todas as engenharias do Brasil, com professores dedicados, em sua maioria, integralmente à atividade docente e à pesquisa. Em 2011, a USP recebeu 1º lugar entre as instituições públicas na categoria Engenharia e Produção por meio do Prêmio Melhores Universidades daquele ano (iniciativa do Grupo Abril).

A habilitação Engenharia de Produção, dentre todas as oferecidas pela Poli/ USP, é uma das opções mais disputadas pelos alunos, e diferentemente de outros cursos da Escola Politécnica, a escolha por esta carreira deve ser feita no ato da inscrição para o vestibular.

O Departamento de Engenharia de Produção, o PRO, foi criado com base nos temas relativos à Gestão Econômica da Produção, mas, ao longo do tempo, desenvolveu-se agregando outras áreas temáticas, tais como Gestão de Operações e Logística, Projeto e Análise Organizacional, Gestão da Tecnologia, Planejamento e Projeto de Sistemas de Informações, Qualidade e Engenharia do Produto, além da própria sofisticação da área original de Economia da Produção. Em muitos desses temas, o Departamento foi pioneiro no Brasil<sup>1</sup>.

No Apêndice A, mostram-se os grupos de pesquisa do departamento e a abrangência de seus temas, porém é importante ressaltar que o PRO tem ainda dois outros grupos de pesquisa: REDECOOP – Redes de Cooperação e Gestão do Conhecimento, cujo objetivo é encontrar alternativas para elevar o desempenho das empresas e seu poder de competitividade através dos arranjos interorganizacionais e das redes de cooperação produtiva, além de identificar as oportunidades e as barreiras relativas à geração, difusão e gestão do

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/institucional/o-departamento/>. Acessado em jun. 2013.

conhecimento através das redes de cooperação interorganizacionais com o advento do paradigma de produção enxuta/ ágil/ flexível; Design, que investiga desde a concepção inicial de um novo produto até a sua descontinuidade ao final do seu ciclo de vida.

### **1.2. Objetivos do Trabalho Final e do LEPET**

O objetivo do presente trabalho é analisar os primeiros passos da estruturação de um laboratório cuja finalidade principal seja municiar um determinado grupo de partes interessadas que lidam com a questão de soluções de engenharia para o aprimoramento do trabalho, nos mais diferentes segmentos da economia (em corporações, no próprio meio acadêmico etc). Esses *stakeholders* seriam basicamente: pesquisadores, professores, alunos e profissionais da Engenharia de Produção.

O desafio que se encontra na construção do laboratório é, consequentemente, abstrato: potencializar condições para analisar a realidade da produção e, sobretudo, para buscar soluções que visem ao desenvolvimento das tarefas nas organizações.

Por conseguinte, de acordo com seu plano, o laboratório deve consistir em um ambiente que possibilite o desenvolvimento de soluções para propiciar aos trabalhadores condições para produzir em conformidade com pressupostos que garantam que o resultado da sua atividade de trabalho favoreça a qualidade e a produtividade, assim como o desenvolvimento profissional, a realização de si e a construção da sua saúde.

Também há objetivos secundários contidos em seu planejamento, como desenvolver uma rede de pesquisadores e instituições, a qual propiciaria o intercâmbio de pesquisas e de soluções encontradas em âmbito nacional e internacional. Para tanto, a ideia inicial é que o laboratório tenha um espaço virtual que sirva como *hub* e que, ao mesmo tempo, lhe dê uma identidade própria.

### **1.3. Importância da Ergonomia e da AET**

O estudo científico da relação entre o homem e seus ambientes de trabalho possibilita o conforto ao indivíduo e proporciona a prevenção de acidentes e do aparecimento de patologias específicas para determinado tipo de trabalho. A ergonomia estuda as medidas de conforto, a fim de produzir um melhor rendimento no trabalho, prevenir acidentes e oferecer mais satisfação ao trabalhador.

A AET é a ferramenta utilizada para avaliar as condições de trabalho com todas as variáveis que ele engloba e o trabalhador. Além disso, permite aumentar sua produtividade e, consequentemente, o lucro da empresa.

#### **1.4. Relação de Serviço**

Podem-se entender as atividades do laboratório como uma relação de serviço por haver o contato com determinados clientes-usuários. O trabalho que aí se desenvolve não se resume a simples encontros, mas há demandas a serem resolvidas e o resultado disso é uma coprodução: tendo, predominantemente, um caráter coletivo e interações entre diversos atores, sejam eles alunos, professores, pesquisadores ou outros profissionais da Engenharia.

A atividade social tem caráter mediador e se dá pela interação de diferentes sujeitos em um contexto específico, visando a responder a distintas necessidades. A "tarefa de atendimento" é, frequentemente, uma "etapa terminal", resultante de um processo de múltiplas facetas que se desenrola em um contexto institucional. O caráter social do atendimento ao público também se manifesta, sobretudo, por meio de comunicação entre os sujeitos participantes, dando visibilidade às suas necessidades, experiências e expectativas. É importante notar que a instituição, i.e., o palco onde se desenrola um atendimento como atividade social, não é neutra; ao contrário, os objetivos, os processos organizacionais e a estrutura existentes são elementos essenciais conformadores da situação de atendimento, podendo ter a função de contexto institucional facilitador e/ou dificultador da interação entre os sujeitos, da qualidade do serviço, e imprimem uma dinâmica singular no cenário onde se efetua o atendimento. (FERREIRA, M. S., 2000).

#### **1.5. Integração com os Laboratórios do PRO**

A parceria com demais laboratórios é uma concepção que busca aproveitar a infraestrutura existente no prédio da Engenharia de Produção, assim como o próprio intercâmbio de ideias e projetos.

Além disso, o projeto Inovalab@Poli passou por um levantamento de requisitos para realização das atividades em três Trabalhos de Formatura similares ao presente. No entanto, há de se levar em consideração as diferenças intrínsecas entre as disciplinas da Engenharia do Trabalho e do Desenvolvimento de Produtos como, por exemplo, a mobilidade que possuem alguns dos dispositivos utilizados na primeira, enquanto que as atividades de prototipagem em geral se realizam em um espaço físico determinado.

Com o laboratório de informática do PRO também se podem gerar sinergias, dado que a usabilidade de sistemas bem como a utilização de tecnologias informatizadas também fazem parte de seu escopo. Uma outra ideia a ser explorada é que, da mesma maneira que há *links* no

site do PRO para os Laboratórios de Gestão de Projetos e de Gestão da Inovação, é possível que também se faça referência ao LEPET na Internet.

### **1.6. Interface com Outras Áreas do Conhecimento**

É necessário somar à Ergonomia da Atividade elementos de outras áreas do conhecimento humano para que o resultado das atividades do laboratório seja equilibrado nos âmbitos social, técnico-econômico e ecológico (*Triple Bottom Line* de John Elkington). A Sustentabilidade deve fazer parte das iniciativas da Produção para que os projetos mitiguem os problemas atuais e também aumentem a sustentabilidade no futuro.

O entendimento da Psicodinâmica do Trabalho é essencial para que se veja a organização do trabalho como uma relação que se constrói socialmente. Por isso, não basta apenas o conhecimento da dimensão tecnológica por parte do engenheiro, deve compreender também as relações sociais.

A Rede Europeia de Psicólogos do Trabalho e das Organizações decompõe os níveis de análise em três: a relação entre o homem e a tarefa (estudo das tarefas e do ambiente do trabalho, por exemplo), a relação entre indivíduo e organização (abordando, por exemplo, a seleção de pessoal e o desenvolvimento da carreira) e as relações interpessoais (tomadas de decisão, relações hierárquicas mas também a própria comunicação e mudanças organizacionais).

No curso de Engenharia de Produção da Poli, é esperado que o formando compreenda as implicações sociais dos projetos de engenharia e dos sistemas de produção, tanto do ponto de vista micro (organizacional) quanto do ponto de vista macro (societal) e que também seja capaz de estabelecer diálogos com profissionais com formação em outras áreas de conhecimento, mesmo que de conteúdo humanístico, que participam de organizações e projetos.

Ainda, o Design e a Inovação são potencialmente parceiros das atividades do laboratório, pois o primeiro pode auxiliar nas soluções que visem à funcionalidade, segurança e conforto dos sistemas nele projetados, enquanto que a segunda é um conceito econômico-social que gera negócio, isto é, aperfeiçoamentos ou novidades no ambiente produtivo, resultando novos produtos, processos ou serviços, podendo ser auxiliada pela P&D, embora não dependendo necessariamente dela.

### **1.7. Organização do Texto**

O texto, inicialmente, está estruturado em oito capítulos, que sofreram modificações durante os dois semestres da disciplina de Trabalho Final I e II, conforme estipulado nas reuniões de orientação.

No capítulo 1, são apresentados os objetivos do trabalho numa breve introdução. São feitas observações a respeito do tema e escopo do trabalho, assim como parcerias que podem ser potencialmente benéficas.

A Metodologia utilizada é apresentada no capítulo 2 deste texto, sendo dividida em duas abordagens: a do referencial teórico e a do contexto do laboratório.

Em seguida, o capítulo 3 mostra as bases da pesquisa bibliográfica realizada para o entendimento dos conceitos subjacentes ao universo do laboratório.

No capítulo 4, parte-se para o contato com os principais interessados e se documentam as entrevistas realizadas para entendimento de suas necessidades como clientes do laboratório.

O capítulo 5 complementa o anterior, trazendo uma comparação com outros laboratórios, a fim de que se identifiquem tanto recursos como necessidades similares em laboratórios de outras instituições.

O capítulo 6 faz um levantamento acerca dos recursos com que o laboratório já conta e também aqueles que ficarão à disposição no futuro.

O capítulo 7 consiste nas propostas para problemas encontrados durante a fase de análise da estruturação do laboratório e depende dos resultados obtidos nos 3 que o precedem. O objetivo é que se elabore um plano que seja factível e que assim possa de fato agregar valor ao departamento, portanto um estudo de viabilidade econômica das ações propostas será fundamental para esta finalidade.

O texto se encerra com o capítulo 8 de balanço dos resultados obtidos, assim como a proposição de ideias para o futuro e reflexões que ocorrerem durante a feitura do trabalho sobre temas variados.

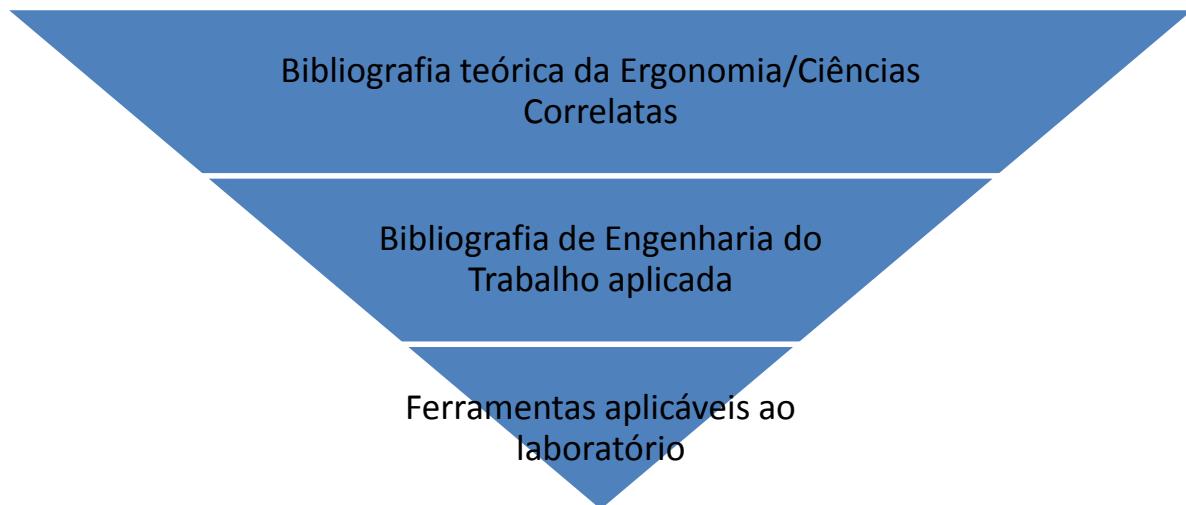


## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Referencial Teórico

O referencial teórico é composto pela leitura de algumas obras fundamentais da Engenharia, em princípio, com foco no entendimento científico geral do trabalho; posteriormente, com ênfase em estudos de caso aplicados.

Trata-se de uma abordagem *top-down*, na qual o intuito é compreender, primeiramente, os pressupostos adotados pelos pesquisadores na literatura para, na sequência, avaliar quais ferramentas terão aplicação nos experimentos laboratoriais, conforme mostra a figura abaixo.



**Figura 1: Abordagem top-down**

Fonte: Elaborada pelo autor

No referencial teórico, além das matérias supracitadas, há do mesmo modo uma gama de tópicos que as circunscrevem, como o agir organizacional, a dimensão do care, a confiabilidade e a automatização de sistemas e o fator humano nas organizações.

Entretanto, considerou-se válida a inclusão de outros temas importantes da Engenharia, também abordando a divisão do trabalho, inovação e sistemas sociotécnicos, os quais fazem parte do currículo do curso de Engenharia de Produção da POLI.

### 2.2. Contexto do Laboratório

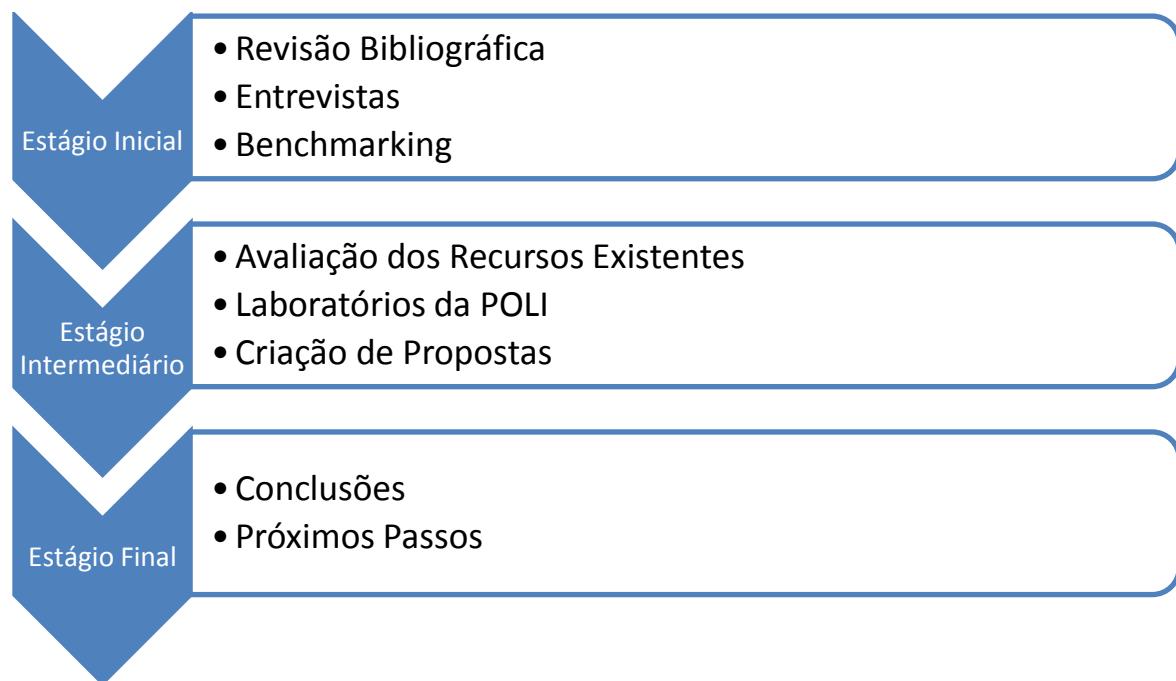
É levantado tanto pelas necessidades dos clientes como pela comparação com outros laboratórios. Essas atividades foram realizadas em paralelo com o objetivo de definir os recursos de que o laboratório deveria dispor, como mostrado na figura abaixo.



**Figura 2: Abordagem bottom-up**

Fonte: Elaborada pelo autor

O esquema geral do trabalho priorizou a obtenção de soluções a partir da pesquisa bibliográfica e dos levantamentos que forneceram subsídios para a adequada determinação das necessidades do laboratório. Podem-se ver as fases do projeto na figura abaixo.



**Figura 3: Esquema Geral de Execução do Trabalho**

Fonte: Elaborada pelo autor

O presente trabalho valeu-se do método de entrevistas, coletando dados que não seriam possíveis somente através da pesquisa bibliográfica e da observação. Buscou-se,

inclusive, coletar dados subjetivos, como os valores, às atitudes e às opiniões dos entrevistados.

A preparação da entrevista foi uma das etapas mais importantes da pesquisa por ter requerido tempo e alguns cuidados específicos, a saber: o de planejamento da entrevista, tendo em vista o objetivo do trabalho; a escolha dos entrevistados, pessoas com grande familiaridade com o tema pesquisado; a oportunidade da entrevista, ou seja, a disponibilidade do entrevistado em fornecer a entrevista que marcada com antecedência para que o pesquisador se assegure de que fosse recebido.

Por sua vez, as propostas criadas foram estruturadas em estágios de implantação para se adequarem melhor à situação atual do laboratório e permitir passos futuros, como será descrito no Capítulo 7.



### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Definições e Áreas de Especialização da Ergonomia

Segundo Iida (1990), a Ergonomia pode ser definida como a adaptação do trabalho ao homem, tendo a palavra trabalho uma acepção ampla, isto é, envolve não apenas o ambiente físico mas também os aspectos organizacionais de programação e controle.

Uma definição concisa para a Ergonomia é “O estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento” (Ergonomics Research Society apud IIDA, 1990).

Falzon (2007) identifica três áreas de especialização no âmbito da disciplina, as quais consistem em “competências mais aprofundadas em atributos humanos específicos ou em características da interação humana”. São elas:

- a ergonomia física, que “trata das características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas do homem em sua relação com a atividade física.” (FALZON, P. 2007).
- a cognitiva, que “trata dos processos mentais, tais como a percepção, a memória, o raciocínio e as respostas motoras, com relação às interações entre as pessoas e outros componentes de um sistema.” (FALZON, P. 2007).
- e a organizacional, que “trata da otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo sua estrutura organizacional, regras e processos” (FALZON, P. 2007)

#### 3.2. Breve Histórico da Ergonomia

Como defende Iida (1990), Ergonomia se iniciou no período Pré-Histórico, pois, nessa fase, o homem já escolhia a pedra cujo formato melhor se adaptasse à forma e movimentos de sua mão, para usá-la como arma. Tal problema tomou vulto principalmente no século XVIII, com as fábricas que surgiram e que, à época, não tinham a estrutura das atuais, pois eram “sujas, barulhentas, perigosas e escuras”.

Por volta de 1900, “começaram a surgir pesquisas na área de fisiologia do trabalho, na tentativa de transferir para o terreno prático os conhecimentos de fisiologia gerados em laboratórios”. (IIDA, P. 1990).

Os conflitos mundiais do século XX tiveram importância no desenvolvimento dos estudos do trabalho:

**Na Inglaterra, durante a I Guerra Mundial (1914-1917), fisiologistas e psicólogos foram chamados para [...] aumentar a produção de armamentos, com a criação da Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições, em 1915. Com o fim da guerra, a mesma foi transformada no Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial, que realizou diversas pesquisas sobre o problema da fadiga na indústria.**

**Com a eclosão da II Guerra Mundial (1939-1945), foram utilizados conhecimentos científicos e tecnológicos disponíveis para construir instrumentos bélicos relativamente complexos como submarinos, tanques, radares, sistemas contra incêndio e aviões. Estes exigiam muitas habilidades do operador, em condições ambientais bastante desfavoráveis e tensas, no campo de batalha. Os erros e acidentes, muitos com consequências fatais, eram frequentes. Tudo isso fez redobrar o esforço de pesquisa para adaptar esses instrumentos bélicos às características e capacidades do operador, melhorando o desempenho e reduzindo a fadiga e os acidentes. (IIDA, I., 2003).**

Nos anos pós-guerra, de acordo com Iida (2003), “muitos dos conhecimentos foram desenvolvidos para o aperfeiçoamento de aeronaves, submarinos e para a pesquisa espacial” e, hoje, a ergonomia se difundiu por quase todos os países do mundo.

### **3.3. A Atividade de Trabalho**

O campo da ergonomia tem-se transformado significativamente com o desenvolvimento de conhecimentos oriundos da psicologia cognitiva, assim como a sua aplicação nos mais variados projetos. Na tentativa de buscar uma síntese entre estes diversos aspectos humanos com relação ao trabalhar, a ergonomia busca estudar o ser humano em situação de trabalho, utilizando metodologias e teorias voltadas para a compreensão da ação, do fazer.

Pouco se conhece sobre o “trabalhar” e quase nada se fala sobre o que é necessário para que as tarefas sejam cumpridas a contento e a produção seja feita com a qualidade e a produtividade definidas pelas instituições. Também poucas são as disciplinas que se preocupam com o seu conteúdo e as suas consequências para a saúde e para a vida da população trabalhadora e para a produção ao estudarem as questões do trabalho. Dentre elas, destacamos a ergonomia e a psicodinâmica do trabalho.

A atividade do trabalhador dá sentido aos diversos componentes da situação de trabalho e assegura a sua unidade (inter-relações e contradições). Tal atividade de trabalho é um dos meios de construção da saúde do homem, e a situação de trabalho é o local onde ela ocorre fundamentalmente. Neste ponto de vista, a análise da atividade concreta coloca em

evidência, na situação de trabalho, os obstáculos às possibilidades de realização de seu equilíbrio pelo homem.

Para Dourafourgg (1985), a questão geral e abstrata do trabalho com monitor de vídeo é substituída pela questão da atividade concreta dos trabalhadores utilizando uma tela de visualização. Desta maneira, o que se faz é colocar em foco variáveis diferentes de acordo com as situações como, por exemplo: a distribuição de tarefas, a concepção do programa informatizado, as relações com a clientela. Mas também a saúde é tida como um processo orientado para o futuro, e não como um estado resultante do passado, o que dá um significado inteiramente diverso à atividade e a seus diferentes componentes (físico, mental, psíquico, social).

A análise da atividade concreta faz surgir, dos diferentes fatores de uma dada situação, relações hierárquicas específicas. Ela coloca em evidência as contradições e orienta, consequentemente, a ação, não a partir de um problema definido *a priori*, mas a partir dos mecanismos concretos do funcionamento do homem confrontado com uma tarefa particular.

Sznelwar (2007) vai ao encontro desta ideia e defende a hipótese de que “[...] não existe uma solução ideal, totalmente prescrita para resolver e gerir. [...] O operador ou o coletivo de operadores precisam encontrar compromissos e levar em conta dimensões contraditórias da situação.”

Na maioria dos casos, os obstáculos não são, inicialmente, os chamados fatores de risco, mas sim a organização do trabalho, os limites na formação da população de trabalhadores, a recusa de recorrer às iniciativas e responsabilidades destes, a falta de informação e a economia de meios.

Para enunciar princípios de ação eficazes em vista de melhorar as condições de trabalho e assegurar a saúde dos trabalhadores, deve-se, portanto, estar em condições de compreender intimamente a atividade de trabalho. Não se trata de negligenciar nem de ignorar os fatores de risco e sim de relacioná-los ao conjunto de componentes da situação de trabalho e da vida do trabalhador. Ainda, o conhecimento da população de trabalhadores e da atividade que esta desenvolve é uma condição indispensável para uma apreciação real dos perigos que as situações de trabalho, tal como atualmente organizadas, geram em relação à saúde dos trabalhadores e o que a literatura mostra é que uma “medicalização” da relação saúde-trabalho pode ser perigosa, assim como outra abordagem especializada. Os diversos conhecimentos implicados pelo estudo da relação saúde-trabalho devem ser reorganizados a partir da

atividade dos trabalhadores. A conclusão a que se chega é que estes têm, pois, um papel central a desempenhar.

Como contesta Laerte (2004):

**Os resultados são atingidos a partir das diferentes ações desenvolvidas pelos atores sociais que garantem as necessárias regulações no processo.**

**Ainda mais quando a noção de tarefa está voltada para uma obrigação, o ponto de vista da prescrição é, no mínimo, contestável.**

**Além de tudo, o sujeito não reage, as ações são encadeadas em um processo onde cada ação é influenciada pela precedente - ações e decisões.**

Porém, ressalva que:

**Diferença deve ser feita com relação à ideia de que o conhecimento já existente, o conhecimento dos diferentes atores poderia ser compartilhado e, mesmo formalizado como uma “memória”.**

**Neste sentido, o procedimento poderia ser considerado como resultado de um processo compartilhado, como uma referência fundamental para o desenvolvimento das ações dos sujeitos.**

### **3.4. Pontos de Vista sobre a Intervenção Ergonômica**

Guérin *et al.* (1991) estabelecem uma confrontação de três pontos de vista: ora orientados pelos resultados da empresa, ou então pelas condições da produção, ou ainda pela própria atividade do trabalho. Para o laboratório, a inferência que se faz é que o segundo e o terceiro seriam os mais utilizados. Ainda, fazem o questionamento a respeito da possibilidade de se criarem ferramentas para análise sob o primeiro ponto de vista.

Hubault (2012) visualiza uma “multiplicidade de ocasiões” para a intervenção dos ergonomistas em um processo-projeto:

**O ergonomista deve poder se posicionar em todos os momentos e todos os níveis em um projeto. Em si, isso basta para invalidar o princípio de um autor, de um começo e de um fim únicos em um projeto. Mas isso fundamenta também a importância dos momentos privilegiados em que *alguma coisa* se efetua (como os momentos da decisão e da formatação) e, portanto, igualmente a importância da intervenção dos ergonomistas nas diferentes fases do projeto.**

As prescrições iniciais dos empreendimentos, como constata Hubault (2012), enquadram-se em uma dinâmica que opera sem um final conhecido antecipadamente, devido à definição das necessidades dos futuros usuários só possuir sentido caso a fase de

programação construa uma ligação entre as interações múltiplas de lógicas distintas ou contraditórias. Para ele:

[...] o papel do ergonomista consiste, junto aos usuários, em instruir essa tensão [entre dimensões logicamente heterogêneas] do ponto de vista do trabalho. A outros caberá instruí-la do ponto de vista que cabe a eles defender, também, nesses projetos. (HUBAULT, F., 2012).

Como vista por Bellemare, Marier e Allard (2001), a intervenção ergonômica:

[...] tem se transformado em um objeto de estudo, e sua formalização constitui um ponto de partida favorável à discussão das práticas de intervenção. Para alguns, esta ação pode ser apreendida do exterior por um observador ‘neutro’ e ser analisada como seria a atividade de um operador. Para nós, a melhoria das ações do ergonomista pode assim se fazer através de um processo reflexivo que permite formalizar, *a posteriori*, a ação realizada. Todavia, pelo que saibamos, não existem ferramentas metodológicas que permitam conservar um traço da intervenção real a fim de sustentar tal processo reflexivo.” A partir deste problema, criaram o conceito de diário de bordo, o qual consistia em uma mistura de diários de exploração, íntimo e de registro clínico: de exploração por visar a ser um lembrete dos eventos nele relatados; íntimo por permitir refletir e questionar a ação em curso e registro clínico por permitir a quem o lê que se oriente: “Concebido como uma base de dados, o diário é composto por fichas que os ergonomistas preenchem após cada ‘evento’ no campo. O evento pode ser uma atividade prevista na intervenção, mas também um fato imprevisto suscetível de afetar o desenvolvimento das atividade em curso ou de esclarecer seus resultados.

As conclusões que os autores acima, Bellemare, Marier e Allard (2001), retiram de seu estudo são que:

- A formalização por escrito das notas (feitas em campo), assim como dispor posteriormente de reflexões escritas, permitem à equipe de ergonomistas adaptar seu programa e mesmo reconstruir a problemática estudada.
- No quadro da prática profissional do ergonomista, é pouco provável que este tipo de ferramenta seja utilizado por si só, exceto em caso de uma intervenção abrangente, em que o diário de bordo possa revelar-se uma ferramenta de comunicação eficaz. Mas a dinâmica de intervenção profissional não permite utilizá-lo como ferramenta de retorno reflexivo sobre a intervenção: quando ‘o campo’ está acabado, a intervenção profissional está para todos os fins práticos também acabada.
- É aqui onde a pesquisa sobre intervenção, com a ajuda de uma ferramenta como o diário de bordo, encontra sua utilidade. A análise reflexiva *a posteriori* da intervenção levada no quadro da pesquisa pode dar lugar a uma modelagem que explique as etapas de uma intervenção e os princípios que estão subjacentes. Tais princípios, embora levantados de

intervenções particulares, podem guiar propostas de transferência ao contexto de outras intervenções. Recomendações de conduta assim são propostas pelos ergonomistas profissionais a partir deste tipo de intervenção.

### **3.5. Pluridisciplinaridade**

O diretor da ANACT, Henri Rouilleault, defende que para tornar as intervenções mais eficazes para o triplo objetivo de melhorar as condições do trabalho e da saúde dos assalariados, melhorar o funcionamento da empresa e dos sistemas técnicos e enriquecer o diálogo social, mas também responder às questões feitas pela evolução do trabalho, fica implícita uma pluridisciplinaridade e abordagens combinando a ergonomia, sociologia e administração das empresas (ROUILLEAULT, 2001).

Várias disciplinas se fazem presentes na intersecção do estudo das organizações e das “realidades organizadas”, levando assim à possibilidade de considerar a organização como um domínio de estudo pluridisciplinar (MAGGI, 2003). No entanto, o autor expõe um conjunto de especificações visando avaliar a interdisciplinaridade de sua teoria do agir organizacional, desde os fundamentos de Weber, até os desenvolvimentos atuais e possíveis no futuro, contando com o crescimento do conhecimento sobre a organização. Estima, antes de tudo, que as disciplinas se moldem e se transformem em relação às orientações, às visões do mundo, mais do que às realidades estudadas e que a questão da interdisciplinaridade não pode ser ligada convenientemente à mudança da realidade. A conclusão é que a interdisciplinaridade é possível e necessária no estudo do trabalho em direção a uma “construction progressive d'une authentique science du travail”, se a ligarmos a contribuições conceituais compatíveis.

Duraffourg (1985) também acredita que, para reunir as preocupações da atualidade, deve-se falar de pluridisciplinaridade, de modo que os especialistas de problemas de segurança e saúde não devessem se reunir externamente às situações de trabalho, senão intervir nestas questões convocados pelos trabalhadores diante de suas atividades e coletivas de trabalho.

### **3.6. Ergonomia e Psicodinâmica do Trabalho**

Nas últimas décadas, inúmeros trabalhos em ergonomia e, mais recentemente, em psicodinâmica do trabalho têm revelado ao meio científico e à sociedade aspectos até então desconhecidos sobre o ato de trabalhar. Apesar da proximidade das duas disciplinas ao tratarem de aspectos ligados ao mesmo fenômeno, há diferenças significativas com relação às metodologias empregadas em função do recorte teórico/epistemológico que cada uma delas faz do objeto de estudo “trabalhar”.

Em princípio, a ergonomia se volta para aspectos que se enquadram em uma perspectiva baseada na fisiologia e na psicologia cognitiva. As questões tratadas têm, então, como ponto de partida, aquilo que pode ser explicado por estudos que privilegiam aspectos antropométricos, biomecânicos, consumo de energia, órgãos sensoriais, neurofisiologia, dentre outros. Como questiona Daniellou (1992 apud DÉJOURS, 1997) “E a ergonomia? Inscreve-se no referencial epistemológico de uma ciência humana ou de uma ciência da natureza?”.

Uma questão interessante surge quanto aos lugares que a ergonomia e a psicodinâmica ocupam no âmbito das áreas que estudam o trabalho. Se, por um lado, o ato de trabalhar é um ato síntese, onde o ser humano desenvolve suas ações por inteiro, não podendo ser separado em físico, cognitivo e psíquico, por outro, as abordagens propostas fragmentam este ato. A análise ergonômica desconsidera a subjetividade no trabalho enquanto que a abordagem psicodinâmica, ao privilegiar o sentir, não trata das condições objetivas em que ocorre o trabalho.

Portanto, dado o recorte epistemológico adotado, a ergonomia acaba não abordando questões subjetivas que dizem respeito ao sentir, à identidade, que são significativas do ponto de vista humano. Além disso, conceitos sobre o psíquico, o sofrimento e o prazer não foram incorporados na abordagem da ergonomia, dada a opção metodológica feita, o que leva Déjours (1997) a levantar as seguintes questões:

**E por que isso ocorre [referindo-se à existência de duas linhas epistemológicas]? Seria porque essas distinções epistemológicas não são pertinentes? Ou porque as disciplinas pertencentes às ciências humanas são profundamente incoerentes ou imaturas, ou ainda seria por causa de querelas ideológica e socialmente determinadas entre os pesquisadores, tomados pelo gosto da polêmica?**

Ainda, Déjours (1997) acredita que:

**[...] é raro que a discussão epistemológica permita extrair conclusões dos debates sobre a interpretação e a metodologia quando elas se situam, realmente, na vanguarda da pesquisa e das questões vivas colocadas na pesquisa de campo. Nesse nível, a crítica epistemológica deve ser suspensa para deixar lugar à prova da realidade.**

A resposta para as questões acima são justificadas pela heterogeneidade do próprio mundo (DÉJOURS, 1997):

É o mundo que é heterogêneo; ou mais exatamente, é o homem que introduz heterogeneidade em relação à natureza. Com efeito, o homem pertence aos dois mundos. [...] o homem pertence ao mundo natural, notadamente por seu corpo biológico, mas também pertence ao mundo da ação do espírito, essencialmente por sua capacidade de manipular e, sobretudo, de criar símbolos. Fundamentalmente, se o homem pertence ao mundo do espírito, do qual aliás é o construtor, é em razão de sua capacidade de participar das interações simbólicas mediadas pela linguagem.

A lacuna discutida tem sido preenchida por estudos baseados na psicodinâmica do trabalho, linha de pesquisa e de atuação voltada mais especificamente para a questão subjetiva do trabalhar. Os estudos nesta área do conhecimento têm mostrado a relevância da questão e colocado novos desafios para quem atua como pesquisador ou como profissional.

Como sugerem Lancman e Uchida (2003), tais intervenções “devem levar os trabalhadores a um processo ativo de reflexão sobre o próprio trabalho, [...] permitir sua apropriação e emancipação e conduzir a uma reconstrução coletiva do trabalho.” A perspectiva que encerra a constituição de um modelo clínico no campo da saúde mental e trabalho, para eles, deve incorporar os aspectos subjetivos e também os menos visíveis do trabalho na atuação: “Pensamos também que esses princípios devem nortear as práticas de tratamento de indivíduos acometidos por doenças ligadas ao trabalho e de retorno à atividade de trabalhadores afastados por restrições laborais.”

Assim, propõem que as ações que adquiram uma nova visão, a partir da qual há a ideia de que é necessário mudar as relações entre os indivíduos e o trabalho para se conseguir diminuir doenças e sofrimentos decorrentes dele, seja por tratamento ou por reabilitação.

### 3.7. Agir Organizacional e Bem-Estar

Para Maggi (2003), o agir organizacional é racional, intencional e limitado. O processo se auto-organiza em torno de regras variáveis em suas formas, formulações, cronologias, as quais evoluem em resposta ao desenvolvimento e a diferentes níveis de decisão do processo. Ele visa à coordenação de ações e de sua estruturação. Sua avaliação concerne à congruência de variabilidades de seus componentes, inclusive a noção de bem-estar.

O autor expõe a necessidade de aumentar a avaliação das organizações de modo a considerar o bem-estar dos sujeitos em questão, tanto no sentido físico, como mental e social. Ele explica por que este tema foi amplamente esquecido nos estudos sobre organização, exceto por Weber e Friedman, além do porquê do bem-estar do sujeito estar necessariamente em jogo em sua teoria do agir organizacional.

O autor propõe que se coloque em evidência e estude a relação entre organização e bem-estar pela noção de “contrainte organisationnelle” que é apresentada como sendo a fonte de influências sobre o bem-estar. Demonstra ainda como a avaliação do agir organizacional em relação ao bem-estar pode ser realizada, permitindo assim avaliar a racionalidade das escolhas do processo da ação social, não somente em termos de eficácia e eficiência como também de influência dessas escolhas sobre o bem-estar dos sujeitos.

Lancman e Ushida (2003) julgam que “a organização do trabalho é frequentemente pensada por cada um dos níveis hierárquicos a partir da compreensão que os trabalhadores têm do seu próprio trabalho sem que um consiga entender as dificuldades e a racionalidade que rege a prática dos outros”. Descrevem o “agir comunicacional” como sendo uma busca por meio da intercompreensão a fim de evidenciar o sentido do trabalho, além dos problemas que os trabalhadores enfrentam para realizar sua atividade:

**Se o trabalhador é capaz de pensar o trabalho, de elaborar essa experiência ao falar, de simbolizar o pensamento e chegar a uma interpretação, ele tem a possibilidade de negociar, de buscar um novo sentido partilhado, de transformar e fazer a organização do trabalho evoluir. (LANCMAN E USHIDA, 2003).**

Como infere De Keyser (1983, p. 245 apud CLOT 2007), a partir do caso de certos trabalhadores que almejavam preservar suas tradições coletivas, é possível que a busca de sentido chegue até mesmo ao sacrifício do conforto:

**A lógica de seu comportamento, quando eles buscam esse objetivo, não é mais uma lógica da poupança, como exigiria o esquema de regulação da carga mental, mas com muita frequência, uma lógica do excesso: os trabalhadores fazem mais do que o necessário, refinam, manobram ou desafiam, com o objetivo, ao que parece, de afirmar uma identidade que a tecnologia ou a situação de trabalho ameaça.**

Clot (2007) sugere ser possível colocar o problema do sofrimento numa perspectiva diferente daquela adotada pela psicodinâmica do trabalho e julga ser possível que:

**[...] o sofrimento não é unicamente definido pela dor física ou mental, mas também pela diminuição, ou até a destruição da capacidade de agir, do poder fazer, percebida como um atentado à integridade de si. (RICOUER, P., 1990, p. 223 apud CLOT, Y., 2007).**

### 3.8. A Dimensão do Care

Segundo Frankl (1984), o trabalho faz parte do sentido da vida:

[...] o sentido da vida sempre se modifica, mas jamais deixa de existir. De acordo com a logoterapia, podemos descobrir este sentido na vida de três diferentes formas:

1. criando um trabalho ou praticando um ato;
2. experimentando algo ou encontrando alguém;
3. pela atitude que tomamos em relação ao sofrimento inevitável.

Molinier (2001) defende que:

Embora seja inapreensível pela avaliação da gestão, a dimensão relacional da prestação de cuidados parece igualmente resistir a uma análise em termos de *savoir-faire* [saber-fazer] ou de habilidades. O ‘relacional’ se define muito mais facilmente na esfera do não-trabalho que na daquela do trabalho. Digamos, para fazer um retrato, que o sofrimento e a angústia estejam à espera de uma mão estendida, de um sorriso. Precisamente, a autenticidade de um gesto de apaziguamento ou de solicitude se manifesta como o contrário de um esforço laboral, como uma atenção não-calculada [...]. falar-se-á de *savoir-être* [saber-ser], uma noção nebulosa para categorizar de outra maneira que sob o registro das ‘atitudes naturais’ dos capacitados [...]. Ou para se dizer de outra maneira, qual que seja o vestimento sabendo que sob o qual se dissimule a natureza feminina, concretamente, remete-se sempre às mulheres (ou ao feminino de enfermeiro) para ‘humanizar o hospital’.

A ressalva que se faz é que:

Todavia, as equipes de cuidadores não são as únicas, no hospital, cujo trabalho implique entrar em contato com pessoas doentes ou em situação de angústia. O caráter relacional do trabalho realizado por homens nos serviços técnicos hospitalares, assim como sua utilidade social, tem sido até hoje subestimados. No hospital, como exceção, o trabalho exercido por homens se vê ainda menos que que um trabalho exercido por mulheres e é menos valorizado, mesmo se for na maioria das vezes mais bem remunerado (LEMIÈRE, S.; SILVERA, R., 2008 apud MOLINIER, 2001).

Aquilo que Molinier (2001) identifica é que os enfermeiros e técnicos em um ambiente como o de um hospital também têm que se preocupar uns com os outros devido à própria natureza de sua atividade. Conclui que há uma desnaturalização do saber-fazer, a qual representa que o trabalho de *care* não está apenas ligado a "dedicação", mas tem de fato condições concretas organizacionais como resultado. A autora também aborda os espaços de deliberação, nos quais, geralmente em pares, é possível ouvir as dificuldades do trabalho num espaço interno à instituição.

### 3.9. Saúde do Trabalhador

As recomendações de ergonomistas, muitas vezes, são solicitadas unicamente para problemas pontuais, iluminação ou mobiliário por ocasião da informatização da empresa, ou seja, espera-se que sua intervenção contribua para reduzir os fatores de risco, no entanto, de

forma crescente, os ergonomistas são igualmente chamados para modificar seletivamente a situação de trabalhos identificados como perigosos, penosos ou insalubres.

Como elabora Le Guillant (1984) para a escolha de seu trabalho sobre telefonistas:

[...] de um lado, a frequência desconhecida, cada vez mais crescente, dos distúrbios mentais e dos distúrbios "nervosos" menores destas categorias de empregados(i), de outro lado, a própria natureza de suas atividades profissionais. Estas últimas, com efeito, são particularmente características de certas condições de trabalho que o progresso técnico tende a instaurar cada vez mais, tanto nos escritórios, quanto nas indústrias(ii). Essas condições são definidas, preliminarmente, por uma diminuição, ao menos relativa, dos gastos de energia muscular e por uma aceleração com relativa rapidez dos atos de trabalho, das 'cadências', levando um crescimento, às vezes considerável, dos esforços de atenção, de precisão, de velocidade. A 'fadiga nervosa' que daí resulta, ainda que geralmente malconhecida, nos parece constituir, ao lado de certos fatores psicológicos, um aspecto essencial da patologia do trabalho moderno.

Le Guillant (1984) nota também que os distúrbios observados entre profissionais como os operadores padrões e os mecanógrafos, mesmo sendo muito banais, ainda são muito mal conhecidos, o que julga caracterizar, na verdade, uma "síndrome geral de fadiga nervosa", a qual tende a se manifestar mais nessas profissões. A etapa que se configura, em um primeiro momento, é a de esforço para reunir os dados clínicos indispensáveis.

A discussão relativa à compreensão do trabalho continua sendo um grande desafio para os diversos pesquisadores. Aquilo que é realizado efetivamente por milhões de pessoas no seu dia a dia segue desconhecido e relegado aos bastidores da produção e, nesse sentido, as suas consequências são acessíveis somente na visibilidade dos sintomas expressos nas mentes e nos corpos dos trabalhadores. Como descreve Déjours (1997):

**Por corpo biológico é preciso entender, ao mesmo tempo, aquilo que diz respeito à fisiologia das regulações e aos processos cognitivos, que a psicologia cognitiva e as neurociências hoje se esforçam [...] em analisar. No domínio do ajustamento da relação entre o corpo biocognitivo e o instrumento de trabalho, progressos importantes foram feitos nos últimos 40 anos graças, principalmente, à ergonomia fundamentada na primeira interpretação do fator humano, na corrente chamada *human factors*.**

De acordo com Duraffourg (1985), examinar cada uma das relações de fatores de riscos e de ameaças patológicas é uma condição necessária, mas não suficiente, para abordar os efeitos do trabalho sobre a saúde. A questão colocada é como, no seu trabalho e através dele, os trabalhadores dispõem dos meios para ter boa saúde.

Quando surgem casos extremos, por exemplo, o de *traders* de Wall Street que tomam testosterona para se tornarem mais confiantes como transcrito abaixo de Wallace (2012),

devemos considerar, além da realidade atual do trabalho, também uma visão mais ampla sobre o que a vida profissional deveria ser para que os trabalhadores pudessem gerenciar sua saúde:

[...] it turns out that financial executives are hoping hormone will sharpen their faculties and make them more competitive in the workplace at a time when many companies are sending underperforming employees into early retirement [...] ‘All of these men are under tons of stress, and stress will reduce their levels of testosterone.’

No estudo etnográfico de Michel (2012) realizado em bancos de investimento, que durou nove anos, o foco foi a questão do controle organizacional, observando como a relação com o corpo de profissionais se alterava. A questão do corpo, entre a alienação completa e como um sujeito reconhecível pela própria pessoa, é central no texto.

A questão do controle nessas organizações baseadas em conhecimento, sobretudo para profissionais de alto nível hierárquico e para aqueles diretamente ligados com investimentos, é considerada um fenômeno emergente e não uma imposição da organização. A sensação de autonomia que esses profissionais gozam relaciona-se a controles de ordem cognitiva, não corporal.

A transformação ao longo do tempo e as consequências para esses profissionais (altamente qualificados e muito bem pagos) e para a organização está no centro do debate. Dentre as características do trabalho, são evidenciados o excesso de horas trabalhadas, a dedicação muito grande ao trabalho e as prescrições autoimputadas. Paradoxalmente, tudo isso ocorre com uma grande sensação de autonomia, que exige trabalho duro e uma “motivação intrínseca”.

Muito diferente esta situação pode ser comparada a de outros trabalhadores onde o controle é exercido direto pela hierarquia e as tarefas são, em princípio, heterônomas. De outro ponto de vista, Ribeiro (2009) nota que a frota de helicópteros particulares de São Paulo é a segunda maior do mundo e considera que “Enquanto os ‘players do mercado’ circulam pelo ar, os trabalhadores enfrentam as consequências [...], buscando formas de estar próximos aos espaços onde se concentram os empregos e a renda” numa crítica aos executivos da metrópole brasileira.

Duraffourg (1985) dá como exemplo os estudos do funcionamento de um músculo do olho humano, dos procedimentos necessários à resolução de um problema, ou dos modos de constituição de um grupo: quando os resultados destes estudos são aplicados ao trabalho sem estarem situados em relação a todos os outros componentes da atividade do trabalhador, podem ser utilizados como uma justificativa científica da divisão do homem tal qual organizada no ateliê ou no escritório.

[...] Nestes estudos o trabalhador [...] é apenas um “objeto de observação”. No entanto, o que pensa o trabalhador, seu conhecimento sobre o trabalho, suas motivações são uma parte constitutiva de sua atividade profissional. Quando a forma de constituição dos conhecimentos expurga o discurso do trabalhador, deve-se desconfiar da validade dos resultados. É por isso essencialmente que possuímos apenas conhecimentos fragmentados sobre o trabalho, cuja utilização é frequentemente problemática. Esta forma de abordagem da relação saúde-trabalho tem origem em uma representação dominante [...]. Enunciados tais como: “trabalho sob condições de ruído”, “problemas causados pela exposição a produtos tóxicos”, “trabalho noturno”, “problema térmico”, “trabalho com monitor de vídeo” [...] têm em comum expurgar, pela forma como os problemas são colocados, a atividade concreta desenvolvida pelos trabalhadores nestas diversas condições[...]

### 3.10. Ótica Antropotecnológica sobre Serviços de Atendimento a Clientes

A relação entre a ação ergonômica e situações de serviço não é recente, como avaliam Cerf, Valléry e Boucheix (2007): “os hospitais, as situações de guichê ou centrais telefônicas que têm sido objeto de intervenções, já faz tempo (p. ex. Teiger *et al.*, 1977; Theureau, 1979).” Os objetivos operacionais de transformação que observam classicamente são:

– o projeto das instalações – concepção dos espaços e meios de recepção, dos postos de trabalho, dos meios e equipamentos para o público e o pessoal, a gestão das condições de espera, os modos de interface com o público (segurança, ambientação, signalética)...;

– uma melhor definição das situações de trabalho – em matéria de organização e de competências requeridas, para facilitar a implementação do serviço para públicos variados e, em particular, auxiliar a resolução dos problemas de recepção e tratamento das demandas...

Abrahão e Sznelwar (2012) avaliam que a antropotecnologia, logo em seu início, voltava-se a problemas de transferência de tecnologia e das organizações no setor industrial:

[...] Nesse período da história econômica, a ênfase nos estudos na área estava centrada em transferências que ocorriam, sobretudo, quando as empresas multinacionais, em seu processo de expansão, transferiam usinas inteiras cuja operação apresentava grandes problemas. Encontramos, também na literatura, referência a alguns estudos sobre a questão no setor agrícola. No entanto, os estudos desenvolvidos em empresas do setor de serviços são praticamente inexistentes. Tal fato provavelmente se explica por seu desenvolvimento ainda incipiente ou pela pouca mobilidade existente nesse tipo de empresa, naquele período.

A prescrição no caso de centrais de atendimento ocorre através do diálogo, e as diferentes organizações deste setor pressupõem a relação de serviço entre atendente e cliente restrita a ele. Há, portanto, uma definição prévia pelos projetistas do serviço e os desvios da norma devem ser desconsiderados por não fazerem parte da prestação de serviço. O atendente responde da maneira mais próxima ao padrão estabelecido e prescrito e não há a possibilidade de que o cliente solicite algo que não esteja previsto (ABRAHÃO; SZNELWAR, 2012).

No que se refere à prescrição da fala, há uma disseminação de frases idênticas, independentemente do usuário, a qual

[...] pressupõe que o diálogo seja algo que se passa de uma determinada maneira, como se as frases sucessivas fossem semelhantes a operações de montagem de um determinado produto. Ainda mais, supõe-se que a simplificação facilite o entendimento e que, eliminando-se a redundância, por exemplo, ganha-se tempo e se impede que o diálogo se estenda. Um diálogo só faz sentido quando permite a aproximação de pontos de vista, o que só é possível se forem respeitadas as posições diferenciadas e se houver condições para que se compreenda o que o outro fala, isto é, que haja espaço para a escuta do outro. (ABRAHÃO; SZNELWAR, 2012).

Há também outras questões associadas ao trabalhar nesses ambientes que são levantadas pelos autores, como a transformação da relação intersubjetiva em coisa, levando-os a questionarem este tipo de produção:

[...] seria [este tipo de produção] uma repetição de certos erros do passado? Ou seria ainda pior, uma espécie de farsa, uma vez que a prestação de serviços constitui uma relação entre sujeitos e a sua despersonalização se torna uma das causas fundamentais de sofrimento para os trabalhadores? As relações de serviço devem, então, ser despersonalizadas, o trabalho do atendente deve ser o mais próximo possível de algo, de um objeto passível de reprodução e de controle. (ABRAHÃO; SZNELWAR, 2012).

Também refletem sobre a questão dos controles organizacionais exercidos sobre o trabalhador:

[...] somos confrontados com paradoxos significativos nesse tipo de produção. Ao mesmo tempo em que se busca, por meio dos paradigmas da simplificação, uma homogeneidade no atendimento, pede-se ao trabalhador que seja envolvente, simpático, carismático e cordato, ainda que sob pressão de tempo. Como vários trabalhadores afirmam, eles vivem com uma sensação de se tornarem robôs. Como trabalhar esse paradoxo e construir sistemas de produção em que o relacional não seja objetal? (ABRAHÃO; SZNELWAR, 2012).

Diante das dificuldades encontradas para que os atendentes se comuniquem com os clientes e também reciprocamente, concluem os autores que:

Trabalhar a partir de um cenário muito restritivo, no qual o script impera de maneira soberana, obriga as pessoas a restringirem a comunicação, fato que, muitas vezes, causa mal-entendidos e induz o retrabalho, pois até que se resolva o problema do cliente, este entra em contato com a empresa várias vezes. O atendente deve se restringir àquilo que pode falar e não deve se distanciar da maneira como a empresa definiu e padronizou a comunicação. Esse padrão serve, em princípio, para ser aplicado sem alterações, em qualquer sítio da empresa, que pode inclusive se localizar em países diferentes. (ABRAHÃO; SZNELWAR, 2012).

### 3.11. Fator Humano nas Organizações

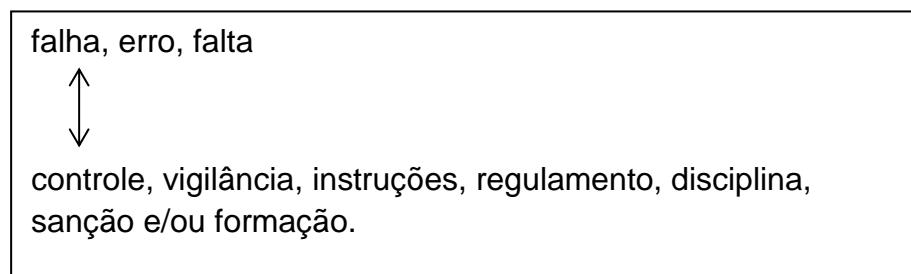
Para Déjours (1997), há duas orientações principais, organizadas a partir de dois modos diferentes de se fazer o questionamento dito “primordial” em relação ao fator humano. A primeira é “Quais são as origens e quais são os meios de controle das falhas humanas na situação de trabalho?”, enquanto que a segunda se trata de “Como mobilizar, desenvolver e gerenciar os recursos humanos?”.

Diferenciam-se, então, dois encaminhamentos de investigação:

No primeiro (falha), a preocupação principal é a segurança. Só secundária e acessoriamente coloca-se a questão da qualidade. Nesse caso, a qualidade aparece como uma questão separada da segurança. No segundo encaminhamento (recurso), a preocupação primordial recai na qualidade. Só secundária e acessoriamente ela encontra a preocupação com a segurança. Nesse caso, a segurança é considerada subproduto da qualidade. (DÉJOURS, 1997).

As noções contidas nos encadeamentos em termos de falha e de recurso humano de Déjours (1997) podem ser vistas respectivamente, abaixo:

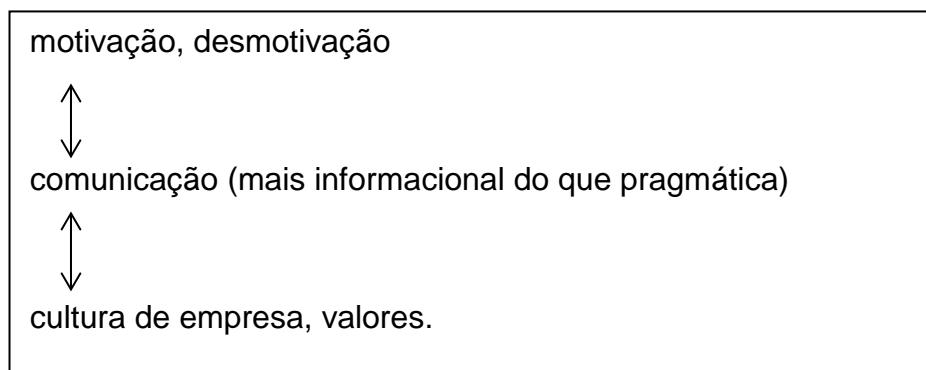
a)



**Figura 4: Noções no Encadeamento (ponto de vista das Falhas)**

Fonte: Déjours (2007).

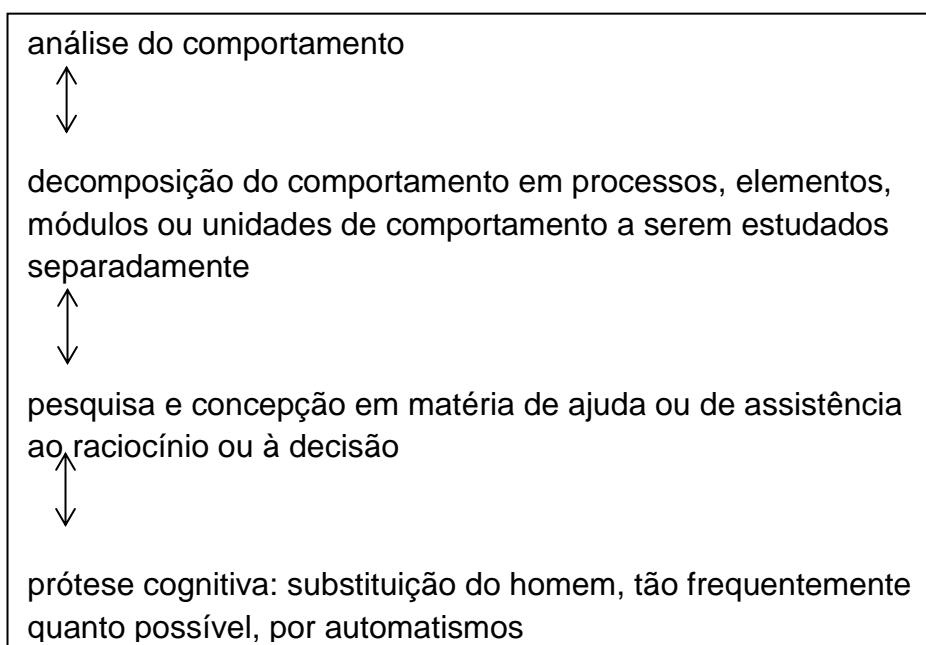
b)

**Figura 5: Noções no Encadeamento (ponto de vista dos Recursos)**

Fonte: Déjours (2007).

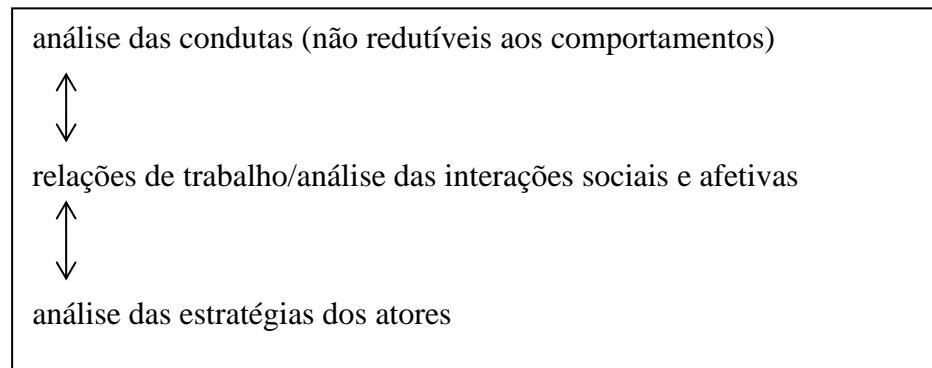
Já as linhas conceituais envolvidas em cada um deles se encontram abaixo:

a)

**Figura 6: Linhas de raciocínio para o encaminhamento sob ponto de vista das falhas**

Fonte: Déjours (2007)

b)



**Figura 7: Linhas de raciocínio para o encaminhamento sob ponto de vista dos recursos**

Fonte: Déjours (2007)

Em relação ao conceito de recurso humano, aquilo que Hubault (2012) constata que caracteriza é:

[...] efetivamente uma abordagem econômica do trabalho que se apoia sobre a ideia de que sua qualidade produtiva deriva de um encontro entre uma disposição humana – em todas as acepções biológicas, psicológicas e culturais da palavra – e uma ocasião organizacional – em todas as acepções técnicas, de gestão e sociais da palavra –; é um efeito de situação, e lidar com ela é, em primeiro lugar, incumbência do gerenciamento.

### 3.12. Confiabilidade e Automatização

Ferreira (2004) define o termo confiabilidade como “Qualidade de quem ou do que é confiável; fiabilidade”. Sznelwar (2004) lança várias questões a respeito do ponto de vista sob o qual o tema é encarado:

**A confiabilidade seria ‘o trabalhador reagir de maneira adequada’ aos diferentes eventos que se produzem ao longo do processo da produção?**

**Quem detém este suposto conhecimento?**

**Este suposto conhecimento está baseado em pressupostos da engenharia de métodos?**

**Como a experiência dos sujeitos, a sua vivência faz parte das ideias disseminadas nos diferentes sistemas de produção?**

**Confiabilidade seria apenas uma relação com os requisitos de engenharia?**

E faz também a contraposição entre os pontos de vista tradicional e atual:

No ponto de vista tradicional, influenciado e fundamentado em pressupostos mecanicistas, a confiabilidade seria fruto do resultado do cumprimento dos procedimentos da tarefa.

Estes pressupostos já se tornaram ultrapassados devido a muitos estudos conduzidos a partir do ponto de vista da Ergonomia da Atividade.

Estes mostram que o conceito de prescrição como uma garantia que os resultados, as metas serão atingidos em acordo com as previsões seriam então desprovidos de fundamento. (SZNELWAR, 2004).

A maneira pela qual se caracterizam as organizações de alta confiabilidade é descrita por Dekker (2005):

High-reliability organizations characterize themselves through their preoccupation with failure: continually asking themselves how things can go wrong and could have gone wrong, rather than congratulating themselves on the fact that things went right. Distancing through differencing means underplaying this preoccupation. It is one way to prevent learning from events elsewhere, one way to throw up obstacles in the flow of safety-related information. [...] High-reliability organizations [...] distinguish themselves by their constant investment in trying to monitor and understand the gap between procedures and practice. The common reflex is not to try to close the gap, but to understand why it exists. Such understanding provides insight into the grounds for informal patterns of activity and opens ways to improve safety by sensitivity to people's local operational context.

Como apresenta Sznelwar (2007), as situações de trabalho são dinâmicas e têm como características:

- A prevenção impedir o desencadeamento de roteiros de incidentes;
- A recuperação permitir interromper o desenvolvimento do processo de incidente, antes que ele se transforme em acidente;
- A atenuação permitir reduzir as consequências da realização do evento.

Dekker (2005) coloca uma série de questionamentos a respeito das possibilidades de automatização de sistemas:

If people cannot be counted on to follow procedures, should we not simply marginalize human work? Can automation get rid of human unreliability and error? Automation extends our capabilities in many, if not all, transportation modes. In fact, automation is often presented and implemented precisely because it helps systems and people perform better. It may even make operational lives easier: reducing task load, increasing access to information, helping the prioritization of attention, providing reminders, doing work for us where we cannot. What about reducing human error? Many indeed have the expectation that automation will help reduce human error. Just look at some of the evidence: All kinds of transport achieve higher navigation accuracy with satellite guidance; pilots are now able to circumvent pitfalls such as thunderstorms, windshear, mountains, and collisions with other aircraft; and situation awareness improves dramatically with the introduction of moving map displays.

No entanto, os problemas propostos não são triviais, já que, segundo Dekker (2005), a automatização também traz consigo novos tipos de acidentes e ainda assim haverá trabalho humano:

**Automation does not do away with what we typically call human error, just as (or precisely because) it does not do away with human work. There is still work to do for people. It is not that the same kinds of errors occur in automated systems as in manual systems. Automation changes the expression of expertise and error; it changes how people can perform well and changes how their performance breaks down, if and when it does. Automation also changes opportunities for error recovery (often not for the better) and in many cases delays the visible consequences of errors. New forms of coordination breakdowns and accidents have emerged as a result.**

No capítulo de conclusão de sua obra, Dekker (2005) lança mão de proposta sobre a questão da responsabilidade:

**Holding people accountable can be consistent with being blame-free [...] This would involve innovations in relationships among the various stakeholders. Indeed [...] industries should reconsider and reconstruct accountability relationships between its stakeholders (organizations, regulators, litigators, operators, passengers). In a new form of accountability relationships, operators or managers involved in mishaps could be held accountable by inviting them to tell their story (their account). Such accounts can then be systematized and distributed, and used to propagate vicarious learning for all. Microversions of such accountability relationships have been implemented in many incident-reporting systems, and perhaps their examples could move industries in the direction of as yet elusive blame-free culture.**

### **3.13. Complexidade e Pensamento Complexo**

Segundo Morin (1990 apud MONTEDO, 2001), a complexidade é tomada ao significado de sua etimologia (*complexus*: aquilo que é tecido junto) como “[...] um tecido de constituintes heterogêneos inseparavelmente associados” e definida por “[...] efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, imprevistos, que constituem o mundo dos fenômenos”.

No modelo da complexidade, Morin (1998 apud MONTEDO, 2001) inclui também os conceitos de ordem e estrutura, sendo a primeira “[...] tudo que envolve repetição, constância, invariância, tudo que pode ser colocado sob a égide de uma relação altamente provável, enquadrada sob a dependência de uma lei”, a qual “[...] pode ser concebida como a estrutura que o organiza”. Assim, “[...] a ideia de estrutura está a meio caminho entre as ideias de ordem e organização”. Há também neste paradigma a desordem, “[...] tudo que envolve

irregularidade, derivações em relação a uma dada estrutura, aleatoriedade, imprevisibilidade”, a qual, contrapondo-se assim ao senso comum “[...] coopera na geração da ordem organizacional [...]”.

A complexidade comporta alguns princípios de acordo com Morin (1998, apud MONTEDO, 2001): o princípio hologramático, que se baseia na figura do holograma, i.e., “[...] a imagem física cujas qualidades de relevo, de cor e de presença são devidas ao fato de cada um dos seus pontos incluírem quase toda a informação do conjunto que ele representa”; também comporta o princípio de organização recursiva, que corresponde à organização “[...] cujos efeitos e produtos são necessários à sua própria causação e à sua própria produção”; e o de auto-eco-organização, já que “A organização, de certo modo, produz entropia (isto é, a degradação do sistema), e, ao mesmo tempo, neguentropia (a regeneração do sistema)”. O autor evoca também as trocas com o ambiente “[...] que, por sua vez, fornecem organização (sob a forma de alimentos vegetais ou animais) e potencial de organização (sob a forma de informações); esse ambiente constitui, por sua vez, uma macro-organização sob a forma de ecossistema [...]”.

E sendo as organizações sistemas abertos, a questão da confiabilidade (a ser tratada adiante) se torna relevante, pois:

**All open systems are continually adrift inside their safety envelopes. Pressures of scarcity and competition, the intransparency and size of complex systems, the patterns of information that surround decision makers, and the incrementalist nature of their decisions over time, can cause systems to drift into failure. [...] The same complex, intertwined sociotechnical life that surrounds the operation of successful technology, is to a large extent responsible for its potential failure. Because these processes are normal, because they are part and parcel of normal, functional organizational life, they are difficult to identify and disentangle. (DEKKER, 2005).**

Define-se também o pensamento complexo como “o pensamento que, equipado com os princípios de ordem, leis, algoritmos, certezas e ideias claras patrulha o nevoeiro, o incerto, o confuso, o indizível, o indecidível” (id. ibid.).

Morin (1998, apud MONTEDO, 2001) adiciona à sua teoria a importância da estratégia, pois “A estratégia pode modificar o roteiro de ações previstas, em função das novas informações que chegam pelo caminho que ela pode inventar”, definindo-a como:

**[...] a arte de utilizar as informações que aparecem na ação, de integrá-las, de formular esquemas de ação e de estar apto para reunir o máximo de certezas para enfrentar a incerteza” e insere em seu modelo a ação humana, a qual “[...] a partir do momento em que é iniciada, escapa das mãos do seu iniciador e entra no jogo das interações múltiplas**

**próprias da sociedade, que a desviam de seu objetivo e às vezes lhe dão um destino oposto do que era visado.**

### 3.14. Sistemas Sociotécnicos

Quanto às suas origens, Singer (1959 apud Trist 1981) supõe que as escolhas tecnológicas de uma sociedade sejam feitas de modo a expressar sua visão de mundo. Relaciona as possibilidades societárias às novas tecnologias, assim como às consequências que não podem ser antecipadas. Cita, como exemplo, o período da Segunda Revolução Industrial, no qual houve uma profunda mudança cultural em resposta às tecnologias de informação desenvolvidas.

Em relação aos sistemas de trabalho primários, Trist (1981) considera que nenhum grupo possa ser completamente autônomo, podendo ser apenas condicionalmente ou semiautônomo. Sugere a existência de dimensões e graus de autonomia. Cita a abordagem que Susman (1976) deu à questão, criando a distinção entre três classes de decisão: independência de tarefas, auto-governança e atividades autorregulatórias, o que dá um enquadramento mais robusto para se poder analisar a autonomia.

Trist (1981) observa também a relação entre o controle de variâncias pelos grupos e os resultados e satisfação dos membros, o que desperta o conceito de autorregulação, no qual se baseia a teoria de eficácia sociotécnica. Compara as variações controláveis por um grupo em diversas situações com aquelas controláveis por indivíduos com um supervisor externo. Julga que há, contrapondo-se ao conceito de controle da teoria burocrática, uma função de supervisão que gerencia as condições-limite no ambiente do grupo de tal modo que ele possa ficar livre para suas atividades. Também considerando as burocracias tecnocráticas, percebe que os níveis de independência, complexidade e incerteza com que têm que lidar para que o ser humano tenha um futuro viável ultrapassam seus limites, pois as turbulências do ambiente não podem ser absorvidas nem reduzidas dadas suas características (relações competitivas, estrutura de controle autoritária e mecanicista, propósitos independentes).

Trist (1981) aborda também as novas plantas que serviram de palco para as pesquisas sociotécnicas:

**Os níveis de desempenho estavam geralmente acima daqueles das plantas convencionais com que eram comparadas. Além disso, os níveis melhoravam com o tempo. As plantas eram sistemas de aprendizagem. Os empregados, que eram propensos a ser voluntários e que eram cuidadosamente selecionados, preferiam-nas às plantas convencionais. Uma série de outros preferiam ficar onde estavam. [...] O número de plantas desenvolvidas nestas linhas aumentou consideravelmente, principalmente nos Estados Unidos. Nas últimas**

versões, o aspecto social já foi considerado muito antes de tal modo que o ideal de desenvolvimento conjunto sociotécnico está sendo alcançado mais estreitamente.

Trist (1981) reflete também sobre os papéis que os trabalhadores assumem nas organizações tradicionais: devido à máxima divisão do trabalho, ficam limitados a apenas uma habilidade e descrições de cargo circunscritas – “the narrower the better”. Assim, o que resulta é uma dificuldade para gerir incerteza ou variância, fazendo-se necessários controles externos rigorosos. A organização adquire desta maneira uma forma de pirâmide alta, a qual é apoiada por uma gama de times de especialistas e procedimentos formais. Contrapõe a esse modelo o novo paradigma baseado em um agrupamento ótimo de tarefas, que encoraja o desenvolvimento de habilidades mais amplas e no qual os trabalhadores adquirem um grau muito maior de controle interno, tendo recursos para lidar com um maior grau de variância do ambiente:

**Em organizações tradicionais, cada membro tem que primeiramente competir com os outros e se defender, enquanto indivíduo ou membro de um grupo funcional – manutenção contra produção, pessoal contra linha. [...] Cooperação, apesar de exigida formalmente em tarefas interdependentes, tinha papel secundário. O novo paradigma, por outro lado, privilegia lidar com interdependências múltiplas que surgem em organizações complexas. [...] Organizações tradicionais servem apenas para seus próprios fins. São, e de fato devem ser, egoístas. O novo paradigma lhes impõe a tarefa adicional de alinhar seu próprios propósitos aos do conjunto da sociedade e aos de seus membros.**

### **3.15. A Racionalidade Burocrática e a Divisão do Trabalho**

O sociólogo Max Weber preocupava-se com o sentido das organizações na sociedade moderna e estas como espaço de observação da racionalização, ou seja, seu interesse por elas deriva de um esforço maior em compreender o processo de modernização e racionalização na sociedade, o que atribui ao seu trabalho um caráter bem diferente da maioria dos teóricos da administração.

De acordo com Coltro (2006), a caracterização da burocracia se dá por uma sistemática divisão do trabalho, que atende a uma racionalidade, isto é, ela é adequada aos objetivos a serem atingidos: a eficiência da organização. Daí o aspecto racional da burocracia. Há uma divisão sistemática do trabalho, do direito e do poder, estabelecendo as atribuições de cada participante, os meios de obrigatoriedade e as condições necessárias.

Na organização burocrática, cada participante passa a ter seu cargo, suas funções específicas e sua esfera de competência e de responsabilidade. Cada um deve saber qual é a sua tarefa, a sua capacidade de comando sobre os outros e, sobretudo, quais são os limites de

sua tarefa, direito e poder, para não ultrapassá-los, não interferir na competência alheia nem prejudicar a estrutura existente. Assim, as incumbências administrativas são altamente diferenciadas e especializadas e as atividades são distribuídas de acordo com os objetivos a serem atingidos (facilita a gestão de uma empresa, pois com cada funcionário sabendo a função a ser executada ocorre uma agilidade no processo produtivo) (COLTRO, 2006).

Todavia, não existe uma organização plenamente racional e o formalismo não tem a profundidade descrita por Weber. Por outro lado, o conceito popular de burocracia faz pensar que o grau de eficiência administrativa deste sistema social racional seja baixíssimo, porque o tipo ideal de burocracia sofre transformações quando operado por homens. O homem (excluído dos estudos de Max Weber, que descreveu um sistema social desumano e mecanicista), quando participa da burocracia, faz com que toda a previsibilidade do comportamento, que deveria ser a maior consequência da organização, escape ao modelo preestabelecido. Ocorrem, então, as chamadas disfunções da burocracia, isto é, anomalias e imperfeições em seu funcionamento. Cada disfunção é o resultado de algum desvio ou exagero em cada uma das características do modelo burocrático explicado por Weber. Cada disfunção é uma consequência não prevista pelo modelo weberiano (Merton apud COLTRO, 2006).

Pode-se fazer um paralelo, por conseguinte, com o taylorismo, enquanto forma acabada de certo modo de desenvolvimento do trabalho industrial, o qual organizou o desmembramento do homem-trabalhador em um certo número de órgãos de execução, reduzindo-o assim a apenas uma força de trabalho específica: “[...] o trabalho é isolado do resto da vida [...]. O próprio trabalho foi dissociado em funções separadas umas das outras. Sobre a base da grande divisão entre os que pensam e os que executam, organizou-se um processo de divisão exacerbada do processo de produção. Cada um deve realizar sua tarefa independentemente dos outros trabalhadores: ao lado dos utilizadores do dispositivo técnico, isolados uns dos outros, encontram-se os reguladores, os programadores, os trabalhadores da manutenção, os controladores.” (DURAFFOURG, 1985). E tal racionalização das atividades, que tem como expressão as instruções prescritas, a própria organização do espaço e outros aspectos como a idade do indivíduo, recai sobre o trabalhador como algo externo que o aproxima à figura da máquina. Trata, portanto, de uma tentativa de redução do homem à sua força de trabalho. É por esta razão que, deste ponto de vista, a vida do trabalhador é o primeiro fator a considerar na relação saúde-trabalho.

### 3.16. Inteligência e Ser Humano

Schuon (1990) distingue função e atitude: aquela, considerada fundamental, comprehende primeiramente a discriminação e a contemplação, depois a análise e a síntese; esta, distingue, em primeiro lugar, as inteligências teórica e prática mas também uma que é espontânea e outra reativa, ou ainda uma que é construtiva e outra que é crítica. De outro ponto de vista, há a distinção entre as faculdades cognitivas: potencial, virtual e efetiva. Aquela, pertence a todos os homens; essa, é daqueles não-informados, mas capazes de compreender; esta, coincidente com o próprio conhecimento.

O mesmo autor também leva em conta a ingenuidade, a qual considera ser uma falta de experiência combinada com credulidade e faz de exemplo as crianças (até mesmo as mais inteligentes). A credulidade pode ter um fundo que julga ser positivo, já que pode ser a atitude do homem verídico que crê no mundo como ele é. A natureza relativa da ingenuidade é evidenciada pelo exemplo do homem que não conhece a psicologia dos loucos, sendo considerado ingênuo aos olhos dos psiquiatras, embora esteja longe de ser um tolo. Portanto, qualquer destes sentidos que se considere, ser ingênuo é “deter-se pela perspectiva simplificatória e materializante da infância, sem para tanto dever perder o instinto da ‘única coisa necessária’, o qual não exige nenhuma experiência complexa nem nenhum dom de especulação abstrata.”

O ponto de vista que Schuon (1990) tem é o de que o homem que é de fato inteligente é aquele que comprehende o sentido da vida e também o da morte, dado que a faculdade cognitiva consiste em discernir aquilo que é essencial e o que é secundário. Portanto, a consciência da morte determina o ritmo da vida, do mesmo modo que a consciência de valores eternos predomina em relação aos valores temporais.

*Si l'on nous demande qu'est-ce qui prouve la réalité des valeurs éternelles? — mais cela est une digression —, nous répondons: entre autres le phénomène même de l'intelligence, lequel serait en effet inexplicable — parce que dépourvu de raison suffisante — sans ses contenus les plus fondamentaux ou les plus élevés. C'est tout le mystère du phénomène de la subjectivité, si étrangement incompris des modernes, alors qu'il est, précisément, un signe irrécusable de réalité immatérielle et de transcendance.*

Na mesma obra, o autor ataca a questão da inteligência de maneira geral, fazendo um paralelo histórico:

*L'idéologie progressiste du xixe siècle a cru pouvoir réduire le problème de l'esprit humain, sous un certain rapport tout au moins, à la distinction plutôt expéditive entre «civilisés» et «barbares»; or si être intelligent c'est être réaliste, les Peaux-Rouges par exemple,*

avec leur réalisme écologique, étaient plus intelligents que les Blancs chimériquement industrialistes, et ils l'étaient, non à la surface seulement, mais en profondeur. Ce qui nous permet de faire remarquer que le naturisme des peuplades sans écriture se fonde plus souvent qu'on ne serait disposé à l'admettre sur un «choix primordial» qui est loin d'être dépourvu de sagesse; se méfiant instinctivement de l'intelligence de l'apprenti sorcier, ils ont préféré s'abstenir.

Uma das noções que Garrigou *et al.* (2001) analisam a fim de esclarecer o enigma da exposição a riscos profissionais é a das variabilidades individuais, entre as quais se distinguem aquelas que são intraindividuais e as interindividuais:

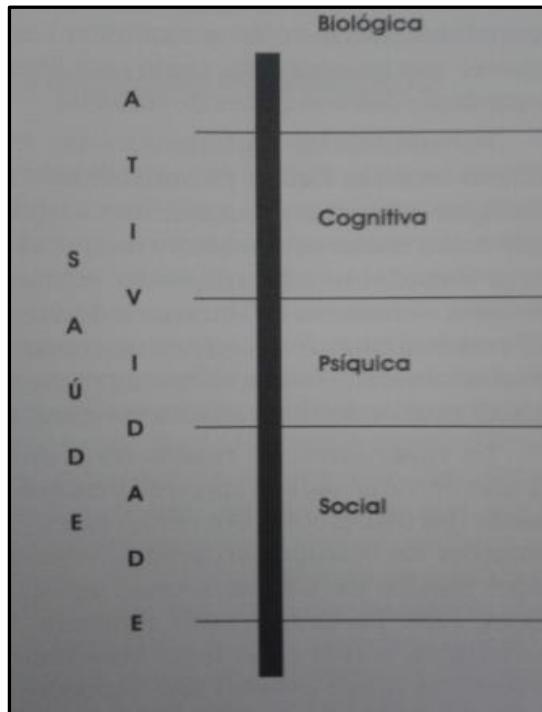
Por variabilidades intraindividuais, entendemos variações do funcionamento psicofisiológico de uma mesma pessoa, por exemplo, num dia de trabalho. Permite considerar manifestações da fadiga gerada pela atividade de trabalho, dos ciclos de sono, bem como das flutuações da vigilância ou da atenção conforme os momentos do dia ou ainda as exigências da atividade etc. Esse aspecto deve ser levado em conta de maneira incontornável, pois, muitas vezes, as primeiras explicações formuladas após um acidente referem-se a uma falta de atenção por parte dos operadores. (GARRIGOU, A. *et al.*, 2001 a apud GARRIGOU, A. *et al.*, 2007)

As variabilidades interindividuais permitem enfatizar a diversidade das características de uma população de operadores. Pode-se citar, por exemplo: as características antropométricas: altura, peso etc.; o sexo; a idade; o itinerário profissional e a experiência adquirida; a formação e a qualificação. Essas características poderão explicar representações, decisão, comportamentos, compromissos aceitos, diferentes conforme as pessoas.

Já em sua época, o filósofo Thomas Hobbes reflete sobre a existência de variabilidades interindividuais, como pode ser observado no excerto abaixo.

NATURE hath made men so equal in the faculties of the body and mind, as that, though there be found one man sometimes manifestly stronger in body or of quicker mind than another, yet when all is reckoned together the difference between man and man is not so considerable as that one man can thereupon claim to himself any benefit to which another may not pretend as well as he. For, as to the strength of body, the weakest has strength enough to kill the strongest, either by secret machination or by confederacy with others that are in the same danger with himself. (Thomas Hobbes apud FRENCH, 1910).

Além disso, Daniellou (1997, apud Garrigou, 2007) lembra que é necessário considerar um modelo de homem que integre as quatro dimensões apresentadas da figura a seguir a fim de se conseguir alcançar a complexidade da atividade e dos processos de construção da saúde:



**Figura 8: Dimensões do Modelo do Homem**

Fonte: Garrigou (2007)

Garrigou (2007) identifica cada uma das dimensões:

**A dimensão biológica** considera os esforços físicos, mas também do funcionamento fisiológico do corpo humano, por exemplo, a cronobiologia e os ritmos cicadianos.

**A dimensão cognitiva** considera os processos de busca, memorização, tratamento da informação, raciocínio e as decisões que são subjacentes a toda atividade humana.

**A dimensão psíquica**, que considera o homem como sujeito-ator de uma história que contribuiu para estruturar sua personalidade. A vida no trabalho é então vista como um dos elementos estruturantes da personalidade.

**A dimensão social**, onde o homem é um membro de vários grupos sociais. No interior desses diferentes grupos sociais e em interação entre eles irá se constituir um conjunto de valores e crenças que serão adotados pelos indivíduos.

### **3.17. Inovação em Ciência e Tecnologia**

Herédia (2004) considera serem duas situações provocadas pela inovação, “a do desemprego e a do deslocamento dos trabalhadores e sua reabsorção no mercado de trabalho. [...] a relocação de trabalhadores entre setores é problemática quando a indústria não possui programas de requalificação de sua força de trabalho.” E a preparação exigida dos trabalhadores para exercerem suas atividades também tem aumentado ao longo do tempo:

**Constata-se que os critérios de qualificação profissional perpassam as exigências da escolaridade formal, criando uma distância da escola com o mundo do trabalho. Habilidades como ler, escrever, calcular não bastam para qualificar um trabalhador tecnicamente. A mudança tecnológica é ‘um processo contínuo que conduz a novas competências e à reclassificação de postos’ [...] Estar atento às exigências do mercado e responder às suas demandas não é uma tarefa simples [...]**

Para Zilbovicius e Marx (2011), a inovação se encontra nas matrizes dos países centrais, onde se estruturam as atividades de engenharia e inovação. No caso da indústria automobilística, “A densidade de inovação tecnológica ainda permanece junto ao centro de decisão. E ele não está no Brasil, em nenhum caso.”

Latour (1998) desenvolve o que chama de primeiro princípio de qualquer estudo sobre inovação em ciência e tecnologia: o destino de uma declaração estar nas mãos do outro. No exemplo que dá neste capítulo, um gerente de hotel decide acoplar pesos às chaves dos clientes, há sucessivas transformações experimentadas pela declaração que havia fixado como aviso aos hóspedes.

Para Latour (1998):

**Las innovaciones nos enseñan que nunca trabajamos en un mundo lleno de actores a los que se puede atribuir contratos fijos. No es simplemente que su grado de unión a una declaración varíe su competencia, e incluso su definición, puede transformarse. Esas transformaciones experimentadas por los actores son de crucial importancia para nosotros cuando seguimos a las innovaciones porque revelan que el actor unificado – en este caso el cliente-de-hotel-que-olvida-la-llave – es en sí mismo una asociación compuesta de elementos que pueden ser redistribuidos.**

### **3.18. Relação entre Subjetividade e Trabalho**

Déjours e Abdoucheli (1994 apud Lancman e Uchida, 2003) afirmam que numa organização hierarquizada do tipo piramidal quanto mais se sobe na estrutura da empresa, mais se abrem as possibilidades para a expressão e imposição dos desejos de quem ocupa os postos de chefia. O que consideram é que, portanto, há apenas livre manifestação de anseios, pensamentos e desejos nos cargos mais altos. A questão da subjetividade dos trabalhadores passa pela necessidade de seu controle para que aquilo que foi traçado seja cumprido. A produção não pode ter paradas ou nada em seu caminho, assim aqueles que detêm as funções de planejamento nas empresas impõem suas diretrizes aos demais.

Michel (2012) observa que os profissionais de alto nível hierárquico, assim como os da indústria de investimentos, o controle é “emergente”, estando ligado à sensação de

autonomia de que dispõem. Não se fala, pois, de controles em que a questão do corpo esteja inserida, senão controles cognitivos em organização que são baseadas em conhecimento.

Ainda no âmbito destes controles organizacionais impostos nas empresas, Michel (2012) crê na existência de um paradoxo, o da autonomia, pois:

**Apesar de haver uma percepção dos profissionais de terem uma grande autonomia, o seu trabalho ser socialmente atraente e que os controles visíveis estariam relacionados com questões cognitivas, incluindo assim uma ausência de controle externo, focando na mente e enfatizando a autonomia e a relação trabalho e estilo de vida, havia um conflito incorporado (embodied) que criariam um curto circuito na mente, pois o sobre trabalho estariam em conflito com as necessidades do corpo. Seria uma autonomia aparente.**

Os autores distinguem a década de 80, na qual a ergonomia da França passou a considerar a diferença entre o trabalho prescrito e o real, com consequências no modo como os trabalhadores lidam com a distância entre essas duas formas. Neste contexto, é importante destacar os conceitos de inteligência e sabedoria práticas para diante da “face oculta do trabalho” (Déjours, 1993b apud Lancman e Uchida, 2003).

Falar em inteligência e saber prático vai muito além do saber-fazer prático, dos conhecimentos informais e de experiências vividas. O que os diferencia é que a inteligência e a sabedoria prática se enraízam no corpo, é desde a vivência corporal do trabalho que estas vão sendo gestadas. Implicam também uma prática ardilosa, um modo astucioso de lidar com os problemas e enigmas do trabalho. Finalmente, são utilizadas em todas as tarefas e atividades para compreender aquilo que resiste às prescrições e saberes atuais e para engendrar estratégias criativas, inovadoras e engenhosas (Lancman e Uchida, 2003).

Lancman e Ushida (2003) avaliam os anos das décadas seguintes como:

**[...] pródigos em experiências que demonstraram a importância cada vez maior das pessoas. Velhas conquistas sindicais tornaram-se obsoletas e novas demandas surgiram [...]”, referindo a novas formas de subjetividade e relações entre capital e trabalho, o que identificam ter sido parte de uma necessidade por “um sujeito que fosse criativo, inovador, flexível, adaptável, resiliente.**

Sugerem que, por exemplo, em uma reintegração dos trabalhadores com restrição laboral há também relações subjetivas devido ao grau de utilização de suas capacidades psíquicas, cognitivas e físicas. Aqueles que não podem realizar tarefas, os “restritos”, teriam que passar as tarefas que não podem fazer aos demais. A conclusão que obtêm é que o campo das relações entre subjetividade e trabalho é algo novo e que se trata de um desafio a

consideração da complexidade em intervenções e tratamentos de pessoas que adoeceram devido ao trabalho.



## 4. IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES

### 4.1. Análise dos Fluxos Relevantes

A seguir, a relação de disciplinas ministradas pelo PRO que poderiam fazer uso dos equipamentos e softwares oferecidos pelo laboratório.

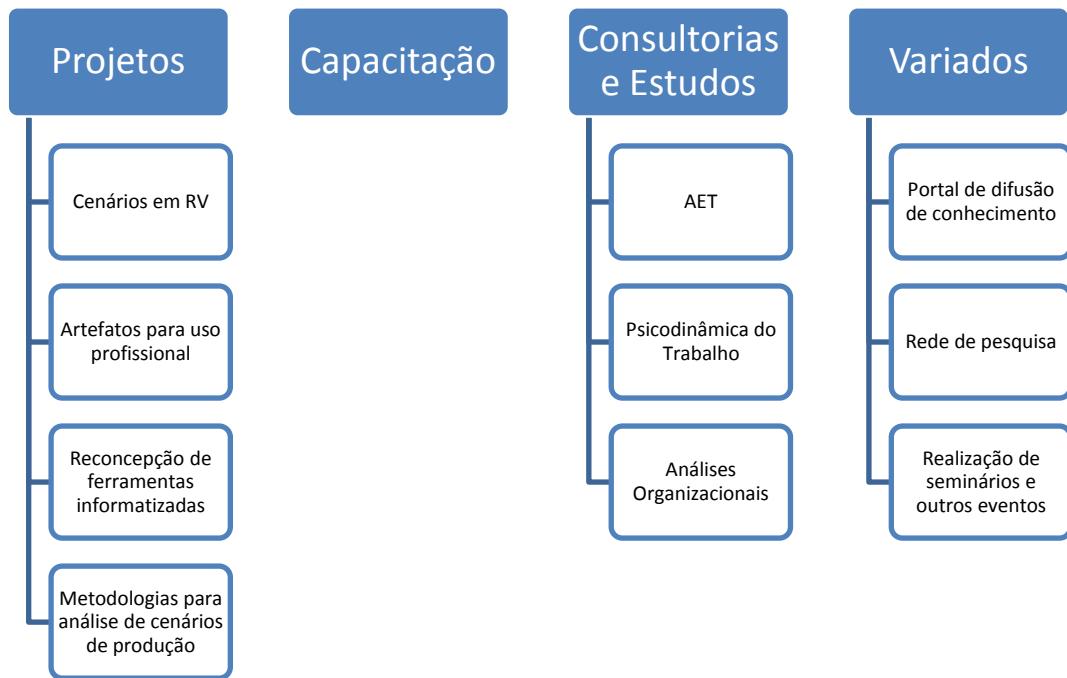
**Tabela 1: Disciplinas do departamento que poderiam ser atendidas pelo LEPET**

Fonte: Elaborada pelo autor

Código da Disciplina	Nome da Disciplina	Curso
PRO 2313	Ergonomia, Saúde e Segurança do Trabalho	Engenharia de Produção
PRO 2315	Ergonomia I	Design
PRO 2317	Ergonomia II	Design
PRO 2319	Ergonomia em Projetos de Engenharia	Engenharia Ambiental
PRO 2719	Materiais e Processos de Produção 3 (MPP3)	Design
PRO 2715	Projeto do Produto e do Processo	Engenharia de Produção
PRO 2720	Projeto e Engenharia do Produto III	Design

A lista de disciplinas acima teria espaço para considerar ainda as disciplinas PRO2901 e PRO2902, que são as de Trabalho de Formatura e Estágio Supervisionado I e II, nas quais os alunos poderiam desenvolver projetos que utilizassem os recursos do laboratório. Todavia, há a possibilidade de utilização por disciplinas de outros departamentos, segundo as necessidades e o desenvolvimento de parcerias.

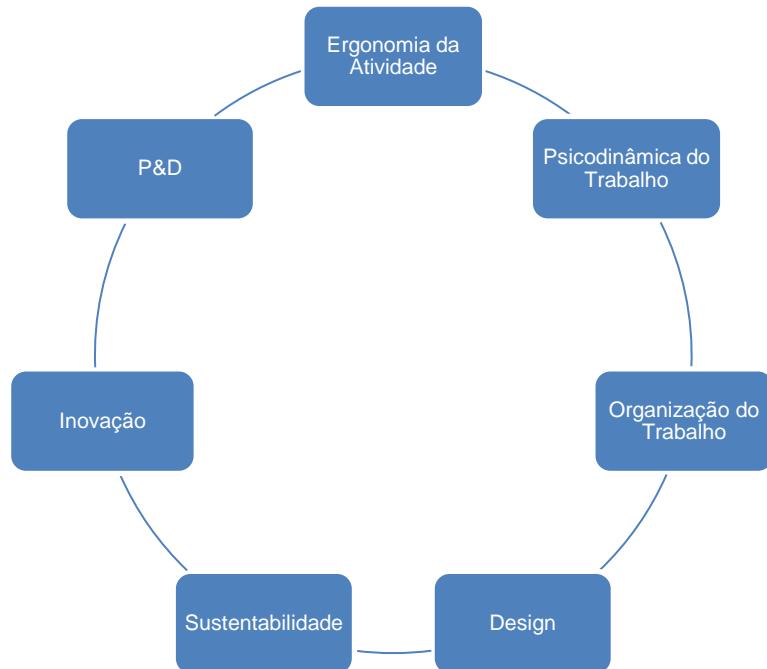
Além das aplicações didáticas, outras ações potenciais são identificadas e se encontram na figura a seguir.



**Figura 9: Ações potenciais do LEPET**

Fonte: Elaborada pelo autor

Como consequência de um espectro amplo de ações, o escopo do LEPET deve envolver diversos campos do conhecimento.



**Figura 10: Escopo do laboratório**

Fonte: Elaborada pelo autor

## 4.2. Levantamento de Informações

Com relação ao levantamento da voz dos interessados no projeto do laboratório, inicialmente foram criados roteiros – vistos no apêndice B – com a finalidade de identificar quais recursos seriam considerados mais importantes pelos professores e pesquisadores do departamento.

Contudo, as entrevistas foram realizadas de forma personalizada, levando-se em conta as atividades realizadas por eles devido ao número de entrevistados ser relativamente pequeno e o conteúdo poder ser tratado de modo mais aprofundado por meio de formas mais livres do que, por exemplo, perguntas binárias.

### 4.2.1. Consulta ao Doutorando em Engenharia de Produção Claudio Brunoro

O pesquisador do PRO, apesar de não se valer atualmente de nenhum dos laboratórios da USP, acredita que tanto o software Actogram Kronos para tratar de observações cronológicas como aqueles para desenvolvimento de ambientes virtuais como o VR Toolkit podem ser utilizados no laboratório, o qual auxiliaria a realização de futuras Análises Ergonômicas do Trabalho.

Devido a diversos assuntos estarem começando a serem integrados, observa que há uma necessidade de aumento da visibilidade do laboratório, que se faz necessária a existência de pessoas preparadas para utilizar os recursos e que materiais de coleta de dados devem ser adquiridos a fim de que os pesquisadores não necessitem levantar recursos próprios para empregá-los, citando como exemplo câmeras, equipamentos de gravação, tripés e acessórios.

### 4.2.2. Consulta ao Doutorando em Engenharia de Produção Felipe Mujica

Embora o pesquisador estivesse em fase de desenvolvimento de revisão bibliográfica e não utilizasse nenhum laboratório naquele momento, recentemente, ao fazer experimentos para um estudo de conforto de passageiros, havia utilizado o Laboratório de Engenharia de Conforto (mock up de avião) da Engenharia Mecânica em companhia de alguns equipamentos do LEPET.

Neste trabalho em parceria com a Embraer, foram utilizados: manta de pressão, câmeras de vídeo, tripé fotográfico, notebook e os softwares Actogram Kronos, Ramsis, ilive/iMovie, word, excel e Snipping Tool.

Ressalta também, devido à sua experiência em monitorias das disciplinas de Ergonomia I – PRO2315 e Ergonomia, Saúde e Segurança no Trabalho – PRO2313, que são

importantes em sala de aula: frequencímetros polar, antropômetros, fitas métricas, halteres de mão, decibelímetro, dosímetro, anemômetro, higrômetro, medidor de estresse térmico.

Para ele, o laboratório pode possuir equipamentos e pessoal preparado para ministrar cursos de graduação, pós-graduação e extensão universitária, bem como capacitação e treinamento em empresas, além de consultorias de extensão ligadas à pesquisa acadêmica em diversos níveis (graduação, iniciação científica, trabalhos de formatura, pós-graduação, especialização, mestrado e doutorado).

#### **4.2.3. Consulta ao Doutorando em Engenharia de Produção Ivan Bolis**

O pesquisador, normalmente, utiliza a sala de pesquisa do grupo de estudos TTO e, de modo menos intenso, a sala de pós-graduação e a biblioteca. Em sua pesquisa atual, é suficiente o pacote Office da Microsoft, todavia já utilizou ferramentas específicas como Visio e Project (também da Microsoft). Quando fez análises ergonômicas do trabalho, menciona a importância de se ter uma filmadora, o software Kronos, um laptop e uma impressora. Em sua opinião, teria sido relevante ter outras ferramentas como palmares, conexos a Kronos e outras ferramentas mais específicas, de ergonomia física.

Em seu projeto sobre a relação entre trabalho e sustentabilidade, principalmente de cunho teórico e composto por entrevistas, o laboratório não seria necessário *a priori*, porém poderia dar suporte a atividades relacionadas a análises ergonômicas do trabalho. Também desenvolveu projetos de análise ergonômica do trabalho em ambiente hospitalar e observa que as ferramentas de ergonomia física poderiam ter sido interessantes para uma melhor aprendizagem.

#### **4.2.4. Consulta à Professora Dra. Uiara Bandineli Montedo**

A entrevistada, integrante do Grupo de Pesquisa TTO e do Grupo de Pesquisa em Design, ministra disciplinas aos cursos de graduação em Engenharia de Produção e Design bem como à Especialização em Ergonomia em Sistemas de Produção da USP.

Na entrevista, destacou a aplicação de instrumentos de Biomecânica e Antropometria para ensino no curso Ergonomia I – PRO2315, cujo objetivo é apresentar os conceitos básicos da Ergonomia e suas aplicações para o Design. Além disso, colocou em evidência o uso do software Morae na disciplina de Ergonomia II – PRO2317, com o intuito de possibilitar aos alunos maior entendimento sobre os conceitos relacionados a atividades humanas e usos. Para obter o aproveitamento ideal destas ferramentas, vê como primordial a capacitação de pessoal.

Relata que, em várias situações, os próprios professores têm que transportar equipamentos entre as unidades da USP e fazer sua guarda (vide equipamentos da Figura 11),

podendo surgir problemas relacionados à segurança, e que este tipo de incumbência também lhes demanda esforço físico. Outra dificuldade que expõe é o emprego de versões *trial* (de testes), cujas licenças expiram após algum tempo, tornando-se um empecilho para a reutilização em semestres posteriores devido ao número limitado de computadores.



**Figura 11: Trenas (acima) e pesos de 1 quilograma (abaixo)**

Fonte: Fotos tiradas pelo autor

Entende o laboratório como um espaço de convivência, o qual permite que se acompanhe de maneira mais clara o andamento dos diversos projetos realizados no departamento e onde há difusão de conhecimento, seja por meio de seminários ou mediante outros eventos por ele encorajados, como palestras. Dessa maneira, julga fundamental o desenvolvimento de parcerias e a busca por formas de atrair os alunos, além de uma organização própria para se beneficiar dos editais da USP.

#### **4.2.5. Consulta à Professora Dra. Selma Lancman**

A professora é titular do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), além de ser secretária geral da Associação Internacional de Psicodinâmica do Trabalho (AIPPT). Explica que na FMUSP há um sistema diferente de laboratórios: são os chamados Laboratórios de

Investigação Médica (LIM), que possuem verba para funcionamento de acordo com a produção de cada um, sendo o valor dividido entre todos os pesquisadores que compõem o laboratório. Tal composição usa como critério básico a produção científica. Paralelamente, existem organizações em estruturas informais, sem verba, nem representação formal na universidade.

No caso específico da FMUSP, há outro tipo de estrutura: os laboratórios de habilidades para aulas práticas na área de saúde, cujo intuito é o de capacitar o estudante para a prática hospitalar, com o aperfeiçoamento de técnicas e procedimentos, levando-o a manusear materiais e a se familiarizar com os passos da execução.

Selma acredita que a principal necessidade seria apoio de recursos humanos (uma secretaria, por exemplo), que pudesse agilizar projetos, buscar editais, realizar a prestação de contas e gerenciar o ambiente virtual mas também vinda de convidados, intercâmbio de alunos. No caso de recursos humanos, lança a ideia de que a secretaria fosse responsável por projetos e laboratórios interdisciplinares, independentemente de onde ficasse sediada.

#### **4.2.6. Consulta ao Professor Dr. Eduardo de Senzi Zancul**

O professor da Poli USP é vice-coordenador do curso de Engenharia de Produção da instituição, atua em ensino e pesquisa em gestão do desenvolvimento de produtos, Product Lifecycle Management (PLM) e manufatura aditiva, além de ter experiência na área de consultoria estratégica, tendo trabalhado em uma grande empresa multinacional do setor.

Também é vice-coordenador do InovaLab@POLI, complexo laboratorial que conta atualmente com bolsistas, monitores, estagiário e funciona no período vespertino, oferecendo recursos avançados para projetos de engenharia como softwares, hardware, impressoras 3D.

Na entrevista, o professor revelou ter orientado três Trabalhos de Formatura relacionados a este laboratório: o primeiro tratou da determinação de requisitos para a implantação do laboratório (ARAÚJO, R. F., 2010), o segundo propunha a seleção e implementação de um sistema PLM no laboratório (PAGOTTO, M., 2011) e o terceiro se destinava ao projeto e implantação de um ambiente integrado de desenvolvimento de produtos (MANCANARES, C. G., 2012).

O InovaLab@POLI foi montado com a ajuda dos alunos monitores, e seu ambiente físico conta com: duas salas de reunião com disponibilidade de televisão para apresentação e discussão de materiais digitais; um salão com computadores e impressoras 3D; uma mesa

flexível de trabalho em equipe e reunião, também equipada com televisão para apresentação e discussão de materiais, possuindo também um ambiente virtual<sup>2</sup>.

#### **4.2.7. Consulta ao Professor Dr. Mario Sergio Salerno**

O entrevistado é professor titular do PRO e consultor de vários organismos nacionais e internacionais e de empresas, nas áreas de organização, gestão da inovação e políticas de desenvolvimento produtivo tanto no setor secundário como no terciário da economia.

Como coordenador do Observatório da Inovação e Competitividade (OIC) do Instituto de Estudos Avançados da USP (IEA), um dos Núcleos de Apoio à Pesquisa (NAPs) da universidade, vê esta modalidade de financiamento como importante para o orçamento dos projetos de pesquisa mas também para que fiquem em evidência. Considera que os principais resultados obtidos pelo OIC até o momento sejam a difusão de conhecimento, o aumento da visibilidade do grupo e seu crescimento.

O Programa de Incentivo à Pesquisa da Reitoria da USP reuniu 122 propostas envolvendo dois mil pesquisadores da entidade<sup>3</sup>, submetidas à análise de uma comissão externa multidisciplinar, a qual recomendou para financiamento pela Reitoria 43 e reconheceu adicionalmente o mérito de grande número de outras propostas. O professor explica que o diferencial que possibilitou ao Observatório ser escolhido advém da diversidade de sua equipe, pois é formada por profissionais da Engenharia, Medicina, Direito, Economia, Ciências Sociais, entre outras áreas do conhecimento.

Em relação à formação de engenheiros atualmente, tema tratado pelo OIC em um dos eventos abertos de discussão por ele organizado em agosto de 2013, o professor acredita que o currículo da Poli, sua história, nome, o padrão estabelecido para o curso de Engenharia e a possibilidade de Duplo Diploma (DD) posicionam a faculdade de modo atrativo para os jovens no vestibular, o que traz à escola um bom prospecto em termos estratégicos para as próximas décadas.

#### **4.2.8. Consulta ao Professor Dr. Laerte Idal Sznelwar**

O professor em RDIDP (dedicação exclusiva) do PRO tem experiência em Ergonomia, Saúde do Trabalhador e Psicodinâmica do Trabalho, sendo integrante do Grupo de Pesquisas do TTO.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://sistemas-producao.net/inovalab/crie-e-projete/sala-projetos/>. Acesso em out. 2013.

<sup>3</sup> Disponível em: <http://www.usp.br/prp/pagina.php?menu=6&pagina=23>. Acessado em jun. 2013.

A respeito da gestão do conhecimento, vê a questão como relacionada tanto ao destino que se dá à produção dele em forma de publicidade como em termos de permitir o acesso ao que está sendo desenvolvido no laboratório (pesquisa, atividades de extensão, colóquios, seminários etc), sugerindo também a existência de um repositório de informação com vídeos gravados. Há assim, para ele, tipos de gestão do conhecimento diferentes, uma seria uma editoria científica, que depende de conhecimentos específicos, a outra seriam as próprias reuniões de trabalho, já que os conteúdos tratados devem sempre estar ligados ao que os professores e pesquisadores fazem.

Julga ser importante a presença de pessoal técnico, pois a estrutura de núcleo precisa de *staff* fundamental à pesquisa, o que também vale para a questão administrativa: o apoio técnico-administrativo é importante para formação de uma estrutura que pode tanto estar dentro do próprio laboratório, como fazer parte de um grupo mais amplo como um departamento.

Sobre a rotatividade dos alunos, acredita que haja diferentes interesses envolvidos: há o aluno pragmático, que quer terminar a sua graduação tendo feito uma Iniciação Científica a respeito de um tema que lhe interesse; há aquele que se interessa por determinado assunto e quer desenvolver-se nele; há o aluno que gosta de fazer uma reflexão mais teórica sobre o trabalho ou sobre questões que ligadas a outras abordagens de ergonomia, de psicodinâmica ou de organização do trabalho. Por não ver o laboratório como sendo apenas para alunos de engenharia, o leque de ações possíveis, em sua opinião, deve ser bastante amplo: desde práticas como projetar produtos até ações conjugadas com outros laboratórios. Portanto, além de ações tipicamente laboratoriais no sentido estrito do termo, o professor o entende como um lugar de aprofundamento de discussões teóricas e realização de seminários.

Quanto ao espaço físico, releva tanto a necessidade de um específico do laboratório como o compartilhamento de outros espaços numa estrutura de escola, de forma a propiciar condições para que haja eventos, reuniões e conferências, ressalvando que haja uma coordenação dos atores que estão no mesmo espaço físico para não se criar um elefante branco.

Quando perguntado sobre a viabilidade do uso do laboratório para a realização do trabalho de campo dos alunos da disciplina de PRO2313 – Ergonomia, Saúde e Segurança do Trabalho, pondera que por ser feito numa situação real de trabalho, numa empresa, é um exercício mais voltado a métodos, eventualmente, podendo-se usar um ou outro equipamento, todavia não em escala para 70 alunos, tamanho médio das turmas de Engenharia de Produção.

#### **4.2.9. Consulta ao Professor Dr. Fausto Leopoldo Mascia**

O professor entrevistado tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Ergonomia e também atua em regime de dedicação exclusiva.

Embora não utilize nenhuma ferramenta física para coleta de dados em suas pesquisas, que hoje se concentram em projetos com a gestão intermediária de empresas e prestadores de cadeia logística, menciona a importância do uso de softwares para análise do trabalho. Relata que podem surgir casos em que os trabalhadores se queixem de dificuldades por conta do ambiente de trabalho, situação em que lançaria mão de ferramentas para análise, por exemplo, do ruído ou da iluminação de forma complementar à questão central do conteúdo do trabalho.

Além das pesquisas individuais, propõe que se organizem seminários e outros eventos como encontros e palestras que incentivem a elaboração de conhecimentos, aproximando as diferentes pessoas que participem do laboratório, pois acredita que a questão do trabalho seja multidisciplinar.

O professor atenta ao fato de que a Engenharia de Produção, em particular, tem características diferentes das demais habilitações oferecidas na Poli, portanto vê o laboratório como um lugar que não apenas sirva para produção de dados e realização de experimentos, mas que também auxilie na elaboração de métodos de trabalho, gestão e controle da produção. Pressupõe que, por se situar em uma escola de Engenharia, deva gerar sempre aplicações aos conhecimentos.

Para ele, a visibilidade de um laboratório é adquirida por meio dos projetos realizados com a participação de diversos atores. O professor sugere que se pense em como atrair os alunos da graduação aos projetos de pesquisa, pois, muitas vezes, estão alheios aos conteúdos que os docentes estão pesquisando e que não se dissocie o conteúdo das aulas e das pesquisas. Cita sua experiência com os alunos do curso de Design em visita a empresas e a realização de iniciações científicas, ambas ligadas ao projeto de conforto de passageiros em que se envolveu recentemente.



## 5. COMPARAÇÃO COM OUTROS LABORATÓRIOS

### 5.1. Definições Iniciais

Segundo o guia BABOK (2011), “os estudos de benchmarking são realizados para comparar as forças e as fraquezas de uma organização em relação aos seus pares e concorrentes.”

O guia descreve este tipo de estudo como a comparação de “práticas organizacionais com as melhores práticas que existem nas empresas concorrentes, no governo ou na indústria”. Como objetivo, é considerada a determinação de como alcançar níveis superiores de performance e de como desenhar projetos para melhorar as operações da organização. Também recomenda que se identifiquem as organizações que são líderes no setor.

Para fins de benchmarking, alguns laboratórios nacionais e internacionais foram identificados como possíveis modelos ou detentores de características potencialmente interessantes, como mostrado na tabela abaixo:

**Tabela 2: Instituições da Comparação**

Fonte: Elaborada pelo autor

Laboratório	Instituição
Laboratório de Ergonomia e Usabilidade	Universidade de Caxias do Sul (UCS)
Laboratório de Ergonomia e Engenharia de Segurança do Trabalho (LEEST)	Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Laboratório de Ergonomia e Usabilidade (LEU)	Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Laboratório de Ergonomia	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Labergon	Universidade do Estado do Pará (Uepa)
ERGOLAB	Universidade de Campinas (UNICAMP)
Laboratorio di Ergonomia Applicata e Sperimentale (LEAS)	Università degli Studi di Napoli Federico II

Nas próximas seções, são abordados aspectos relevantes de cada um deles.

## 5.2. Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UCS

Possui base de produtos, hardware e software para análise ergonômica e de usabilidade de produtos e interfaces gráficas. Sua finalidade principal é adaptação dos produtos a seus usuários, melhorando a compreensão de uso e vida útil e atende a grupos de 25 alunos dos cursos de design e engenharia. Na figura abaixo, é possível ver que conta com sala de projetos relativamente ampla.



**Figura 12 - Sala de Projetos do Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UCS**

Fonte: Página do laboratório na internet<sup>4</sup>

## 5.3. LEEST da UDESC

O LEEST da UDESC-Joinville tem por objetivo o apoio ao ensino e ao desenvolvimento de pesquisas de cunho tecnológico e científico na área de ergonomia e engenharia de segurança do trabalho.

Devido à cidade possuir empresas com participação nos mercados interno e externo, sua importância se dá por ser uma fonte de pesquisa na área de Ergonomia e Engenharia de Segurança do Trabalho. O laboratório visa a manter a competitividade das empresas por meio da melhoria contínua de seus modelos e ferramentas de gestão, das condições ergonômicas de

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.ucs.br/portais/cent/laboratorios/513/>. Acesso em ago. 2013.

suas máquinas e equipamentos, além da segurança que proporcionam aos seus operadores, fatores que influenciam no desempenho produtivo e, consequentemente, no posicionamento competitivo de cada uma no mercado.

Os tipos de medições lá realizadas se encontram abaixo e os equipamentos existentes para realizá-las estão no apêndice C.

- Laudo técnico de condições ambientais do trabalho
- Medição do conforto técnico
- Medição do nível de ruído
- Medição da intensidade da luz
- Medição da velocidade do ar

#### **5.4. LEU da UFPR**

A UFPR, à semelhança da Poli, possui grupos de pesquisa multidisciplinares. O grupo de Ergonomia procura desenvolver pesquisas relativas às interfaces do sistema humano/tecnológico voltadas ao setor industrial, aplicando técnicas e métodos de avaliação ergonômica por meio de software de simulação voltados a produtos e processos industriais.

As áreas em que há concentração de esforços são: simulação humana, usabilidade de produtos, análise da atividade de trabalho e engenharia de produto. Estas linhas de pesquisa contam com alunos de mestrado, de iniciação científica e profissionais voluntários de demais áreas (engenharia, design e profissionais de saúde).

No apêndice D, encontra-se o modelo esquemático do mapa do site do laboratório da UFPR.

#### **5.5. Laboratório de Ergonomia da UFMG**

Este laboratório atua na capacitação técnica de programas de prevenção, dinâmica de sistemas produtivos e planejamento e controle da produção. Além disso, realiza serviços de intercâmbio técnico entre a escola e empresas, cursos (abertos e fechados) e se relaciona com as áreas de organização do trabalho e avaliação ambiental.

No apêndice E, consta a lista de materiais de que dispõe.

#### **5.6. Labergon da Uepa**

De modo geral, o Labergon da Uepa tem como objetivo estudar a concepção e o uso de novas tecnologias, equipamentos, instrumentos de trabalho e novos modelos gerenciais nos

contextos de trabalho e suas implicações (humanas, organizacionais e materiais) para reestruturação de processos produtivos, quando necessários.

Como objetivos específicos, este laboratório visa a:

- Desenvolver pesquisas na área da engenharia do trabalho.
- Orientar trabalhos de conclusão de curso e monografias voltados para a temática da ergonomia.
- Desenvolver e aprovar trabalhos acadêmicos em congressos e revistas especializadas.
- Desenvolver artigos para apresentação em congressos, seminários e/ou encontros, na linha de pesquisa da ergonomia.

As atividades que realiza são:

- Desenvolvimento de modelos antropométricos.
- Promoção de palestras e seminários sobre a qualidade de vida e segurança do trabalho nos setores públicos e privados.
- Visitas técnicas a empresas.

### **5.7. LEAS da Università degli Studi di Napoli Federico II**

O LEAS é afiliado ao grupo de estudo de Inovação Centrada em Ergonomia, ICE, estabelecido no Centro Interdepartamental da Universidade Federico II. Fundado em 2002, realiza projetos de pesquisa e consultorias nos campos de desenvolvimento e validação de fatores humanos. As linhas de pesquisa seguidas por ele são:

- Ambientes de utilização
- Ambientes de trabalho e equipamentos em contexto de risco
- Avaliação de performance
- Acessibilidade
- Ambiente de interação artificial
- Sustentabilidade

Como principais produtos típicos do LEAS, destacam-se:

- Programas de pesquisa para produtos/ambientes/desenvolvimento de serviços
- Diretrizes de desenvolvimento
- Relatórios de teste e validação

- Especificações técnicas ergonômicas
- Análise da atividade e de arranjo físico
- Planos de melhoria ergonômica
- Serviços educacionais ad hoc

Tem como principais equipamentos:

- Sala de observação
- Rastreador de olhos autônomo
- Manequim ergonômico virtual
- Câmera montada em cabeçote
- Medidor de Chroma

Alguns de seus produtos estão disponíveis para acesso livre como os programas de avaliação de risco e o manual da figura abaixo.

<b>ERA Ergonomic Risk Assessment</b> SW for ergonomic risks assessment in whitegood industry 1.2 Release Win Operating Systems only 	<b>ERaph Ergonomic Risk Assessment in Pharmaceutical Plants</b> Sw for ergonomic and architectural integrated risks assessment in pharmaceutical plants Beta Release Win Operating Systems only  
<b>Manuale di raccomandazioni ergonomiche per le postazioni di lavoro metalmeccaniche</b> 781 Kb, open access e-Book, free download 	

**Figura 13: Conteúdo do LEAS disponível para download**

Fonte: Página do laboratório na internet<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Disponível em: <http://www.leas.unina.it/>. Acesso em ago. 2013.

Alguns dos membros de seu staff têm certificação de competências profissionais em Ergonomia. O título Ergonomista Europeu se trata de uma certificação que segue um processo de revisão por pares cobrindo educação, treinamento supervisionado e experiência.

## 6. RECURSOS EXISTENTES E PLANEJADOS

### 6.1. Recursos Existentes

O inventário dos recursos de que o laboratório dispõe hoje que se encontram na secretaria pode ser visto no apêndice F. No entanto, há ainda um grupo de equipamentos especiais guardados nas salas dos professores, cujo levantamento de valor de mercado atual se encontra no apêndice G. Neste tópico, apresentaremos todos estes equipamentos e softwares.

#### 6.1.1. Frequencímetros e Cronômetros

Os frequencímetros Polar RS400 e RS800CX (vistos na figura abaixo) possuem conexão infravermelho USB 2.0, o que lhes permite estabelecer comunicação bidirecional entre um monitor e um microcomputador por meio de sinais infravermelhos de um dispositivo IrDA. Têm como funções principais de medição:

- Frequência cardíaca contínua bpm / %
- Frequência cardíaca média
- Percentual da frequência máxima
- Frequência cardíaca média por tempo parcial
- Frequência cardíaca máxima estimada
- Frequência cardíaca máxima por tempo parcial



**Figura 14: Frequencímetros Polar RS400 e RS800CX**

Fonte: Página do fabricante na internet<sup>6</sup>

Há também, no inventário, 19 cronômetros da marca Technos e 40 de modelo antigo da marca Jaquet.

<sup>6</sup> Disponível em <http://www.polar.com/en/products>. Acesso em set. 2013.

### 6.1.2. Luxímetro e Fotômetro

O luxímetro Icel LD-500 (figura abaixo) e o fotômetro GE Light 213 são utilizados para medir intensidade luminosa de ambientes. Este é um medidor do nível de luminosidade com correção por cor, por isso é possível obter leituras independentemente da temperatura da cor da fonte luminosa ou do ângulo da luz que atinge a célula.



**Figura 15: Luxímetro Icel**

Fonte: Página do fabricante na internet<sup>7</sup>

### 6.1.3. Anemômetro e Higrômetros

O anemômetro Testo 405-V1 possui punho telescópico de 300 mm e visor giratório. Pode medir tanto velocidade como caudal, além de temperatura.



**Figura 16: Anemômetro Testo 405 V1**

Fonte: Página do fabricante na internet<sup>8</sup>

O higrômetro Testo 605 H1 (Figura 17) é dobrável por articulação rotativa e realiza a função de cálculo do ponto de orvalho. Além dele, há um termo-higrômetro de leitura direta

<sup>7</sup> Disponível em [http://www.icel-manaus.com.br/produto\\_descricao.php?id=635&](http://www.icel-manaus.com.br/produto_descricao.php?id=635&). Acessado em set. 2013.

<sup>8</sup> Disponível em <http://www.testo.com.br/online/>. Acessado em set. 2013.

da marca Instrutherm, cujas funções e especificações se encontram abaixo nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.



Figura 17: Higrômetro Testo 605 H1

Fonte: Página do fabricante na internet<sup>9</sup>

**Tabela 3: Funções do termo-higrômetro Instrutherm**

Fonte: Página de revenda na internet<sup>10</sup>

Função	Tipos de sensor(es)	Escalas	Unidade(s) de Medida	Mínimo	Máximo	Precisão
Velocidade do ar	Anemômetro	0,4 a 20 m/s (80 a 4000 fpm)	m/s - km/h - mph - fpm - knots - Bft	-	-	± (2% leitura + 0,2m/s)
Temperatura	Termômetro Bulbo Seco	-10 a 50 °C	°C / °F / WB	-10°C / 32°F	50°C / 122°F	±0,5°C ±0,9°F
Umidade	Higrômetro	5 a 90% UR	%RH / %UR / td	0%	80% não condensante	± 4% UR

<sup>9</sup> Disponível em <http://www.testo.com.br/online/>. Acessado em set. 2013.

<sup>10</sup> Disponível em <http://www.instrutemp.com.br/instrutemp/departamento/270/anemometros>. Acessado em set. 2013.

**Tabela 4: Especificações do termo-higrômetro Instrutherm**Fonte: Página de revenda na internet<sup>11</sup>

Taxa de atualização	Modo Economia de energia	Tipo de mostrador	Alimentação	Dimensões máximas	Peso máximo
0,5 s	Desligamento Automático	Display de Cristal Líquido (LCD)	Bateria padrão 9v / pilhas AA / pillhas AAA / Bateria recarregável	150 x 60 x 30 mm	200 g

#### 6.1.4. Decibelímetros e dosímetro

O laboratório dispõe de um conjunto de decibelímetros das marcas Entelbra, Lutron (figura abaixo) e Simpson capazes de medir sons numa amplitude entre 30 dB e 130 dB aproximadamente.

**Figura 18: Decibelímetro Lutron SL-4001**Fonte: Catálogo do fabricante<sup>12</sup>

O dosímetro de ruído Simpson é utilizado para cálculo de doses de exposição ocupacional com a finalidade de medir o nível sonoro do ambiente para proteção pessoal

<sup>11</sup> Disponível em <http://www.instrutemp.com.br/instrutemp/departamento/270/anemometros>. Acessado em set. 2013.

<sup>12</sup> Disponível em <http://www.sunwe.com.tw/lutron/SL-4001.PDF>. Acessado em set. 2013.

(EPI). É possível transferir dados ao computador para elaboração de relatórios minuto a minuto e de histogramas. Atende aos requisitos da NR-15 e NHO-01.



**Figura 19: Dosímetro de ruído Simpson 897**

Fonte: Página da revenda na internet<sup>13</sup>

#### 6.1.5. Paquímetros, Micrômetros, Antropômetros e Trenas

Pertence ao laboratório um conjunto de equipamentos da marca Mitutoyo (sete paquímetros e oito micrômetros). Além deles, há uma trena antropométrica para realização de medidas de segmentos e circunferências corporais, cujas especificações se encontram na Tabela 5 e um antropômetro Cescorf quatro em um (estadiômetro, infantômetro, régua e paquímetro) para medir estatura e seguimentos corporais – suas especificações se observam abaixo, na Tabela 6.

**Tabela 5: Especificações da trena antropométrica**

Fonte: Página de representante na internet.<sup>14</sup>

Unidades de Medida	Máximo	Mínimo	Precisão	Material	Facilidades	Dimensões máximas	Peso máximo
milímetros, centímetros, polegadas.	2m	-	milímetros	Fibra de vidro maleável inelástica	Retração automática, escalas dos dois lados.	8cm x 8cm x 3cm	100g

<sup>13</sup> Disponível em <http://www.instrutemp.com.br/instrutemp/produto/322/dosimetro+de+ruido+simpson+897>. Acessado em set. 2013.

<sup>14</sup> Disponível em <http://www.cardiomed.com.br/avaliacao-fisica/medidas-antropometricas/fita-ou-trena-de-medidas-antropometricas-205-cm-201-seca.html>. Acessado em set. 2013.

Existe um kit de medição de distância e inclinação (trena a laser GLM 80 e inclinômetro R 60, ambos da fabricante Bosh, vide Figura 20).

**Tabela 6: Especificações do Antropômetro Portátil**

Fonte: Página de representante na internet<sup>15</sup>

Função	Unidades de Medida	Máximo	Mínimo	Precisão
Estadiômetro	Mm	2 m	1 mm	1 mm
Infantômetro	Mm	1,5 m	1 mm	1 mm
Régua	Mm	1 m	1 mm	1 mm
Paquímetro	Mm	500 mm	1 mm	1 mm



**Figura 20: Kit de medição integrada de distância e inclinação**

Fonte: Página da fabricante na internet<sup>16</sup>

#### 6.1.6. Medidores

O laboratório conta com um medidor de stress térmico IBUTG com bulbo seco e úmido e higrômetro para medição de temperatura do ar, temperatura global e umidade. Suas especificações se encontram no Anexo A.

Há também um multimedidor (Figura 21) para uso em sala de aula e tomada de medidas ambientais, cujas especificações se encontram no Anexo B e uma Manta de Pressão – FSA 4.0 Pressure Mapping System – Xsensor, com a qual realiza o monitoramento de pressão

<sup>15</sup> Disponível em <http://www.lojanutriveda.com/equipamentos/antropometro/antropometro-cescorf.html>. Acessado em set. 2013.

<sup>16</sup> Disponível em <http://www.boschferramentas.com.br/br/pt/professional/>. Acessado em set. 2013.

utilizada com o intuito de mapear os diversos pontos do corpo em contato com assentos e encostos (pontos com maior pressão estão relacionados à sensação de desconforto).



**Figura 21: Multimedidor (Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro)**

Fonte: Página da revenda na internet<sup>17</sup>

### 6.1.7. Óculos de rastreamento ocular

#### 6.1.7.1. Rastreamento ocular

O processamento visual de cenas é delimitado pelas propriedades neuroanatômicas do sistema visual humano. A região que permite maior acuidade visual é a chamada região foveal, uma área do ponto de fixação, compreendendo entre um e dois graus do ângulo visual. A fóvea está centrada no eixo ótico do olho, tendo uma alta densidade de células especializadas, denominadas cones, fotorreceptores responsáveis pela percepção visual de detalhes de forma e cor. A informação aí recebida é enviada para o córtex visual no cérebro, que

<sup>17</sup> Disponível em <http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/>. Acessado em set. 2013.

**destina grande parte de sua área para o processamento da informação foveal (magnificação cortical). (MAIA, 2008).**

Os estudos de rastreamento ocular (*eye-tracking*) tiveram seu início, como relatam Just & Carpenter (1976) apud Maia (2008), com a pesquisa especificamente voltada para a leitura. O oftalmologista francês Louis Javal reportou estudo em que observou a olho nu crianças lendo textos, concluindo que seus olhos não pareciam mover-se continuamente ao longo das linhas: faziam uma série de pausas separadas entre si por pequenos saltos, as quais chegavam a atingir velocidades altíssimas de até 700 graus por segundo. Posteriormente, os estudos tenderam a se concentrar na duração das fixações.

#### **6.1.7.2. Descrição do material**

O material tem duas funções principais:

- Rastreamento do olhar com 1 câmera, 1 microfone e 1 sensor e 4 iluminadores infravermelhos embutidos.
- Gravação de dados (rastreamento de olhar, audio, vídeo, fotografias do ambiente e posicionamento de marcadores infravermelhos).

Para a primeira função, dispõe de sensor infravermelho embutido, iluminação infravermelha para rastreamento de olhar, microfone (captação da voz do usuário), câmera de vídeo para captura de quadros individuais e filme contínuo (captação da visão do usuário).

A Tabela 7 mostra algumas características desta mesma função.

**Tabela 7: Características da função rastreamento**

Fonte: site do fabricante na internet

<b>Ângulo mínimo de filmagem de cena</b>	<b>Tamanho mínimo dos quadros de filmagem</b>	<b>Resolução mínima e formato de arquivos fotográfico</b>	<b>Captura de Vídeo contínuo: resolução mínima e formato arquivos de vídeo</b>
56° na horizontal e 40° na vertical	55 x 175 x 155 mm 2,2 x 6,9 x 6,2”	1,3 Mega Pixels – JPEG	640x480 pixels - NJPEG2000 - 30Hz

A Tabela 8 mostra as características da função de gravação.

**Tabela 8: Características da função gravação**

Fonte: site do fabricante na internet

<b>Tipo de mostrador</b>	<b>Armazenamento de dados</b>	<b>Alimentação</b>	<b>Dimensões máximas</b>	<b>Peso máximo</b>
Display OLED com dimensões mínimas de 160x128pixels	Cartão de memória SD-HC	Bateria recarregável Li – polímero (3.7V 260Ah) com 110 minutos de duração para carga cheia	123 x 83 x 32,5 mm	200 g 4.84 x 3.27 x 1.3” 0.44 lbs

### **6.1.8. Softwares**

Seguem, nas próximas seções, descrições a respeito dos softwares disponíveis.

#### **6.1.8.1. Kronos e Actopalm**

Para ser possível a captura de informações relativas a interações nas atividades de concepção, empregam-se diferentes técnicas e, dentre elas, as gravações em vídeo tem sido amplamente utilizadas em experimentos. Da mesma maneira, ferramentas e softwares foram desenvolvidos para facilitar a manipulação de fluxos de dados.

O Kronos, produto da Actogram, destina-se a tratar leituras de observações cronológicas. Os tipos de leitura que podem ser acolhidos pelo programa são:

- Observações comportamentais
- Medidas numéricas

O Actogram Kronos utiliza três tipos diferentes de documentos:

- Protocolos de descrição (extensão .KPK)

Um protocolo de descrição (vide Figura 22) é uma tabela que define os observáveis que serão considerados nos tratamentos. Cada linha começa por um código correspondente a um observável. As diferentes colunas contêm informações úteis para a exploração de dados, com destaque para a coluna classe que define quais eventos são mutuamente excludentes. Tais protocolos de descrição devem ser criados antes das leituras sistemáticas.

**Soutireuse.KPK**

Fichier Edition Aide

Insérer Ligne Couper Ligne Coller Ligne Vérification Options Aide

	Code	Dénomination	Recodage	Classe	E	G	M	F	I	S
1	H6	R.AIL	R.AIL	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
2	H1	R.ZONE1	R.ZONE1	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
3	H2	R.ZONE2	R.ZONE2	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
4	H3	R.ZONE3	R.ZONE3	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
5	H31	R.TAB.STR	R.ZONE3	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
6	H32	R.STR3	R.ZONE3	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
7	H33	R.CAPS	R.ZONE3	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
8	H4	R.ZONE4	R.ZONE4	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
9	H41	R.BOUT.PL	R.ZONE4	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
10	H42	R.STR4	R.ZONE4	REGARD	→	✗	■	□	△	▼
11	H5	R.ZONE5	R.ZONE5	REGARD	→	✗	■	□	△	▼

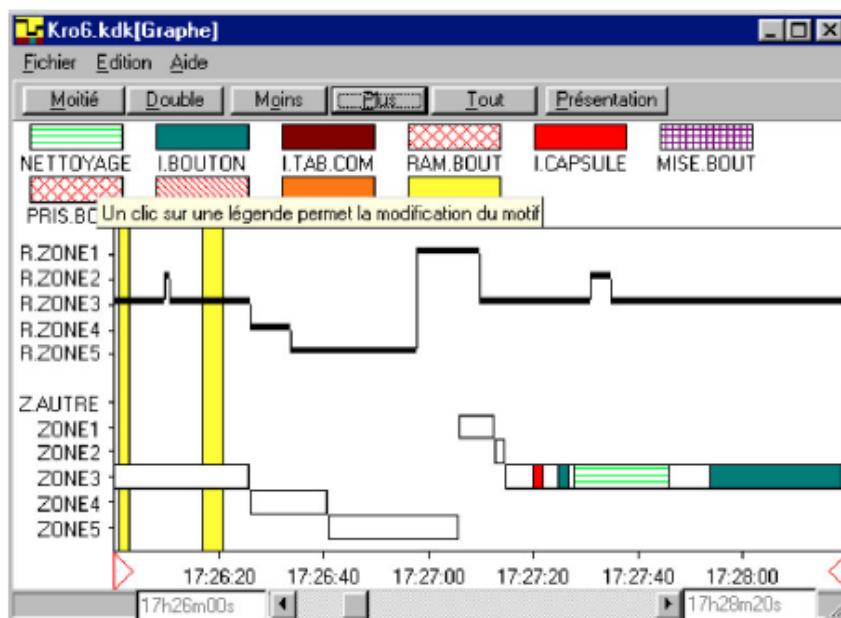
Vérifié

**Figura 22: Protocolo de descrição no Actogram Kronos**

Fonte: Manual do usuário versão 1.1 em Francês

- Leituras de observações (extensão.KDK)

São igualmente tabelas em que cada linha corresponde a um evento programado, como representado na Figura 23.



**Figura 23: Visualização da atividade no Kronos**

Fonte: Manual do usuário versão 1.1 em Francês

- Sequências (extensão .KSK)

Trata-se de encadeamentos de itens (código do observável ou de classes observáveis) definidos pelo usuário e dos quais se faz a busca nos dados da observação.

O Actogram permite o envio via porta serial de dados registrados com um PalmPilot munido do programa Actopalm. Este permite a leitura de observações cronológicas por designação de zonas anteriormente desenhadas pelo observador: num primeiro momento, o usuário desenha zonas retangulares às quais atribui um código do observável; depois, conduz a leitura da observação.

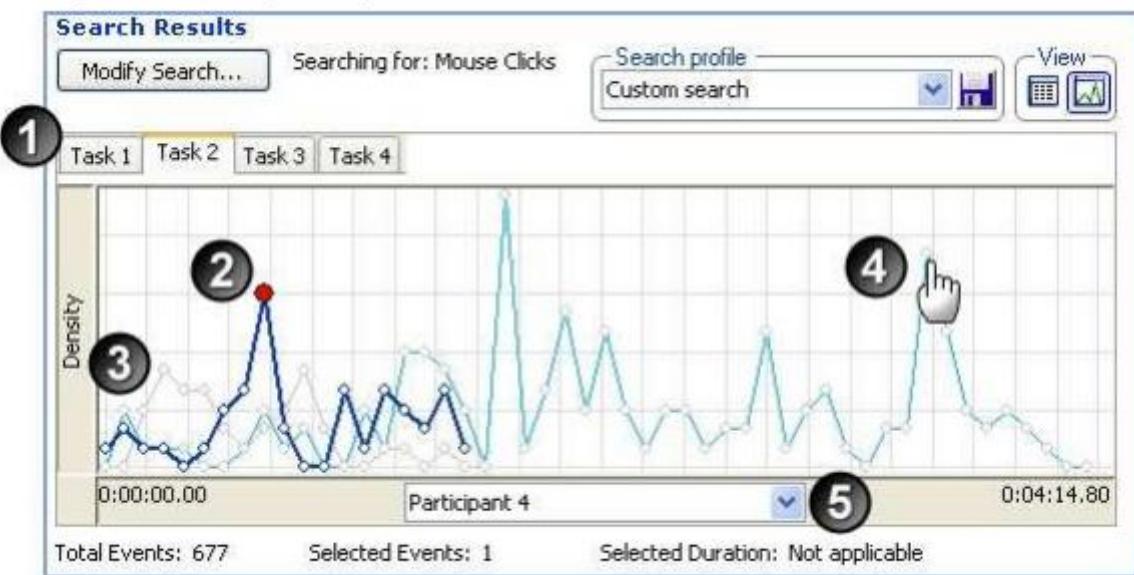
#### 6.1.8.2. **Morae**

Morae é um software voltado ao entendimento da experiência do cliente. Pode ser utilizado tanto em testes de usabilidade como em grupos. Seu espectro de utilização vai de apontar problemas de usabilidade em aplicativos de software, sites, protótipos até dispositivos móveis.

O software é capaz de capturar nuances como o olhar de um participante ou frustração em sua voz. É possível usá-lo com câmeras para gravar entrevistas, indexando observações ao vídeo digital obtido.

Consiste em três aplicativos:

- Morae Recorder (gravador): cria uma crônica dos acontecimentos que ocorrem por trás de aplicativos e sistemas operacionais, assim como das atividades do usuário na tela e no teclado. Os fluxos de dados são gravados em sincronia com o vídeo do usuário (por intermédio de webcam ou outro tipo de câmera) e o áudio do usuário (recorrendo a um microfone). O gravador captura apenas o fluxo de entrada especificado durante a configuração.
- Morae Observer (observador): dá suporte a um ou múltiplos computadores para conectá-lo(s) a uma rede executando o Recorder. Portanto, possibilita que todo o time observe a tela e a câmera de vídeo e ouça o áudio do usuário. As tarefas são registradas por um ou mais observadores.
- Morae Manager (gerenciador): responsável pelo início de novos projetos e edição dos já existentes, além das configurações do gravador; cria gráficos das análises e métricas como o da Figura 24.



**Figura 24: Gráfico no Morae**

Fonte: Manual do usuário, versão 3.1

#### 6.1.8.3. Ramsis Standalone

O software Ramsis é uma ferramenta de CAD em 3D desenvolvida em esforços mútuos com a indústria automotiva alemã a fim de desenvolver veículos e *cockpits* (cabines). As licenças disponíveis atualmente (3) são da versão *standalone* (autônoma), não havendo integração com outros sistemas.

#### 6.1.9. Outras Ferramentas

Estão à disposição algumas ferramentas de biomecânica para análise de postos de trabalho como um guia para aplicação do método RULA (Anexo C), guias psicofísicos para determinados tipos de tarefas prescritas e uma ficha de dados (Anexo D) para avaliar o risco de perturbações musculoesqueléticas por meio do processo sugerido por Moore e Garg (MOORE, J., GARG, A., 1995).

### 6.2. Recursos Planejados

Anualmente, a Pró-Reitoria de Graduação da USP lança o edital do Pró-Lab com a finalidade de oferecer recursos complementares às Unidades exclusivamente para a aquisição de equipamentos e insumos de laboratórios didáticos para aulas práticas. Nesta seção, é mostrado o plano de aquisição destes recursos.

### 6.2.1. Licenças CATIA V5

A Solução CATIA V5 Academic Learn a ser adquirida é composta por produtos divididos em diversas áreas.

A área de **projetos mecânicos de peças e montagens** permite modelar em sólidos e superfícies avançadas geometria de peças com formas complexas. O CATIA V5 também é conhecido como o aplicativo com o melhor conjunto de recursos de modelagem tridimensional. Oferece, ainda, recursos de reconstrução da história do sólido, reavendo os parâmetros das geometrias que foram importados de conversores e ficaram apenas com a representação de contorno, além de ferramentas de análise da qualidade da geometria transferida.

Pelo processo de desmoldagem, apresenta recursos de ganho de performance no projeto de peças, no qual adquire características de parede fina, ângulo de saída e raios de concordância. Disponibiliza funcionalidades de aplicações de *fillets* de forma automática em toda a peça forjada e fundida e permite fazer todo o detalhamento de peças e montagens, gerando vistas, aplicando dimensões e textos. Conta também com recursos de colocação de tolerância dimensional e de forma e posição no modelo tridimensional.

Outra linha de modelagem que se inclui na licença educacional é aquela que permite definir **superfícies com forma livre**, com o objetivo de definir o estilo dos produtos, podendo partir de uma nuvem de ponto, um arquivo digitalizado do estilo ou apenas da imaginação.

Igualmente inclusos, estão os trabalhos com peças em **chapas metálicas**, com dobras, repuxos e soldagem.

O CATIA V5 Educacional inclui soluções para definição de **projetos de moldes, dispositivos e ferramentas de corte e repuxo**. Acelera o projeto de ferramentas progressivas e de base fundida através de funções específicas.

Existem, no módulo de **simulações e análises**, funcionalidades de análise de tensões e deformações de peças e montagens, assim como a simulação de cinemática e análises espaciais de montagem e interferência.

No CATIA, é possível desenvolver **projetos de sistemas** em 3D, sejam eles elétricos, de tubulações ou de ar condicionado, associados com aplicações que definem a lógica de funcionamento. Há recursos de desenvolvimento de layout de placas de circuito impresso.

É possível definir manequins e com eles realizar **análises egonométricas** de acordo com as recomendações e poder verificar movimentos e a visão do boneco.

Há funcionalidades específicas para projetos e manufatura de peças em **materiais compostos** e permite gerar e simular de forma realista a **programação CNC** de máquinas: de torneamento de múltiplos cabeçotes, de fresagem em até 5 eixos, prototipagem rápida, e simulação da máquina CNC completa.

### 6.2.2. Licenças DELMIA V5

O DELMIA V5 PLM Collaboration Academic Bundle 2 (EDU-12) oferece um conjunto detalhado de soluções digitais para manufatura. As soluções abrangem uma escala que vai do planejamento dos processos até simulações de montagem em geral e à simulação de todos os segmentos de manufatura. Isso permite que o projeto ajude na validação completa dos processos de manufatura através do Mock-Up Digital.

Abaixo, alguns dos benefícios que a implementação das soluções de Manufatura Digital do DELMIA proporciona:

- Maximização da eficiência da produção e da utilização da fábrica;
- Otimização do investimento;
- Suporte à reutilização das melhores práticas;
- Melhor utilização dos recursos de produção pela engenharia de processos;
- Redução do tempo de liberação para vendas e do tempo de fabricação;
- Redução do tempo para alcançar a produção ideal a partir do início dos ajustes da máquina;
- Aumento da inovação nos produtos e nos processos.

A Solução DELMIA V5 PLM Collaboration Academic Bundle 2 (EDU-12) é composta por todos os produtos da Plataforma 2 já descrita e por produtos QUEST Advanced (Delmia D5) e o Process Engineer (Delmia E5).

Seguem as descrições destes novos módulos nas próximas seções.

#### 6.2.2.1.DELMIA D5 – Simulação de Eventos Discretos

O DELMIA QUEST é um ambiente fabril digital, modelado completamente em 3D, para a simulação e análise de fluxo de processos com precisão e confiabilidade. O QUEST

possui um ambiente flexível de simulação de eventos discretos e orientado ao objeto que combina uma visualização poderosa e uma capacidade robusta de importação e exportação.

Fornece um ambiente para engenheiros de processos desenvolverem e testarem as melhores alternativas para o fluxo da produção durante o seu desenvolvimento. Usando o DELMIA QUEST, é possível melhorar o projeto da produção, reduzir riscos e custos bem como simular a maximização da eficiência antes de investir dinheiro em instalações.

Ao usá-lo para testar parâmetros como mudanças de layout da instalação e de localização dos recursos, práticas de KAIZEN, alternar diferentes cronogramas de produção e integrar as equipes produtivas, pode-se quantificar o impacto dessas decisões sobre o processo de produção e o custo.

As Vantagens do QUEST são:

- Visualizar realisticamente os processos;
- Observar, interagir e analisar diferentes possibilidades;
- Importar desenhos CAD e outros dados como cronogramas;
- Integrar com outras soluções DELMIA para planejamento e simulação de processos;
- Identificar gargalos produtivos;
- Definir e otimizar recursos e cronogramas produtivos;

#### **6.2.2.2.DELMIA E5 - Planejamento e análise completa dos processos**

As empresas, nos dias de hoje, devem aumentar sua produtividade de modo contínuo, tendo em vista serem mais competitivas. Para que isso ocorra, existe a necessidade de prazos curtos de entrega, a redução dos custos operacionais, uma utilização otimizada das capacidades e dos materiais assim como do fluxo de informações. Para atingir esses objetivos, uma automação total do sistema produtivo deve ser previamente planejada, iniciando por sistemas híbridos, parcialmente automatizados, e tendo um sistema de produção flexível como objetivo final.

Tendo como pano de fundo a competitividade e um ambiente de trabalho mais seguro, uma maior atenção deve ser dada às pessoas no ambiente de trabalho - o mais importante capital de uma companhia. Na maioria dos casos, as pressões pelo custo e um departamento

de planejamento sobrecarregado de trabalho, levam a uma má concepção de locais de trabalho, o que implica, por sua vez, mau desempenho profissional e baixa satisfação no trabalho.

Atualmente as empresas necessitam de ferramentas de planejamento industrial para ajudá-las na concepção rápida de ambientes de trabalho manual ou parcialmente automatizados, com bom custo-benefício e confiabilidade.

O Delmia Process Engineer fornece, por intermédio de um planejamento metodicamente estruturado, o reconhecimento prévio de riscos no processo, reutilização de processos confiáveis, rastreabilidade de mudanças e decisões e acesso a informações de processos dispersos. É utilizado desde a concepção dos produtos na fase conceitual, através de um pré-planejamento e detalhamento dos estágios de planejamento até a fase de produção com alternativas na concepção dos cenários de fabricação.

O tratamento abrangente das relações entre produto, processo e dados de recursos de fabricação, incluindo o lay-out da planta fabril, ajuda a evitar erros e obter uma visão mais precisa dos custos de investimentos necessários, espaço produtivo e recursos humanos logo no ínicio do processo.

### **6.2.3. Ramsis Aircraft in CATIA V5**

Ramsis é uma ferramenta CAD para o projeto ergonômico do interior de veículos. Ele foi desenvolvido pela Human Solutions em nome de toda a indústria automotiva da Alemanha. Hoje RAMSIS é o sistema de ergonomia líder no setor de desenvolvimento de veículo.

Segue abaixo o descritivo das funcionalidades incluídas nesta solução:

- Dimensões do corpo e posturas definidas pelo programa;
- Resultados correspondentes à realidade (esta capturada previamente através de experimentos);
- Posturas pré-definidas considerando melhor conforto.

### **6.2.4. Capacitação via Companion**

A TECMES oferece uma modalidade de treinamento CATIA on-line, por meio da qual se adquirem créditos, utilizando-os em cada reserva de uso. O pré-requisito é ter acesso à internet. O treinamento é disponibilizado via internet para um usuário nominal.

Supondo-se que a pessoa tenha interesse em se capacitar nos conceitos fundamentais do CATIA V5, ou seja, ver os primeiros passos em modelagem de peças em sólidos, montagens e detalhamento, o que ela deve fazer é realizar inscrição no treinamento CATIA V5 Fundamentals (V5F), sendo creditado o participante cadastrado.

#### **6.2.5. Instalação dos Softwares**

- Instalação dos softwares CATIA V5, DELMIA V5 e RAMSIS em uma estação e configuração da licença na servidora;
- Instalação de PTFs de acordo com especificações da Dassault e Human Solutions.

#### **6.2.6. Resumo do Plano de Compras**

Segue o quadro contendo o resumo dos equipamentos e softwares a serem comprados para equipar o Laboratório, com os valores e descrições.

**Tabela 9: Quadro resumo do plano de aquisições via Pró-Lab**

<b>Software</b>	<b>Valor de Implantação / compra (R\$)</b>
Quinze licenças Catia V5 Educational – Academic ED2	23.056,30
Duas Licenças Delmia V5 Educational – Academic EDU-12	4.513,32
Duas licenças de migração de Ramsis Aircraft Standalone para <i>Ramsis Aircraft in Catia V5</i>	21.128,10
Capacitação via Companion – 400 créditos	5.040,00
Instalação de um computador e configuração de licença no servidor	1.370,47
<b>Total</b>	<b>R\$ 55.108,19</b>



## 7. PROPOSTAS DE MELHORIAS

Devido ao estágio ainda rudimentar em que se encontra o laboratório, as soluções propostas, após as análises realizadas nos itens anteriores, foram divididas em etapas. A justificativa para a resolução do problema se dar por essa via é que uma implantação de maneira simultânea de todas as melhorias corresponderia a um aporte maior de investimentos, o que diminuiria a possibilidade de realização do projeto.

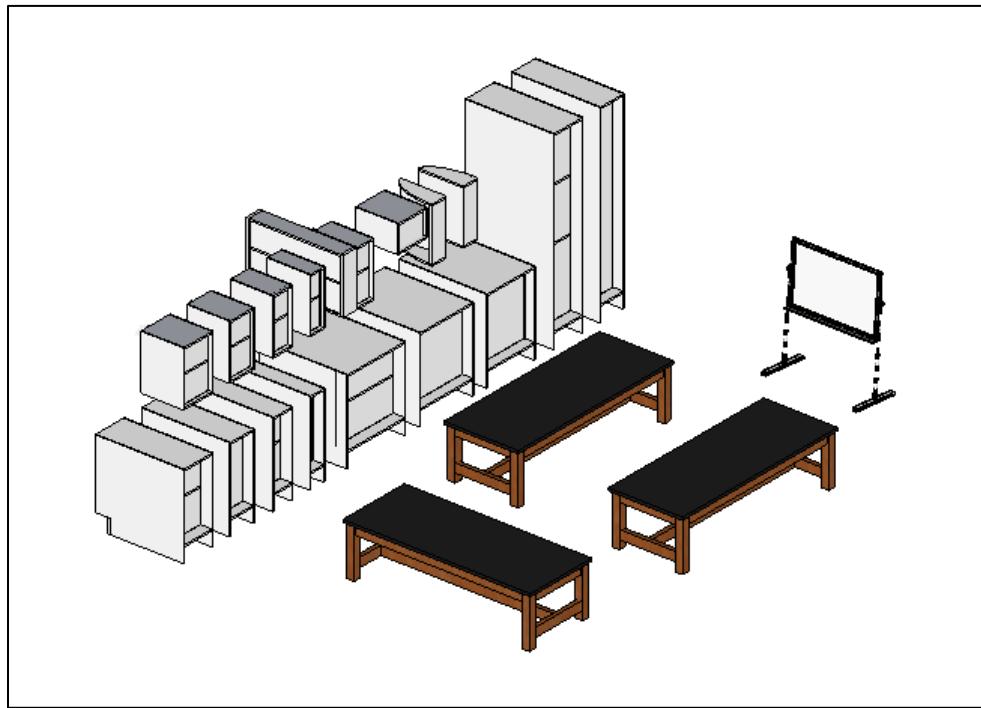
O presente trabalho propõe duas etapas de implementação ao laboratório, avaliando os investimentos necessários que estariam envolvidos com cada conjunto pertencente a elas.

### 7.1. Primeira Etapa de Implementação

Nesta primeira etapa, são abordadas as questões relacionadas a equipamentos, pessoal e gestão de editais e de projetos do laboratório. Esses quatro conjuntos que a compõem foram escolhidos por serem considerados mais básicos, ou seja, seriam fundamentais para o desenvolvimento dos conjuntos da próxima etapa de implementação..

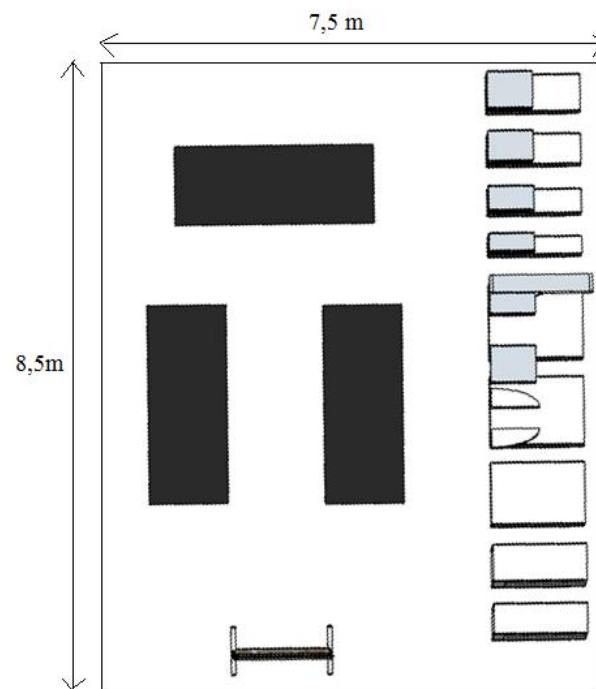
#### 7.1.1. Espaço físico didático e de armazenagem

De acordo com as entrevistas realizadas, trata-se de um consenso que o laboratório deva ter um espaço físico ao menos para a armazenagem dos materiais que já possui. A Figura 25 representa esquematicamente o layout proposto para o ambiente em 3D, já a Figura 26 revela a vista superior dele. O depósito de equipamentos poderia ser, ao mesmo tempo, uma Oficina de Ergonomia: espaço do LEPET no qual seriam realizadas atividades relacionadas às disciplinas relacionadas anteriormente no item 4.1, privilegiando o trabalho em grupo.



**Figura 25: Representação 3D do layout proposto**

Fonte: Elaborada pelo autor



**Figura 26: Vista superior da proposta de layout**

Fonte: Elaborada pelo autor

Como proposta para atender uma estrutura de armazenamento dos instrumentos, sugere-se a construção de estantes mas também prateleiras fechadas (estas para os equipamentos mais comumente utilizados, aquelas para evitar a depreciação dos instrumentos menos utilizados) e, para o atendimento dos grupos de alunos, que poderiam realizar, por exemplo, análises, medições ou testes de esforço a estrutura necessária seria a de mesas em formato de bancadas e cadeiras, além de uma lousa digital.

Como modelo de utilização, os alunos poderiam acessá-la em horários pré-determinados como monitorias e os professores teriam horários semanais já estabelecidos de acordo com as disciplinas que ministram.

Como local de divulgação dos trabalhos de iniciação científica e pesquisas de mestrado e doutorado e vídeos gravados em atividades práticas do laboratório, a sugestão é a criação de um endereço eletrônico que sirva primordialmente como repositório de materiais. Uma segunda função seria a de *hub* de especialistas, o que também daria visibilidade aos trabalhos desenvolvidos no LEPET, como será discutido adiante.

As opções encontradas para este local virtual são: estar contido na página do departamento ou estar

### **7.1.2. Equipamentos**

A fim de assegurar que o aparato tecnológico do laboratório se equipare às melhores práticas dos laboratórios de outras instituições de ensino de ponta, é necessária a aquisição de equipamentos.

A seguir, são identificados os gaps entre cada tipo de material disponível e necessário com o objetivo de fornecer uma estimativa dos aportes necessários para o complexo laboratorial mostrar-se completo do ponto de vista de equipamentos.

#### **7.1.2.1. Computadores, Tablets e Softwares**

São necessários computadores e tablets para equipar o laboratório, porém, num primeiro momento, pode-se utilizar a estrutura dos laboratórios de informática do PRO. São dois laboratórios: um está equipado com 25 computadores e dois projetores. A configuração dos computadores está apta a executar diversos programas, uma vez que possuem processadores Intel Core 2 Quad e 4GB de memória RAM, com sistema Windows 7 instalado e os softwares Microsoft Office, Minitab e Rhinoceros 3.0. O outro possui mais 29 computadores com processadores Intel Core 2 Duo.

No dias atuais, o uso de tablets e de aplicativos desenvolvidos para eles se intensifica cada vez mais principalmente nos países mais desenvolvidos como a Coreia do Sul, que deve investir US\$ 2 bilhões nos próximos anos para substituir os livros didáticos por conteúdo digital via tablet<sup>18</sup>. No Brasil, a produção de conteúdos para tablets fará parte inclusive do edital de licitação do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD).

O preço médio de um tablet depende da marca e, consequentemente, do sistema operacional embutido. Um dispositivo como o Samsung Galaxy Tab 2 P5110 com Android 4.0 e o recurso de sinal Wi-Fi (Figura 27 abaixo) custa hoje em torno de R\$990,00. A quantidade dos recursos dependeria do porte do laboratório. Inicialmente, poderiam ser usados 15 tablets devido à capacidade máxima da sala proposta no item anterior.



**Figura 27: Tablet Samsung Galaxy Tab 2**

Fonte: Lojas Americanas.

Os programas do pacote Office são indispensáveis ao laboratório devido à maioria das partes interessadas terem revelado utilizá-los. Porém, além deles, há ainda a necessidade de programas específicos para aplicações em Ergonomia e Psicodinâmica do Trabalho.

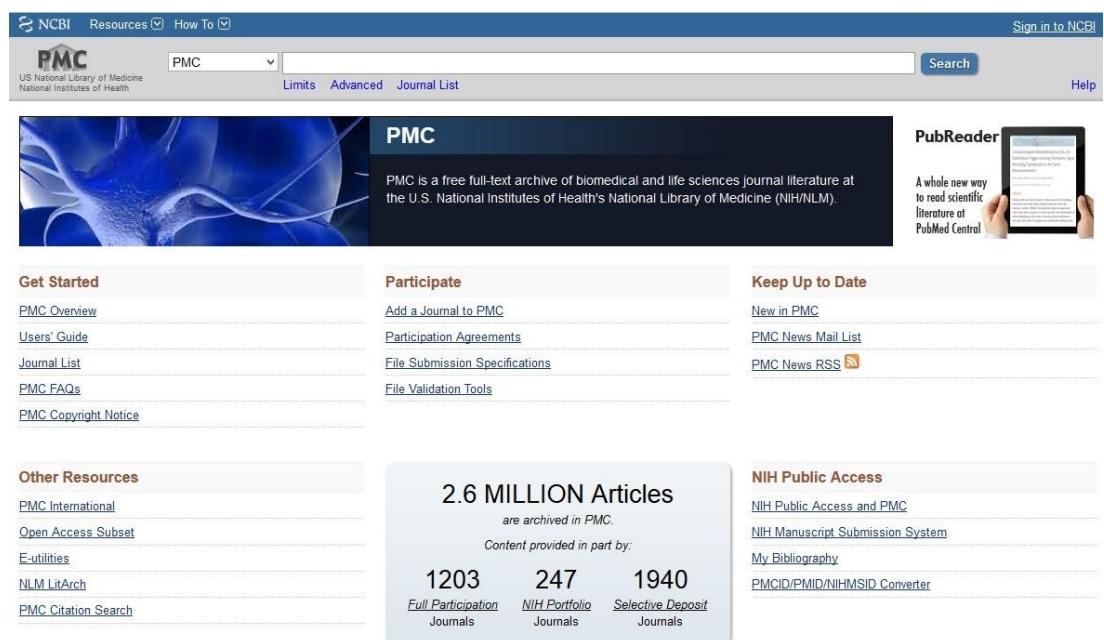
Como já mostrado no Capítulo 6, já estão planejadas as compras de licenças dos softwares Catia V5 Educacional, Delmia V5 Educacional, Ramsis Aircraft in Catia V5 (substituindo o Ramsis Standalone) e instalação de um computador e configuração de licença no servidor.

<sup>18</sup> Disponível em [http://www.brasileconomico.com.br/noticias/governo-prepara-a-troca-de-material-didatico-por-tablet\\_104402.html](http://www.brasileconomico.com.br/noticias/governo-prepara-a-troca-de-material-didatico-por-tablet_104402.html). Acesso em set. 2013.

### 7.1.2.2. Assinaturas de bancos de dados e periódicos nacionais e internacionais

Para ter acesso a determinadas coleções de informação, as instituições de ensino, geralmente, pagam uma taxa única e, em seguida, uma outra anual. Contudo, além destas opções, há outras que permitem o *download* de conteúdo de forma gratuita na internet. Portanto, na primeira etapa, formas alternativas seriam buscadas como no exemplo abaixo.

O National Center for Biotechnology Information (Centro Nacional para Biotecnologia da Informação) detém duas ferramentas de auxílio à leitura de artigos científicos. A primeira, voltada àqueles que não têm acesso às assinaturas de periódicos científicos, as quais, de modo geral, não são acessíveis ao grande público, chama-se PubMed Central, sendo um braço da base dados PubMed<sup>19</sup> que possui conteúdo aberto, independentemente, de qualquer tipo de assinatura, cadastro ou afiliação. A segunda é o PubReader, aplicativo desenvolvido para oferecer uma leitura otimizada dos artigos disponíveis na PubMed Central diretamente do navegador.



**Figura 28:** Página do NCBI

<sup>19</sup> Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>. Acesso em out. 2013.

### 7.1.2.3. Equipamentos para análise ambiental e antropométrica

Como inventariado no item 6.1, em relação à análise ambiental, LEPET possui anemômetros, higrômetros, termo-higrômetros, decibelímetros, luxímetros, fotômetros e dosímetro. No entanto, outros equipamentos que poderiam auxiliar neste tipo de análise seriam:

- Medidor de material particulado, partículas de material sólido ou líquido em suspensão na atmosfera, provenientes de fontes naturais, como poeiras, e artificiais, como motores de veículos, processos industriais e outros. A medição de particulado em chaminés, por exemplo, possibilita visualizar em tempo real a quantidade em  $\text{mg/m}^3$  que está sendo emitida para o meio ambiente, o que facilita seu controle. Como cada processo apresenta suas particularidades e características, existem vários equipamentos específicos com sua adequação para atender aos requisitos e apresentar soluções para todos os casos. Um exemplo seria um medidor de partículas finas como o da Figura 29.



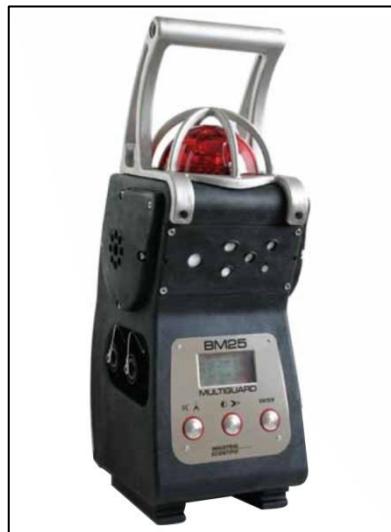
**Figura 29: Medidor de partículas finas (Dekati)**

Fonte: Página da revenda na internet<sup>20</sup>

- Entre os diversos agentes de risco existentes em áreas ocupacionais, os gases são o maior desafio do profissional de segurança. A maior parte dos gases nocivos são incolores e inodoros, encontrados em diversas etapas produtivas de quase todos os ramos industriais. Alguns usados como matéria-prima, outros são produtos finais ou subprodutos remanescentes do processo. A NR-15 – Atividades e Operações Insalubres é a norma que regulamenta os níveis de

<sup>20</sup> Disponível em: <http://www.zell.com.br/produtos/analise-particulas-finas.asp>. Acesso em out. 2013.

exposição ocupacional de agentes nocivos à saúde. Os limites de exposição de gases estão estipulados em seu anexo 11 – AGENTES QUÍMICOS CUJA INSALUBRIDADE É CARACTERIZADA POR LIMITE DE TOLERÂNCIA E INSPEÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO. Um exemplo de equipamento que ajuda no controle deste tipo de risco é o detector de gases (vide Figura 30).



**Figura 30: Detector de gases transportável**

Fonte: Página da revenda na internet (idem anterior)

Quanto aos equipamentos para realizar medidas antropométricas, o laboratório conta com um conjunto de antropômetros e trenas antropométricas e com a manta de pressão da marca FSA e frequencímetros Polar.

#### **7.1.2.4.      Equipamentos para captação e tratamento de imagens**

Como foi mencionado no item 4.2, além do uso de fichas de observação para análise da atividade, construídas a partir de uma primeira fase de observação "aberta", também se utilizam outros meios de registro como áudio e video.

Devido à possibilidade dada aos pesquisadores de ficarem liberados da tomada incessante de dados, além de permitir a fusão entre comportamentos verbais, posturais, o video pode ser um elemento importante na análise do trabalho.

Os registros em vídeo permitem recuperar inúmeras informações interessantes sobre os postos de trabalho. Uma câmera de digital custa, em média, R\$500,00 numa resolução de 14MP, enquanto que uma filmadora digital Full HD custa R\$1300,00 (vistas na Figura 31).

Cabe a observação de que as novas tecnologias têm revolucionado também a captação de imagens, pois é possível realizar a gravação de vídeos e voz a partir de celulares, que já possuem boas resoluções quando comparados a equipamentos específicos para realizar estas funções.



**Figura 31: Câmera digital e filmadora (Sony)**

Fonte: Lojas Americanas

As técnicas de captação, entretanto, relacionam-se ao tratamento de dados, assim como à preparação inicial para a coleta de dados (ambientação dos operadores). Devido ao laboratório já possuir o software Kronos e Morae, os indicadores podem ser coletados e analisados para estudo da situação de trabalho. Também são importantes, neste tipo de processo, os equipamentos para transmissão de dados como modems e roteadores.

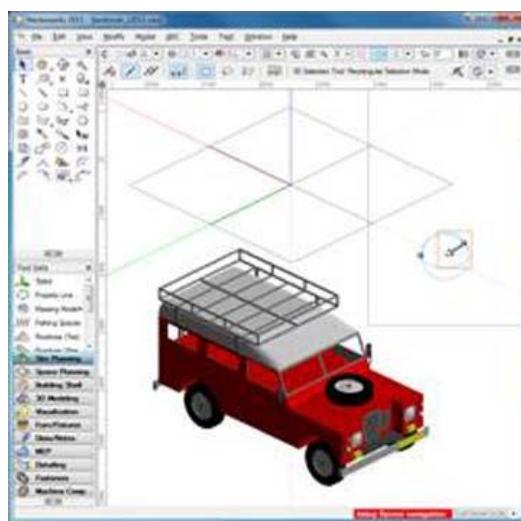
#### **7.1.2.5. Soluções para simulação e projeto em realidade virtual**

A Realidade Virtual (RV) se encontra mais próxima do usuário comum desde o início do século XXI devido à difusão de tecnologias e o aumento do poder de processamento dos computadores e celulares. Segundo Silva (200-), a criação de uma linguagem para a modelagem de ambientes virtuais utilizando navegador de internet tem influenciado a disseminação de aplicações usando RV. Trata-se da VRML (Virtual Reality Modeling Language), que propicia que os ambientes criados possam ser visualizados e interagidos localmente ou pela rede mundial de computadores. Outros fatores que o autor aponta como fundamentais para a expansão desta tecnologia são as ferramentas que existem para modelagem de ambientes em RV. Devido à interatividade, esses produtos permitem aos profissionais da arquitetura e engenharia gerar projetos de modo mais rápido e com maior precisão.

Em relação às ferramentas existentes, algumas estão disponíveis comercialmente para criação e modelagem de projetos tridimensionais fazendo o uso de RV para o benefício dos arquitetos e engenheiros, como o Rhinoceros 3.0, que já está instalado nos computadores nos laboratórios de informática do PRO.

Outro exemplo de ferramenta que permitiria aos usuários do LEPET gerar rapidamente e com alta precisão projetos 2D e 3D documentados por meio de recursos avançados e de módulos específicos é **VectorWorks**. Alguns recursos deste software são:

- Geração automática de alguns itens essenciais para a construção de modelo tridimensional de uma edificação como: telhados, pisos, colunas, escadas 3D, paredes retas e curvas e objetos paramétricos (portas, janelas, escadas, mobiliários etc);
- Geração de animação;
- 3D walkthrough (passeio por dentro) e sobrevoo;
- Iluminação do Sol e ambiente, entre outras especificações técnicas do produto.



**Figura 32: Plataforma 3D do VectorWorks**

Fonte: Revista digital Design News<sup>21</sup>

#### **7.1.2.6. Prototipagens: Rápida, de Mock-Ups e de Postos de Trabalho**

Atualmente, o projeto InovaLab@Poli já dispõe de impressoras 3D<sup>22</sup> para prototipagem rápida, isto é, para se fabricarem objetos físicos a partir de fontes de dados

<sup>21</sup> Disponível em: <http://www.designnews.com>. Acesso em out. 2013.

<sup>22</sup> Disponível em: <http://sistemas-producao.net/inovalab/crie-e-projete/sala-projetos/>. Acesso em set. 2013.

gerados por sistemas de projeto auxiliado por computador, portanto esta necessidade não representa um gap como os demais discutidos neste capítulo. A utilização de recursos existentes no departamento evita a aquisição desnecessária de equipamentos.

Quanto à prototipagem de mock-ups, técnica de simulação através da utilização de réplicas em escala 1/1 (construções em tamanho real), trata-se de uma forma de visualização rápida para pessoas de várias formações. Assim, é possível fazer modelos rápidos somente das partes que são mais críticas para um determinado estudo. As ferramentas utilizadas podem ser mesmo tesouras e canetas por ser um método de fácil alteração, sendo a construção composta por papelão, madeira, metal leve ou tubos plásticos, assim o maior custo seria referente às diárias dos trabalhadores.

A Figura 33 mostra o mock-up final com alto grau de realismo do Laboratório de Engenharia Térmica e Ambiental do Centro de Engenharia de Confrroto (CEC).



**Figura 33: Mock-up de cabine de avião**

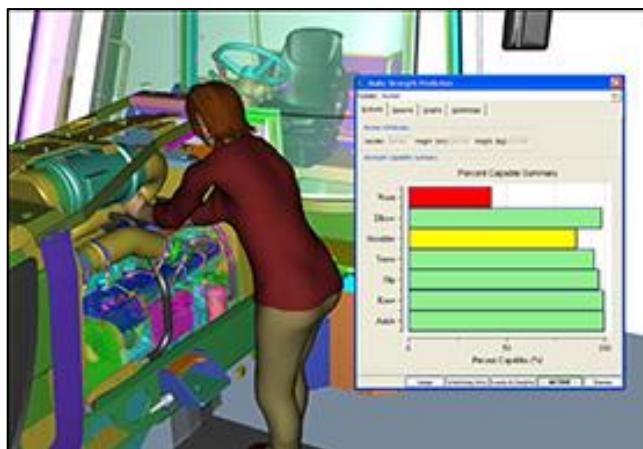
Fonte: Foto tirada pelo autor

O projeto de postos de trabalho, processo pelo qual se realizam analogias via modelos que apresentam comportamento semelhante ao objeto de estudo, tem sido de grande valia para o desenvolvimento da Engenharia de Produção. Os resultados das experimentações, após

análises, apresentam uma visão futura provável do sistema e tais informações geradas auxiliam nas tomadas de decisão.

Os modelos virtuais poderiam ser desenvolvidos em duas partes: primeiramente, no ambiente do software CAD e, posteriormente, com a inserção de modelos digitais humanos, em software de modelagem e simulação humana como o Jack da empresa Siemens.

A construção dos modelos digitais humanos por meio deste tipo de software é desenvolvida a partir de sua interface de entrada de dados antropométricos, os quais possibilita a determinação de variáveis dimensionais e opções de gênero. Porém, no laboratório, existe o software Ramsis, cujo uso é mais voltado a partes de automóveis do que a locais de trabalho e interface homem-máquina.



**Figura 34: Ferramenta de dimensionamento de figuras humanas Jack**

Fonte: Página da Siemens na internet<sup>23</sup>

### 7.1.3. Pessoal e Gestão de Editais e Projetos

Foram identificadas as necessidades tanto de pessoal técnico para instruir os interessados sobre a utilização de softwares e equipamentos como de técnico-administrativo para gerir os editais e os projetos, dando assim vida ao LEPET.

Como opção para apoio técnico ao laboratório, são contratados geralmente: técnicos, analistas ou auxiliares de suporte, além de monitores. A forma que se mostra mais viável depende dos editais disponíveis à época da contratação. Os monitores poderiam ficar

<sup>23</sup> Disponível em: [http://www.plm.automation.siemens.com/pt\\_br/products/tecnomatix/assembly\\_planning/jack/](http://www.plm.automation.siemens.com/pt_br/products/tecnomatix/assembly_planning/jack/). Acesso em out. 2013.

responsáveis pelo LEPET utilizando os conhecimentos dos pesquisadores que fazem doutorado no departamento e a contratação de um técnico seria na segunda etapa do projeto.

Em relação ao aspecto técnico-administrativo, a sugestão é que haja uma pessoa para gerir os editais e dar apoio como secretaria ao laboratório. É inviável que cada laboratório tenha uma pessoa com este tipo de responsabilidade. O que se mostra necessário, portanto, é a centralização das funções administrativas de todos os laboratórios em uma única secretaria, que controlaria prazos e buscaria novos editais.

#### **7.1.4. Investimentos necessários à primeira etapa**

A tabela abaixo resume os investimentos para cada conjunto comentado anteriormente dentro da primeira etapa.

**Tabela 10: Investimentos necessários à primeira etapa**

Fonte: Elaborada pelo autor

<b>Conjunto</b>	<b>Estimativa do Custo*</b>
	Prateleiras de madeira (4): 800
Espaço físico didático e de armazenagem	Bancadas (3): 1500 Lousa digital: 3000
Computadores, Tablets e Softwares	Tablets: 15000
Análise ambiental e antropométrica	Medidor de Partículas**: 12000 Detector de Gases**: 3000
Captação e tratamento de imagens	Câmeras Digitais (2): 1000 Filmadoras (2): 2600
Soluções para simulação e projeto em RV	VectorWorks (3): 6000
Prototipagens: Rápida, de Mock-Ups e de Postos de Trabalho	Materiais mock-up: 600 Jack**: N/A
Pessoal e Gestão de Editais e Projetos	Monitor (ano): 8100 Secretário (ano): 12000

\* Para total dos itens, em Reais.

\*\* Estes itens são opcionais por suplementarem outros de seu conjunto.

## 7.2. Segundo Estágio de Solução

Nesta segunda etapa de implementação, são abordados outros aspectos importantes para o laboratório num horizonte de médio prazo (entre 2 e 5 anos), porém que dependem dos anteriormente tratados.

### 7.2.1. Manutenção dos Equipamentos

A manutenção é um problema que surge após a etapa de aquisição, pois deve ser feito um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou falha dos equipamentos instalados. A dificuldade que os laboratórios têm é em realizar atualizações periódicas dos equipamentos, além de manter um registro dos defeitos reparados pela manutenção corretiva, e o tempo que levou para fazer o reparo em cada equipamento.

A principal vantagem de realizar manutenções preventivas é a diminuição do número total de intervenções corretivas que ocorrem em momentos inoportunos, o que exige a existência de uma equipe de manutenção permanente composta por pessoas capacitadas para fazer todo o trabalho de manutenção de modo planejado e racionalizando todas as ações. Portanto, nesta etapa, será incluído um técnico no orçamento laboratorial para atender a esta demanda.

### 7.2.2. Treinamentos

Devido a empresas privadas como a Tecmes oferecerem treinamentos on-line, é possível adquirir créditos e os utilizar em cada reserva de uso, como foi mostrado no item 6.2.4. Sendo o pré-requisito deste tipo de cursos possuir acesso à internet, a importância que formas como esta de capacitação adquirem é de não haver a dependência de que os professores aprendam cada nova versão que é lançada dos programas. Por depender do tipo de tecnologia e da empresa prestadora do treinamento, além dos próprios editais da universidade, é feita uma estimativa *grosso modo* sobre os gastos médios anuais com treinamentos.

### 7.2.3. Gestão do Conhecimento e Eventos

O estímulo à troca, ao uso e à criação do conhecimento dentro da organização pode ser alcançado por mais de uma maneira e ser de grande valia por contribuir para a geração de valor do laboratório. Uma vez disseminado, o conhecimento pode ser retido por outras pessoas. Um pesquisador que utiliza um software específico de simulação de situações produtivas tem uma experiência rica, a qual deve ser aproveitada. É interessante disseminar este conhecimento para que a organização evolua continuamente.

Foram identificadas duas maneiras não excludentes de realizar este processo: uma pessoa pode prestar uma espécie de assessoria ao laboratório, divulgando as pesquisas que estão sendo realizadas no momento; ou a troca de experiências pode ser obtida, de modo mais simplificado, de acordo com as próprias reuniões de trabalho dos participantes do laboratório. A assessoria citada, neste trabalho, será considerada opcional, visto que a pessoa responsável não teria o domínio do conhecimento técnico.

Num estágio mais avançado, o laboratório poderia exercer a função de hub (ponto de encontro) entre alunos, professores e pesquisadores da USP envolvidos com a temática do estudo e projeto do trabalho, fugindo assim do sentido mais estrito da palavra. As ações às quais daria apoio são:

- Colóquios;
- Seminários;
- Conferências;
- Mesas-redondas;
- Congressos;
- Encontros;
- Recepção de professores e alunos estrangeiros.

A estrutura necessária a cada evento variaria de acordo com o porte e os envolvidos, porém apresentam algumas necessidades em comum como a seleção e reserva do local, coordenação do transporte, desenvolvimento do tema do evento, provimento de oradores, apoio à coordenação local (como eletricidade e computadores etc), número suficiente de mesas e cadeiras, alimentação (coffe break), anúncio e sinalização, profissionais de limpeza.

#### **7.2.4. Parcerias**

Como constou no edital do último ano do programa Pró-Lab, a divisão de recursos foi feita com base em cotas físicas mas também em razão do número de matrículas por crédito-aula, a formação de parcerias adquire ainda mais importância. Além das parcerias com os cursos da própria USP, ao longo do tempo, espera-se que os professores e pesquisadores façam contato com outros laboratórios, dando visibilidade ao LEPET e adquirindo know-how sobre as melhores práticas observadas externamente à universidade.

### 7.2.5. Investimentos necessários à segunda etapa

De maneira análoga ao que foi feito para a primeira, a tabela abaixo representa os investimentos da segunda etapa.

**Tabela 11: Investimentos necessários à segunda etapa**

Fonte: Elaborada pelo autor

<b>Conjunto</b>	<b>Estimativa do Custo*</b>
Manutenção dos Equipamentos	Técnico (anual): 15600
Treinamentos	Treinamentos diversos (anual): 2500
Gestão do Conhecimento e Eventos	Eventos (anual): 3000
	Apoio assessoria (freelance)**: 2500

\* Em Reais.

\*\* Este item é considerado opcional.



## 8. CONCLUSÕES E PRÓXIMOS PASSOS

Este trabalho teve como objetivo analisar como se dava a estruturação do Laboratório de Estudos em Projeto e Engenharia do Trabalho no Departamento de Engenharia de Produção da Poli em resposta aos requisitos didáticos das disciplinas ministradas pelos professores do departamento e às demandas relacionadas a pesquisa.

O que motivou a realização deste trabalho foi o desejo de se estudar a relação entre a Engenharia de Produção e o uso de laboratórios no Ensino Superior como forma de transformação da realidade do ensino e da pesquisa em nível superior, além do interesse pela análise da formação de um grupo multidisciplinar.

Na capítulo de referencial teórico deste texto, dá-se ênfase aos conhecimentos que são base para o entendimento da atividade do trabalho, não se esquecendo outras questões que também foram discutidas durante os dez semestres pertencentes à grade de Engenharia de Produção e que, embora de caráter mais amplo, também influenciam sua organização. Em seguida, a identificação das necessidades buscou coletar informações sobre o que pensam a maioria dos diversos profissionais que participam do LEPET, tanto pesquisadores como professores do quadro de docentes da Poli, principalmente, mas não apenas aqueles que ministram as disciplinas de Ergonomia, sendo que tais entrevistas permitiram tirar conclusões sobre aquilo que pensam os diversos atores envolvidos.

O capítulo de propostas teve como fundamento o capítulo anterior que tratava do detalhamento dos recursos que já existiam e aqueles planejados ao LEPET e o capítulo de comparação com outros laboratórios de instituições nacionais e internacionais, resultando em um plano de implementação em duas etapas, o qual considerava vários aspectos que foram levantados ao longo do ano em contato com os docentes e pesquisadores. Foram também explicitadas as estimativas de custos que seriam necessários para tornar viáveis as propostas como a criação de uma Oficina de Ergonomia bem como o número de equipamentos que foram identificados como necessários analisando o gap entre os recursos existentes e aqueles esperados para a estrutura de um laboratório de ponta.

No entanto, algumas das proposições não se restringiram a aspectos tangíveis do laboratório. Desde o início, houve a preocupação de não se ater demasiadamente ao sentido estrito da palavra laboratório, que pode ser mais do que um local onde se realizam testes e experimentos, existindo como um espaço de discussão e de difusão do conhecimento, assim

outras ideias não relacionadas propriamente a equipamentos e layout foram também explicitadas, valendo citar a gestão do conhecimento da organização.

Na concepção do laboratório, foram consideradas algumas limitações como o aproveitamento de recursos já existentes dentro da universidade, porém a restrição temporal foi tratada de modo apenas a separar os horizontes de curto e médio prazo das etapas de implementação do laboratório. Há de se ressaltar que o aporte de investimentos em área física, equipamentos e trabalhadores, essenciais a este modelo, dependem de um gerenciamento dos editais da universidade, o que também é tratado neste texto.

Quanto aos próximos passos, desde o início deste trabalho, houve a preocupação de criar um produto que pudesse se modularizar, ou seja, que, como outros Trabalhos de Formatura, pudesse servir de base para a implementação de fato do laboratório ou a outros estudos sobre sua viabilidade ou alguns de seus aspectos organizacionais ainda não tratados nestes capítulos.

O que se espera é que a implantação do LEPET traga ganhos à produção científica dos professores e pesquisadores, ao mesmo tempo, facilitando a realização de iniciações científicas e aumentando o interesse dos alunos pelos campos da Ergonomia, Psicodinâmica do Trabalho e Organização do Trabalho, para citar alguns, seja por meio da mudança na realização das aulas, seja via atividades extracurriculares pelas quais se interessem.

## 9. REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. I.; SZNEWLWAR, L. I. *Trabalho em serviços de atendimento a clientes*: Uma reflexão à luz da antropotecnologia. In: SZNELWAR, L. I.; MASCIA, F. L. (Org.). *Cadernos de TTO, nº 3: Trabalho, Tecnologia e Organização*. São Paulo: Blucher, 2012.

ARAÚJO, R. F. *Determinação de requisitos para a implantação de um laboratório de produtos no Departamento de Engenharia de Produção*. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica. Orientador: Eduardo de Senzi Zancul. 2010.

BELLEMARE, M.; MARIER, M.; ALLARD, D. (2001). *Le Journal de bord* : un outil pour l'intervention et la recherche en ergonomie. In *Comptes rendus du congrès SELF-ACE 2001: Les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie* (Montréal, 2001), vol. 3, pp. 58-62. Consultado em 29 de setembro de 2013.

CERF, M.; VALLÉRY, G.; BOUCHEIX, J.M. *As atividades de serviço: desafios e desenvolvimentos*. In: FALZON, P. *Ergonomia*. São Paulo: Blucher, 2007. pp. 485-499.

CLOT, Y. *Trabalho e Sentido do Trabalho*. In: FALZON, P. *Ergonomia*. São Paulo: Blucher, 2007. pp. 265-277.

COLTRO, A. *A burocracia: Organizações e tipologias*. Apostila do curso de Teoria Geral da Administração oferecido pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da USP, ago. 2006.

DEKKER, S. W. A. *Ten Questions About Human Error: A New View of Human Factors and System Safety*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2005. 219 p.

DÉJOURS, C. *O Fator Humano*. 1<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1997. 102 p.

DURAFFOURG, J. *La relation santé-travail: une question complexe*. In: CASSOU, B.; HUEZ, D.; MOUSEL, M.L.; SPITZER, C.; TOURANCHET, A. (s/d) *Les Risques du Travail. Pour ne pas perdre sa vie à la gagner*. Paris: Éditions La Découverte, 1985. 640p.

FALZON, P. *Ergonomia*. São Paulo: Blucher, 2007.

FERREIRA, A. B. DE H. *Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.0*. Rio de Janeiro: Regis Ltda., 2004. 1CD-ROM.

FRANKL, V. *Em Busca de Sentido: Um Psicólogo no Campo de Concentração*, 1984. Disponível em:< <http://gropius.awardspace.com/ebooks/frankl.pdf> >. Acesso em: 29 set. 2013.

FRENCH and English Philosophers: Descartes, Rousseau, Voltaire, Hobbes, with introductions, notes and illustrations. New York: P.F. Collier & Son, 1910. 434 p.

GARRIGOU, A. et al. *Contribuições da ergonomia à prevenção dos riscos profissionais*. In: FALZON, P. *Ergonomia*. São Paulo: Blucher, 2007. pp. 423-439.

GUÉRIN, F. et al. (1991). *Comprendre le travail pour le transformer: la pratique de l'ergonomie*. 2<sup>e</sup> éd. ANACT, 1994. 233 p.

HERÉDIA, V. *Novas tecnologias nos processos de trabalho: efeitos da reestruturação produtiva*. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170 (9). Disponível em <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-9.htm>>.

HUBAULT, F. *Ergonomia e condução de projeto arquitetônico*. In: SZNELWAR, L. I.; MASCIA, F. L. (Org.). *Cadernos de TTO, nº 3: Trabalho, Tecnologia e Organização*. São Paulo: Blucher, 2012.

IIDA, I. (1990). *Ergonomia: Projeto e Produção*. 9<sup>a</sup> edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. 462 p.

LANCMAN, S.; UCHIDA S. *Trabalho e subjetividade*: o olhar da Psicodinâmica do Trabalho. São Paulo: Cadernos de Psicologia Social do Trabalho, v. 6, p. 79-90, 2003.

LATOUE, B. *La tecnología es la sociedad hecha para que dure*. In M. DOMÈNECH; F. J. TIRADO (Eds.). *Sociología Simétrica: Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Gedisa, 1998. 302 p.

LE GUILLANT, L. *A Neurose das Telefonistas*. In *Quelle psychiatrie pour notre temps?* Travaux e Écrits. Toulouse: Éditions Érés. 1984. pp. 379-391. Artigo publicado originalmente na *La Presse Médicale*, em fevereiro de 1956. Tradução de Mário César Ferreira (Laboratório de Ergonomia, Instituto de Psicologia da UnB), janeiro de 2002.

MAGGI, B. *De l'agir organisationnel*: un point de vue sur le travail, le bien-être, l'apprentissage. 1<sup>ière</sup> éd. Toulouse: Octarès, 2003. 280 p.

MAIA, M. *Processos bottom-up e top-down no rastreamento ocular de imagens*. In: Veredas On-Line – Psicolinguística. Juiz de Fora: fev. 2008. pp. 01-07.

MANCANARES, C. G. *Projeto e implantação de um ambiente integrado de desenvolvimento de produtos*. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo. Orientador: Eduardo de Senzi Zancul. 2012.

MICHEL, A. *Transcending Socialization: A Nine-Year Ethnography of the Body's Role in Organizational Control and Knowledge Worker Transformation*. Los Angeles, Jan 30, 2012. 66 p.

MOLINIER, P. *Travail et compassion dans le monde hospitalier*, Institutions, Revue de Psychothérapie Institutionnelle, n° 29. Sep. 2001.

MONTEDO, U. B. *O Trabalho Agrícola Familiar segundo a Teoria da Complexidade*. Florianópolis, 2001. 167p.

MOORE, J. S.; GARG, A. *The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders*. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 56: 443-458, 1995.

*O Guia para o Corpo de Conhecimento de Análise de Negócios*™ (Guia BABOK®). Versão 2.0. International Institute of Business Analysis, Toronto, Ontário, Canadá. Edição em Português publicada em 2011.

PAGOTTO, M. *Seleção e implementação de um sistema PLM no laboratório de produtos do PRO*. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica. Orientador: Eduardo de Senzi Zancul.

RIBEIRO, L. C. DE Q. *No Coração dos Problemas*. Carta Capital, São Paulo, 18 dez. 2009.

ROUILLEAULT, H. *Changements des organisations, des relations professionnelles et de la relation salariale. Formation Emploi*, Céreq, n. 76, p. 111-114, oct./dec. 2001.

SCHUON, F. *Racines de la condition humaine*. Paris, Éditions Les chemins de la Sagesse, La Table Ronde, 1990.

SILVA, F. A. *Emprego da Realidade Virtual como ambiente de trabalho para a Arquitetura e Engenharia Civil*. Disponível em:  
[http://www2.unoeste.br/~chico/emprego\\_da\\_realidade\\_virtual.pdf](http://www2.unoeste.br/~chico/emprego_da_realidade_virtual.pdf). Acesso em out. 2013. [200-].

SZNELWAR, L. I. *Confiabilidade, Organização e Conteúdo do Trabalho*. [Projeção Visual]. 1ª Conferência Internacional de Confiabilidade Humana, Rio de Janeiro, 2007. 25 dispositivos: color.

\_\_\_\_\_. *Confiabilidade Humana*. [Projeção Visual]. III Encontro Internacional sobre Confiabilidade Humana, Rio de Janeiro, 2004. 17 dispositivos: color.

TRIST, E. *The Evolution of Socio-Technical Systems*: a Conceptual Framework and an Action Research Program. Occasional Paper No. 2. June 1981.

WALLACE, C. *Keep taking the testosterone*. Financial Times, London, Feb 9, 2012.

ZILBOVICIUS, M.; MARX, R. *Uma indústria competitiva produz valor e é responsável*. Valor Econômico, São Paulo, 10 nov. 2011.



## 10. APÊNDICES

### 10.1. APÊNDICE A – Grupos de Pesquisa do PRO<sup>24</sup>

Grupo de Pesquisa	Abrangência e Objetivos
EPEF – Economia da Produção e Engenharia Financeira	Modelagem econômico-financeira de empreendimentos, contabilidade, metodologias de custos, análise de investimentos de sistemas de operações e aspectos econômicos. Objetivo: garantir que ações de investimentos e/ou melhorias nos sistemas de operações tenham justificativa econômica.
GOL – Gestão de Operações e Logística	Gestão física de sistemas de operações e logísticos com temas em planejamento, programação e controle da produção e de estoques, logística e cadeia de suprimentos e produtividade. Objetivos: criar estratégias emergentes de gestão de operações, metodologias de planejamento e projeto, métodos de análise de problemas, ferramentas de software, modelagem de sistemas, aspectos organizacionais, best practices de produção e técnicas de melhoria, controle e manutenção de processos.
GTI – Gestão da Tecnologia da Informação	Gestão da Tecnologia da Informação, seu planejamento e implementação. Objetivo: estabelecimento de uma estratégia integrada e do projeto, da implantação e da administração de Sistemas de Informação, de Gestão do Conhecimento e de Apoio à Decisão.
QEP – Qualidade e Engenharia do Produto	Estratégias, políticas, planejamento, operacionalização e controle de sistemas, metodologias e técnicas de qualidade. Objetivo: desenvolver atividades de pesquisa e ensino relacionadas ao planejamento e gestão da qualidade, projeto e produto.
TTO – Trabalho, Tecnologia e Organização	Todas as instâncias da atividade produtiva, com especial atenção à relação dinâmica entre trabalho e tecnologia; abordagem sócio-técnica para diagnóstico, projeto e gestão dos processos de produção de bens e serviços, ensinamentos da ergonomia para o estudo do trabalho humano e relacionamento entre a Engenharia e as Ciências Sociais Aplicadas. Focos: trabalho humano (aspectos ergonômicos e estrutura organizacional ou das relações sociais de produção) e conhecimento, tecnologia e inovação voltados à competitividade.

<sup>24</sup> Disponível em <http://pro.poli.usp.br/pesquisa/grupos-de-pesquisa/>. Acessado em jun. 2013.

## 10.2. APÊNDICE B – Questionário Guia

Questão 1 – Para os professores – De que maneira você acredita que o uso dos recursos do Laboratório de Projeto e Engenharia do Trabalho possa trazer mais interesse dos alunos ao conteúdo das aulas?

Questão 1' – Para os pesquisadores – De que maneira você acredita que o uso dos recursos do Laboratório de Projeto e Engenharia do Trabalho possa enriquecer sua experiência em pesquisa?

Questão 2 – Para os professores – Nas disciplinas por você ministradas, quais trabalhos propostos aos alunos poderiam ser realizados com o auxílio do Laboratório?

Questão 2' – Para os pesquisadores – Quais das suas atividades de pesquisa poderiam ser auxiliadas pelo Laboratório de Projeto e Engenharia do Trabalho?

Questão 3 – Que tipo de ferramenta/equipamento/software seria interessante que o Laboratório possuísse para lhe ser útil?

Questão 4 – Quais laboratório da Universidade você já utiliza didaticamente ou com fins de pesquisa e extensão?

### 10.3. APÊNDICE C – Lista de Equipamentos do LEEST da UDESC

Equipamento	Função
Dosímetro pessoal de ruído	Avaliar a condição de ruído do ambiente de trabalho.
Bomba de amostragem de poeira	Avaliar a poeira contida no ambiente de trabalho.
Medidor de stress térmico digital portátil	Medir o calor radiante existente no ambiente de trabalho.
Luxímetro	Medir a o nível de iluminação dos ambientes.
Minitermo anemômetro	Medir a velocidade do ar, temperatura e sensação térmica.

## 10.4. APÊNDICE D – Mapa do site do LEU da UFPR



## 10.5. APÊNDICE E – BOM do Laboratório de Ergonomia da UFMG

Equipamento	Quantidade
Câmera fotográfica digital marca SONY, modelo MVC-FD73	1
Gravador transcriptor	1
Vídeo cassete	1
Aparelho de tv 20”	1
Gravador de mesa	2
Mini gravador	5
Impressora jato de tinta	1
Scanner de mesa	1
Impressora portátil jato de tinta	1
Computador portátil	1
Computador	4
Câmera filmadora marca Panasonic modelo NV-M3000PN com tripé	1
Microfone de lapela com receptor de mesa	1
Microfone de mão	1
Sistema receptor de som de dois canais	1
Câmera filmadora portátil marca SONY, modelo CCD-FX230BR	1
Anemômetro	1
Bomba amostradora para tubos colorimétricos	1
Medidores de nível de iluminação	2
Conjunto: termômetro de globo, bulbo seco e de bulbo úmido	1
Termo-higrômetro marca Haeni modelo KAF 564/911.111	1
Medidor de nível de pressão sonora digital	1
Medidor de nível de pressão sonora analógico	2

## 10.6. APÊNDICE F – Inventário de Equipamentos e Softwares

Equipamento	Quantidade
Frequencímetro "Polar RS800CX" (acompanha transmissor infravermelho)	5
Frequencímetro "Polar RS400" (acompanha transmissor infravermelho)	7
Cronômetro "Technos Pure Q S06040/8"	19
Cronômetro "Jaquet" - antigos cromados	40
Luxímetro "Icel LD-500" (quebrado)	1
Fotômetro "GE Light meter type 213"	1
Anemômetro / Termômetro "Testo 405-V1"	1
Higrômetro / Termômetro "Testo 605-H1"	1
Higrômetro / Termômetro de leitura direta "Instrutherm HLD 5203"	2
Decidelímetro "En telbra ETB-142-A"	1
Decibelímetro "Lutron SL-4001"	1
Decibelímetro "Simpson 890-2"	1
Dosímetro "Simpson 897"	1
Paquímetro "Mitutoyo Vernier Caliper 150mm"	7
Micrômetro "Mitutoyo 103-129" (caixa vermelha)	3
Micrômetro "Mitutoyo 103-137" (caixa laranja)	5
Manta de pressão FSA (encosto / assento / pés / apoios braços)	1
Megashow C3800	1
Software Ramsis Standalone	3
Software Morae	3

## 10.7. APÊNDICE G – Valor de Mercado dos Equipamentos

Equipamento	Preço Unitário Máximo*
Eye-Tracking Glasses	50000
Medidor IBUTG	2000
Trena Eletrônica	800
Antropômetro	750
Multimedidor ambiental	400
Anemômetro	300
Fita Antropométrica	70

\*Em Reais.



## 11. ANEXOS

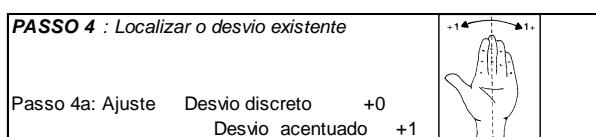
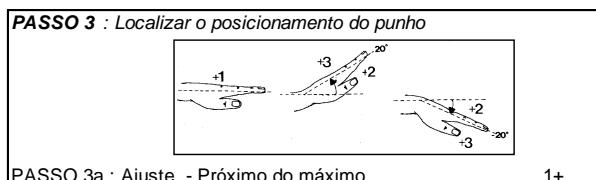
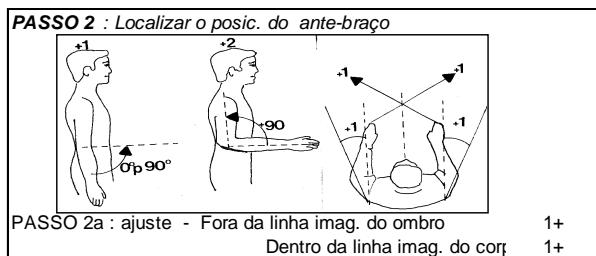
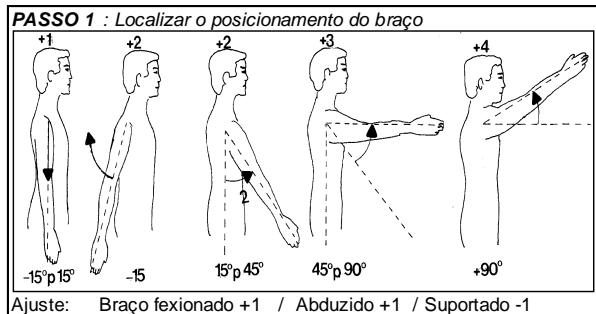
### 11.1. ANEXO A – Especificações Técnicas do Medidor de Stress Térmico

<b>Função</b>	Medição de Stress Térmico (cálculo de IBUTG)
<b>Tipos de sensores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonda de Bulbo úmido: Haste c/copo de 100ml e cordão de pano;</li> <li>- Sonda de Bulbo seco: Haste para temperatura ambiente (PT100 Classe A, Norma DIN 43760);</li> <li>- Sonda de Globo (Esfera Térmica de 6"'): Cobre com haste central</li> </ul>
<b>Unidade(s) de Medida</b>	Temperatura: °C; Umidade: % UR
<b>Mínimo</b>	Temperatura: -10 °C; Umidade: 0%
<b>Máximo</b>	Temperatura: 40 °C; Umidade: 100%
<b>Escala</b>	- 10 °C a 150 °C
<b>Resolução</b>	0.1 °C / 0,1 % UR
<b>Precisão</b>	± 0.1 °C ± último dígito significativo
<b>Taxa de atualização / amostragem</b>	3 / seg
<b>Tipo de mostrador</b>	Display de cristal líquido (LCD)
<b>Temperatura de operação</b>	-10 °C a 40 °C
<b>Alimentação</b>	Bateria padrão 9 V / pilhas AA / pilhas AAA / Bateria Recarregável / Cabo de alimentação e fonte bivolt (110 V / 220 V)
<b>Dimensões</b>	260 x 280 x 200 mm
<b>Peso máximo</b>	1700 g

## 11.2. ANEXO B – Especificações Técnicas do Multimedidor

	Geral	Termômetro	Higrômetro	Decibelímetro	Luxímetro
<b>Tipos de sensor(es)</b>	-	Termopar tipo K			Fotodiodo de silício com filtro
<b>Unidade(s) de Medida</b>	-	°C / °F	RH	dB	Lux
<b>Mínimo</b>	-	-20°C / 4°F	25%	35dB	Lux
<b>Máximo</b>	-	750°C / 1400°F	95%	130dB	20000 Lux
<b>Resolução</b>	-	0,1°C / 0,1°F; 1°C / 1°F	0,1% RH	0,1dB	
<b>Precisão</b>	-	± 3% da leitura + 2°C / ± 3% da leitura + 2°F	± 5% RH	±3,5dB	-5% da leitura + 10 dígitos
<b>Taxa de atualização / amostragem</b>	1,5 vez por segundo	-	-	-	-
<b>Modo Economia de energia</b>	Sim: Desligamento automático após 10 minutos sem uso	-	-	-	-
<b>Tipo de mostrador</b>	Display de cristal líquido (LCD)	-	-	-	-
<b>Temperatura de operação</b>	0°C ~ 40°C, 80% RH	-	-	-	-
<b>Alimentação</b>	Bateria padrão 9v / pilhas AA / pilhas AAA / Bateria recarregável	-	-	-	-
<b>Dimensões máximas</b>	300 x 70 x 40 mm	-	-	-	-
<b>Peso máximo</b>	350g	-	-	-	-

## 11.3. ANEXO C – Guia para Aplicação do Método RULA de Análise Postural



**PASSO 5 : Transfira o valor encontrado na tabela A**

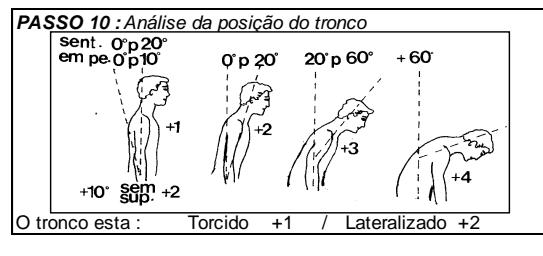
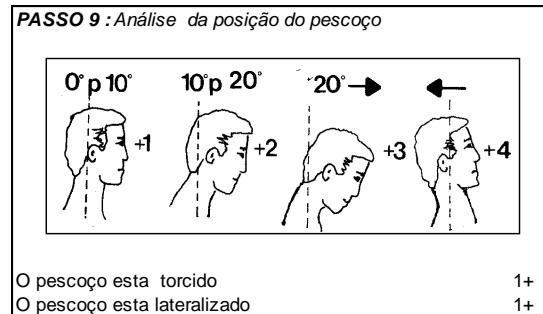
**PASSO 6 : Contração muscular**

Postura principalmente estática	1+
Postura é ativa por 4 minutos ou mais	1+

**PASSO 7 : Força e carga**

menor que 2kg intermitente	0
entre 2 e 10 kg intermitente	1+
entre 2 e 10kg estático/repetitivo	2+
maior do que 10kg / choque	3+

**PASSO 8 : Transportar a somatória para a tabela C**



**PASSO 11 : Análise da posição das pernas**

As pernas estão balanceadas e apoiadas	1+
As pernas não estão apoiadas e balanceadas	2+

**TABELA B**

TRONCO						
1	2	3	4	5	6	
Pesc	perna	perna	perna	perna	perna	perna
1	2	1	2	1	2	1
2	1	2	2	2	3	3
3	2	2	2	3	3	4
4	2	3	2	3	3	4
5	3	4	4	4	5	6

**PASSO 12 : Transfira o valor encontrado na tabela B**

**PASSO 13 : Contração muscular**

Postura estática	1+
Postura ativa por 4 minutos ou mais	1+

**PASSO 14 : Força e carga**

menor 2kg intermitente	0
entre 2 e 10 kg intermitente	1+
entre 2 e 10kg estático/repetitivo	2+
maior do que 10kg / choque	3+

**PASSO 15 : Transportar a somatória para a tabela C**

## 11.4. ANEXO D – Ficha de dados – Processo de Moore e Garg

Task	Analyst
	Date / /

Strain Index	Find rating for each risk factor and multiply them together.	SI < 3: Safe SI between 3 and 5: Uncertain SI between 5 and 7: Some Risk SI > 7: Hazardous			
Risk Factor	Rating Criterion	Observation	Ratings	Left	Right
Intensity of Exertion [Borg Scale values in brackets]	Light	Barely noticeable or relaxed effort [0-2]	1		
	Somewhat Hard	Noticeable or definite effort [3]	3		
	Hard	Obvious effort; Unchanged expression [4-5]	6		
	Very Hard	Substantial effort; Changed expression [6-7]	9		
	Near Maximal	Uses shoulder or trunk for force [8-10]	13		
Duration of Exertion (% of Cycle)	< 10%		0.5		
	10-29%		1.0		
	30-49%		1.5		
	50-79%		2.0		
	> 80%		3.0		
Efforts Per Minute	< 4		0.5		
	4 - 8		1.0		
	9 - 14		1.5		
	15 - 19		2.0		
	> 20		3.0		
Hand/ Wrist Posture	Very Good	Perfectly Neutral	1.0		
	Good	Near Neutral	1.0		
	Fair	Non-Neutral	1.5		
	Bad	Marked Deviation	2.0		
	Very Bad	Near Extreme	3.0		
Speed of Work	Very Slow	Extremely relaxed pace	1.0		
	Slow	Taking one's own time	1.0		
	Fair	Normal speed of motion	1.0		
	Fast	Rushed, but able to keep up	1.5		
	Very Fast	Rushed and barely/unable to keep up	2.0		
Duration of Task Per Day (hours)	<1		0.25		
	1 - 2		0.50		
	2 - 4		0.75		
	4 - 8		1.00		
	> 8		1.50		