UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

MARIA JÚLIA DA SILVA BENINI

**UMA AGENDA DE INTERVENÇÃO
PARA A ERGONOMIA DA ATIVIDADE NA CONCEPÇÃO
DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS INTERATIVOS**

SÃO PAULO
2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

MARIA JÚLIA DA SILVA BENINI

**UMA AGENDA DE INTERVENÇÃO
PARA A ERGONOMIA DA ATIVIDADE NA CONCEPÇÃO
DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS INTERATIVOS**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia Elétrica

Área de concentração: Sistemas Eletrônicos

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Knörich Zuffo

SÃO PAULO
2006

EDIÇÃO REVISADA

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor com a anuência de seu orientado.

São Paulo, 03 de outubro de 2006

Assinatura do Autor: _____

Assinatura do Orientador: _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Benini, Maria Júlia da Silva

Uma agenda de intervenção para a ergonomia da atividade na concepção de sistemas computacionais interativos / M.J. da Silva Benini. -- São Paulo, 2006.

113 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos.

1.Interação homem-máquina 2.Ergonomia cognitiva 3.Ergonomia da atividade 4.Engenharia de requisitos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos II.t.

*À minha mãe,
exemplo supremo de
perseverança e amor infinitos.*

Este trabalho não seria possível sem o apoio incondicional dos coordenadores da área de Meios Eletrônicos Interativos do Laboratório de Sistemas Integráveis da EPUSP.

A eles, e a todos os colegas com quem tive a oportunidade de trabalhar nos últimos quatro produtivos anos – cada um, um mestre para mim – deixo os meus profundos votos de amizade e agradecimento.

Merci aussi à les amis d'IRIT, e aos professores de Ergonomia do Depto. de Produção da Escola Politécnica da USP, que contribuíram pacientemente para esta minha inicial ilustração pelos segredos da Atividade.

E quem seríamos nós sem os amigos e familiares?

O apoio e a compreensão nas horas difíceis e nas comemorações das etapas cumpridas são o alimento que promovem o significado deste trabalho.

...et ainsi que la diversité de nos opinions ne vient pas de ce que les uns sont plus raisonnables que les autres, mais seulement de ce que nous conduisons nos pensées par diverses voies, et ne considérons pas les mêmes choses.

Descartes, 1992:23

RESUMO

Benini, M. J. S. Uma Agenda de Intervenção para a Ergonomia da Atividade na Concepção de Sistemas Computacionais Interativos. 2006. 113p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2006.

Propõe-se uma agenda de intervenção para a ergonomia da atividade no processo de requisitos de sistemas computacionais interativos centrados no usuário. Esta agenda adotou a abordagem multidisciplinar preconizada em normas internacionais de qualidade de software, como a ISO-13407. O objetivo da agenda é integrar a Análise Ergonômica do Trabalho na engenharia de requisitos, abordando a complexidade do ambiente de uso de forma sistemática, e garantir a interoperabilidade com a equipe de desenvolvimento. A agenda é aplicada experimentalmente em um estudo de caso de informatização na área médica, e envolveu o especialista em usuário, especialistas em computação e especialistas na área médica. Os resultados apresentados corroboram para a abordagem multidisciplinar proposta, evidenciando-se em processos de informatização de atividades de trabalho.

ABSTRACT

Benini, M. J. S. **An Agenda for the Intervention of the Activity Ergonomics in the Conception of Interactive Computing Systems.** 2006. 113p. Master's Degree Dissertation. (Master's Degree). Polytechnic School, University of São Paulo, 2006.

An agenda for the intervention of the activity ergonomics in the requirements process of interactive computing systems centered in the user is proposed. The agenda adopted a multidisciplinary approach aimed by international software quality standards, as ISO 13407. The objective of the agenda is to integrate the Ergonomic Analysis of Work in the requirements engineering, approaching complexity of the environment of use, while making possible interoperability with the development team. The agenda is experimentally applied in a case study of automation in the medical field, involving user, computing and medical specialists. Results presented corroborated to the multidisciplinary approach proposed, argued for automation of working activities.

LISTAS

Lista de Figuras

Figura 1. Elementos de um sistema em Pressman	13
Figura 2. Processo de design centrado no usuário (ISO 13407)	16
Figura 3. Cubo Mágico	19
Figura 4. Modelo de processamento de informações da psicologia experimental cognitiva	23
Figura 5. Modelo de atividade sob o paradigma da psicologia sócio-histórica	25
Figura 6. Processo iterativo de engenharia de requisitos	35
Figura 7. Do que a ergonomia pode fazer a análise	40
Figura 8. Modelo de comportamento de sistema aberto	42
Figura 9. Agenda de intervenção para a ergonomia da atividade na concepção de sistemas computacionais interativos centrados no usuários	56
Figura 10. Atividade sob escopo de informatização no Lab _Anatomia	61
Figura 11. Instrumentos aplicados no estudo de caso a partir da agenda de intervenção	75
Figura 12. Esquema de preenchimento do livro de registro de exames	77
Figura 13. Esquema de marcações na ficha da paciente para colo de útero	81
Figura 14. Modelo da ficha de controle de produção de citotécnicos	86
Figura 15. Esquema de preenchimento do protocolo de expedição	87
Figura 16. Tela “Receber novo caso”	110
Figura 17. Tela “Buscar histórico do novo caso”	111
Figura 18. Tela “Imprimir etiquetas com código de barras para material e ficha do caso”	111
Figura 19. Tela “Entrada para Digitação dos dados da ficha”	112
Figura 20. Tela “Digitação dos dados da ficha”	112
Figura 21. Fluxo da rotina de trabalho a partir da informatização	113

Lista de Imagens

Imagem 1. Sala de Recepção Central	64
Imagem 2. Recepção de Laboratório	65
Imagem 3. Sala de Processamento Técnico	65
Imagem 4. Sala de Exame Macroscópico	66
Imagem 5. Sala dos Patologistas	66
Imagem 6. Sala de Imuno-Histoquímica	67
Imagem 7. Sala de Digitação	68
Imagem 8. Arquivo de Fichas	68
Imagem 9. Detalhe do Arquivo de Fichas	68
Imagem 10. Detalhe da Sala de Processamento Técnico	80
Imagem 11. Detalhe do manuscrito usado para distribuir cortes entre dois dos operadores de micrótomo	81

Lista de Tabelas

Tabela 1. Cartões de validação dos requisitos do <i>Volere</i>	50
Tabela 2. Questionário de avaliação da agenda proposta	89

Lista de Abreviaturas e Siglas

AET: Análise Ergonômica do Trabalho

CNAM: *Conservatoire National des Arts et Métiers*

COTS: *Commercial Off-The-Shelf*

GOMS: *Goals, Operators, Methods and Selection rules*

IBOPE: Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística

IEA: *International Ergonomics Association*

IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

IHC: Interação/Interface Humano-Computador. A sigla depende da abordagem do autor

IHM: Interação Homem-Máquina

IRIT: *Institut de Recherche Informatique de Toulouse*

LSI-EPUSP: Laboratório de Sistemas Integráveis da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

GLOSSÁRIO

AET: metodologia de avaliação utilizada pela Ergonomia da Atividade.

Ciências Sociais: englobam as disciplinas sociologia, ciência política, psicologia social, economia, antropologia, pesquisa de mercado, além da geografia, história e comunicações (Babbie, 2001:57).

Constrangimento: tradução para o termo *constraint*, do inglês, e *contrainte*, do francês, conforme sugerido pelos tradutores de Guérin, 2001.

COTS: diz-se dos programas de computador comerciais, de prateleira. A sigla é um acrônimo para *commercial off-the-shelf*.

Formativa: segundo a norma ISO 13407, tipo de avaliação que busca prover realimentação de informações (*feedback*) através da consulta ao usuário para melhorar o design do produto a ser concebido.

GOMS: método de análise de tarefas desenvolvido por Card et al (1983, apud Helander, 1990), sendo um acrônimo para *goals, operators, methods and selection rules*.

Interoperabilidade: compatibilidade, consenso técnico.

Multidisciplinar: intervenção de duas ou mais disciplinas, num mesmo objeto de estudo, tendo como pressuposto a interoperabilidade entre elas.

Partes Interessadas: tradução do termo em inglês *stakeholders*.

Ponto de Vista (*Viewpoint*): conjunto de informações sobre o sistema ou sobre uma perspectiva particular, que somadas produzem os requisitos em sua totalidade.

Programa de Computador: conjunto de códigos e interfaces que operam sobre um computador.

Sistema de Computador: conjunto composto por programa de computador e computador associados.

Sistema Computacional Interativo: conjunto composto por programa de computador, computador e interfaces interativas (mouse, teclado, haptic, etc).

Sistema Sócio-técnico: interação entre os subsistemas sociais e técnicos de uma organização, considerando os aparatos técnicos e os homens numa relação de mútua influência.

Stakeholders: todas as partes envolvidas direta ou indiretamente no projeto de concepção.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1. Objetivo.....	2
1.2. Motivação.....	3
1.2.1. Histórico de pesquisa.....	3
1.2.2. Os requisitos na concepção de sistemas computacionais interativos.....	4
1.3. Relevância.....	7
1.3.1. A evolução da indústria rumo ao usuário.....	7
1.3.2. A informatização: uma discussão metodológica	8
1.4. Estrutura da dissertação.....	10

CAPÍTULO 2 - CONCEPÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS INTERATIVOS CENTRADA NO USUÁRIO

2.1. Paradigmas para a concepção de sistemas computacionais interativos...12	
2.1.1. Concepção de sistemas computacionais interativos centrada na tecnologia.....	13
2.1.2. Concepção de sistemas computacionais interativos centrada no usuário	15
2.2. Conceitos.....17	
2.2.1. Os sistemas homem-máquina	17
2.2.1.1. Definição de Sistema.....	18
2.2.2. A natureza dos sistemas homem-máquina	19
2.2.2.1. Os sistemas homem-máquina são complexos.....	19
2.2.2.2. Os sistemas homem-máquina operam em contexto.....	21
2.2.2.3. Os sistemas homem-máquina têm cognição distribuída e compartilhada	22
2.2.2.4. Os sistemas homem-máquina são culturalmente orientados.....	26
2.2.3. A ergonomia	27
2.2.4. O estudo ergonômico dos sistemas de computador.....	28
2.2.5. A ergonomia cognitiva na concepção de sistemas computacionais.....	31
2.2.5.1. A ergonomia cognitiva dos sistemas comerciais.....	31
2.2.5.2. A ergonomia cognitiva na operação e controle.....	32
2.2.6. A ergonomia da atividade.....	32
2.2.7. O processo de requisitos.....	34
2.3. Considerações sobre a revisão da literatura.....36	

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

3.1. Análise Ergonômica do Trabalho.....	38
3.1.1. Definição de Análise Ergonômica do Trabalho (AET)	38
3.1.2. Atividade e tarefa: a dialética da regulação.....	39
3.1.3. Instâncias de análise: tarefa e atividade	42
3.1.4. Evidências experimentais da análise da atividade	44
3.2. Métodos e técnicas	44
3.2.1. Contribuições das ciências sociais.....	45
3.2.1.1. O experimento controlado.....	45
3.2.1.2. A análise de conteúdo.....	45
3.2.1.3. Análise dos dados existentes.....	45
3.2.1.4. Pesquisa de survey (levantamento).....	46
3.2.1.5. Estudos de Caso.....	46
3.2.1.6. Observação Participante	47
3.2.2. Métodos e técnicas de levantamento e análise de requisitos.....	47
3.2.3. Métodos e técnicas de negociação dos requisitos.....	48
3.2.4. Métodos e técnicas de documentação dos requisitos.....	50
3.2.5. Métodos e técnicas de validação dos requisitos.....	51
3.3.Considerações de metodologia.....	52

CAPÍTULO 4 - AGENDA DE INTERVENÇÃO

4.1. Descrição da Agenda	55
4.2. Situações experimentais da agenda	57
4.2.1. A agenda de intervenção em contextos de operação e controle.....	57
4.2.2. A agenda de intervenção em produtos de massa.....	57
4.3. Considerações da agenda de intervenção.....	58

CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO

5.1. Introdução ao problema	60
5.2. Contexto da intervenção	61
5.2.1. Descrição das atividades.....	61
5.2.1.1. Recepção do Exame.....	62
5.2.1.2. Laboratório.....	62
5.2.2. Descrição dos setores analisados.....	64
5.2.2.2. Recepção de Laboratório.....	64
5.2.2.3. Sala de Processamento Técnico.....	65
5.2.2.4. Sala de Exame Macroscópico.....	66
5.2.2.5. Sala dos Patologistas.....	66
5.2.2.6. Sala dos Citotécnicos.....	67
5.2.2.7. Sala de Experimentos de Imuno-Histoquímica.....	67
5.2.2.8. Digitação.....	67
5.2.2.9. Arquivo de Fichas.....	68
5.2.2.10. Expedição.....	69

5.2.3. Escopo do projeto.....	69
5.2.4. Perfil dos usuários potenciais.....	69
5.3. A Intervenção ergonômica no processo de requisitos.....	70
5.3.1. Levantamento e análise de requisitos.....	70
5.3.1.1. Análise de Demanda e Análise do Ambiente Técnico, Econômico e Cultural.....	71
5.3.1.2. Análise da Atividade e das situações de trabalho	71
5.3.2. Negociação dos requisitos.....	73
5.3.2.1. Recomendações Ergonômicas.....	73
5.3.3. Documentação dos requisitos	74
5.4. Contribuições da ergonomia da atividade na especificação do produto .76	
5.4.1. A centralização do saber.....	76
5.4.2. Bem estar físico.....	78
5.4.2.1. Recepção de Laboratório.....	78
5.4.2.2. Sala de Exame Macroscópico.....	78
5.4.3. A questão do tempo.....	79
5.4.4. A distribuição de tarefas.....	80
5.4.5. A informação nos rabiscos.....	81
5.4.6. Comunicação	82
5.4.7. Rastreamento de responsabilidades.....	82
5.4.8. Múltiplas redundâncias.....	83
5.4.9. Comprometimento e motivação.....	84
5.4.10. O Controle do grupo.....	85
5.4.11. A inteligência situacional.....	86
5.5. A Agenda na validação do design conceitual.....	88
5.6. Considerações do estudo de caso.....	91

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES

6.1. Contribuições.....	93
6.2. Trabalhos Futuros.....	94
6.3. Considerações finais.....	95

REFERÊNCIAS.....	96
-------------------------	-----------

ANEXOS

Pesquisa de clima motivacional para a informatização dos setores de leitura de lâminas.....	102
Resumo do padrão de documentação Volere.....	105
Modelo de teste de validação dos requisitos através da técnica de protótipo em papel.....	109

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O meio é a mensagem, pois as conseqüências sociais e pessoais de qualquer meio – ou seja, de qualquer uma das extensões de nós mesmos – constituem o resultado de novo estalão introduzido em nossas vidas por uma nova tecnologia.

(Mcluhan, 2002:21).

A concepção de sistemas computacionais interativos vem passando por mudanças drásticas de cronograma, implicando no aumento do tempo e custo despendido com o processo de requisitos (levantamento, análise, negociação, documentação e validação), com crescente foco nos requisitos de usuário, que passam a reger todos os demais requisitos.

Paralelamente, a crescente **especialização** técnica exigida pelas normas de qualidade no projeto de sistemas centrado no usuário, como as ISO/IEC 9126-1 e ISO 13407 (Bevan, 1999; 2001) demanda a formação de equipes multidisciplinares¹ no time de concepção.

Neste escopo multidisciplinar, a ergonomia da atividade apresenta uma solução metodológica peculiar para o processo de levantamento dos

¹ O termo *multidisciplinar*, e suas variações, será usado para identificar os casos em que duas ou mais disciplinas intervêm, num mesmo objeto de estudo, tendo como pressuposto a interoperabilidade entre elas.

requisitos, fase da concepção ainda pouco assistida por métodos da engenharia de requisitos (Kotonya; Sommerville, 1999; Dym; Little, 2000).

Por outro lado, a multidisciplinaridade exige a interoperabilidade² entre as equipes, que se concretiza na documentação dos requisitos e em processos de negociação.

É neste embate entre a **qualidade técnica** e a **aplicação da interoperabilidade** que se insere esta dissertação, propondo uma agenda de intervenção para a **ergonomia da atividade** no escopo multidisciplinar da concepção de sistemas computacionais interativos centrada no usuário.

1.1. OBJETIVO

Propõe-se a intervenção sistemática e interoperável da ergonomia da atividade no ciclo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos, com foco no processo de requisitos.

Para se atingir este objetivo, as seguintes metas foram traçadas:

- revisar a literatura de fatores humanos para sistemas computacionais interativos, com foco na ergonomia da atividade, sobre métodos de apoio à concepção desses sistemas;
- revisar a literatura de engenharia de requisitos para sistemas computacionais interativos, numa abordagem centrada no usuário;
- propor uma agenda de intervenção para a ergonomia da atividade na concepção de sistemas computacionais interativos, a partir da revisão da literatura;
- discutir experimentalmente a agenda proposta, através de sua aplicação em um estudo de caso.

² O termo *interoperabilidade* é usado como sinônimo de compatibilidade, consenso técnico.

1.2. MOTIVAÇÃO

Nesta seção são apresentados os motivos pessoais que levaram a autora a desenvolver a pesquisa, assim como as influências epistemológicas que a caracterizam.

1.2.1. Histórico de pesquisa

Este trabalho teve desde o seu início um forte interesse metodológico devido às interrogações trazidas da experiência da autora no mercado em pesquisas com usuários de Internet.

Logo no início, nos deparamos com a vasta área de pesquisa em Interação Humano-Computador (IHC), onde avaliamos que o processo de concepção dos sistemas computacionais interativos, objetos da IHC, mereceriam um destaque maior do que inicialmente previsto.

Neste sentido, já no segundo semestre de pesquisa, passamos a constatar que nossa contribuição deveria ser organizada em duas fases. A primeira, compreendendo esta dissertação de mestrado, e a segunda, um futuro projeto de doutoramento.

Assim, apresentaremos nesta dissertação uma contribuição de reflexão metodológica, aplicada experimentalmente. Essa reflexão se dá na intervenção da ergonomia da atividade para a concepção de sistemas computacionais interativos centrada no usuário.

O paradigma de concepção centrada no usuário foi proposto nas seguintes disciplinas cursadas ao longo da pesquisa: *Metodologia de Desenvolvimento de Interfaces Homem-Máquina* (PCS5756), no terceiro período de 2004, e *design de Sistemas Virtuais Centrado no Usuário* (CBD5135), no segundo semestre de 2005.

A introdução da ergonomia nesta pesquisa foi proposta pelas seguintes disciplinas: *Concepção Ergonômica do Trabalho* (PRO5801), e *Projeto do Trabalho, Ergonomia e Teorias Organizacionais* (PRO5843), cursadas no terceiro período de 2004 e terceiro período de 2005, respectivamente. A autora teve ainda a oportunidade de trabalhar no primeiro semestre de 2005 no *Groupe de*

Recherche en Ingénierie Cognitive do *Institut de Recherche Informatique* de Toulouse (GRIC-IRIT, Toulouse, França), onde a ergonomia da atividade aplicada ao desenvolvimento de sistemas computacionais interativos está em sedimentação.

Como método de apoio à ergonomia, é citado no capítulo 3 o experimento controlado, provindo da psicologia experimental cognitiva³. O conhecimento apresentado sobre o método foi adquirido na disciplina *Psicolinguística Cognitiva* (PSE5819), e durante um estágio no laboratório de Neuropsicolinguística Cognitiva Experimental do Instituto de Psicologia da USP, ambos durante o último semestre de 2004.

A introdução da engenharia de requisitos se deu experimentalmente, junto ao núcleo de Telemedicina do LSI-EPUSP, no qual a autora vem trabalhando nos últimos 15 meses, e através da disciplina *Metodologia de Projeto de Sistemas* (PMR5009), cursada no primeiro período de 2006.

Inicialmente, a proposta desta dissertação possuía foco nas rotas de aprendizagem durante a utilização de meios eletrônicos interativos a partir da variável *experiência de uso*. A proposta gerou frutos paralelos durante os projetos de pesquisa e desenvolvimento que tivemos a oportunidade de contribuir cientificamente no Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI-EPUSP). Dessas pesquisas, surgiram os dois artigos apresentados em congressos internacionais da área (Benini et al, 2004; Benini; Batista; Zuffo, 2005). O assunto será parte de nossas interrogações para o futuro projeto de doutoramento.

1.2.2. Os requisitos na concepção de sistemas computacionais interativos

Nesta seção ponderamos as considerações que levaram ao foco desta dissertação no processo de requisitos para a concepção de sistemas computacionais interativos.

³ Embora faça parte do escopo de métodos a ser apresentado nos capítulos 2 e 3, os experimentos controlados da psicologia cognitiva não chegaram a ser aplicados no estudo de caso (capítulo 5).

A engenharia de software apresentou para a indústria a especialização de setores do desenvolvimento até então generalista (Pressman, 1995). Corroborando para a especialização do processo de desenvolvimento de software, surge nos anos 90 a normatização da qualidade no desenvolvimento de sistemas computacionais interativos centrados no usuário (ISO 13407), que determina a formação de equipes multidisciplinares nos projetos de concepção (Bevan, 1999).

No entanto, a formação de equipes especializadas exige esforço de interoperabilidade e negociação para garantir que as informações produzidas ao longo do processo serão amplamente utilizadas entre os membros do time multidisciplinar.

Paralelamente, na revisão da literatura didática sobre Interação Humano-Computador realizada para esta pesquisa (Dix et al, 1997; Helander, 1990; Mayhew, 1992; Preece et al, 1994), observa-se o enfoque do projeto de concepção de um novo produto nos guias heurísticos e nos procedimentos experimentais de intervenção após finalizado o primeiro ciclo de desenvolvimento⁴, isto é, o foco não é a análise de requisitos.

Considerando os sistemas computacionais dedicados à informatização de ambientes de operação e gerenciamento, construídos sob demanda para necessidades específicas, a análise dos requisitos ditará os custos posteriores de implantação, pois toda a cultura organizacional e a categoria de funcionários estão em jogo. Além disso, a introdução de sistemas computacionais em ambientes de trabalho sem a devida análise de requisitos pode levar a *erro humano*⁵, afetando o sistema sócio-técnico⁶ e chegando a catástrofes, como no acidente nuclear gerado em *Three Miles Island, Pennsylvania*, em 1979 (Norman, 1994; Preece et al, 2004:23-25).

⁴ Em Dix et al (1997), Helander (1990) e Mayhew (1992) o processo de design se concentra em *guidelines* de projeto da interface gráfica, não englobando as questões de processo envolvidas na introdução de um sistema homem-máquina na rotina do usuário. Mayhew (1999), uma referência de concepção de sistema centrado no usuário, também objetiva apenas as questões referentes à interface gráfica. Em Preece (1994), dentre as questões de processo e de interface com o usuário, apenas 3% do livro se destina à análise dos requisitos em projetos de concepção de artefatos.

As negligências no trato com os usuários durante a análise de requisitos são normalmente vinculadas a pouca especialização em ciências humanas dos engenheiros de requisitos, quase sempre vindos da área de computação (Carroll, 2001a). Se por um lado existe uma ampla bibliografia de ergonomia cognitiva à disposição da engenharia de software, por outro os detentores desse conhecimento muitas vezes não estão habituados à informática e, como resultado, o trabalho conjunto é dificultado pelas barreiras de interoperabilidade de conhecimento quando existem equipes multidisciplinares (Wisner, 2004).

As técnicas disponibilizadas pelas ciências humanas aplicadas estão validadas na literatura e se aplicam a maioria dos estudos do comportamento humano, dentre os quais um sistema sócio-técnico. São, portanto, referências consolidadas para o levantamento e análise de requisitos em projetos de sistemas centrados no usuário. Por outro lado, a dificuldade de interoperabilidade entre o especialista em usuário e os membros da equipe de desenvolvimento se mostra corrente nos relatos experimentais da literatura e foi reiterada no estudo de caso desta pesquisa. O fato corrobora para a organização de uma agenda para a sistematização da intervenção ergonômica no ciclo de desenvolvimento, que possibilite acuidade técnica de coleta de dados e manutenção da interoperabilidade. Conseqüentemente, pretende-se corroborar para a conscientização da eficiência de abordagens multidisciplinares para a concepção

⁵ A idéia de *erro humano* simplifica uma ampla cadeia de eventos que geram acidentes, e que nem sempre têm sua responsabilidade na figura do operador do sistema. Por trás do erro humano existem problemas de comunicação entre o usuário e a máquina, para situações contextuais de uso não previstas pela especificação do produto. Ou ainda problemas de aprendizagem e adaptação durante a implantação de um novo equipamento que não levou em conta as peculiaridades do contexto de uso durante sua especificação. Ver, por exemplo, Hutchins (1995), Rognin (1996) e Wisner (1997).

⁶ O conceito de *Sistema Sócio-Técnico* aqui abordado foi desenvolvido de forma pioneira pelo Instituto Tavistock de Relações Humanas para representar a interação entre os subsistemas sociais e técnicos de uma organização, num paradigma materialista-histórico em que se considera que os aparatos técnicos e os homens possuem uma relação de mútua influência (Kuuti, 1996; Preece, 1994:191-194).

de sistemas computacionais interativos com foco no usuário, evidenciando-as experimentalmente.

1.3. RELEVÂNCIA

Nesta seção apresenta-se a relevância da intervenção ergonômica na concepção de sistemas computacionais centrados no usuário. São evidenciadas tendências de mercado em direção a esta abordagem, bem como a justificativa pela informatização como objeto do presente trabalho.

1.3.1. A evolução da indústria rumo ao usuário

No presente momento, a indústria de programas de computador está passando por uma fase de amadurecimento comparável ao mercado de produtos de consumo no fim da segunda guerra mundial e a explosão industrial que possibilitou a produção em massa de bens de consumo (Dhir, 2004).

Naquele tempo, as indústrias depararam-se com a tarefa de oferecer produtos que atendessem a um mercado cada vez mais exigente, devido à rápida inversão de um processo de demanda para outro de oferta de mercadorias. A forte concorrência induziu o desenvolvimento das técnicas de Marketing (estudos de efeitos da propaganda, pesquisas de tendências e hábitos do consumidor, entre outros), onde a análise das necessidades e desejos dos consumidores passou a ser o fator chave para o sucesso de um lançamento (Ward, 1987).

Após um curto período que foi a hegemonia de alguns fornecedores, a tecnologia de fabricação de hardware e software se disseminou e tais tecnologias se tornaram amplamente acessíveis (*commodity electronics*), baseadas em componentes eletrônicos genéricos. A competição e os altos custos de projeto forçaram os desenvolvedores a investir nas pesquisas com os usuários e no foco ao projeto de produto e do processo (Pressman, 1995:3-49).

Para os consumidores de meios eletrônicos interativos, a inversão da demanda nos anos 90 permitiu que suas necessidades fossem atendidas a partir de

um olhar para as questões ergonômicas (biomecânicas e cognitivas) do uso. Mas é necessário observar que o próprio amadurecimento dessa indústria e a sedimentação da engenharia de software foram essenciais para que este ponto de vista de produção esteja se firmando.

No entanto, foi somente após experiências frustradas em desenvolver sistemas computadorizados para substituir completa ou parcialmente ferramentas de trabalho que se iniciou a crescente preocupação com os requisitos. Essas experiências envolveram, em geral, a automação de sistemas de gestão de risco, como controladores de operação nuclear (Norman, 1990), *cockpits* de aeronaves (Hutchins, 1995), navegação marítima (Hutchins, 2000), entre muitas outras.

Neste contexto, nos anos 90 etnólogos vinculados a área de pesquisa em Interação Humano-Computador iniciaram sua intervenção no levantamento de requisitos de sistemas computacionais interativos através do uso de técnicas indutivas (*bottom-up*)⁷ de coleta de dados com grande sucesso de resolução de problemas (Hutchins, 1995; Suchman, 1990). Paralelamente aos esforços das pesquisas em fatores humanos para sistemas computacionais, uma abordagem da ergonomia apresentava resultados muitos semelhantes utilizando um método conhecido por sua aplicação há mais 50 anos na área de reengenharia organizacional, a **análise da atividade**.

A introdução das ciências humanas na concepção de sistemas computacionais evidenciou a seguinte questão. A automação dá ao trabalho nova dimensão e o reconfigura. Como resultado, pode-se obter ganhos de eficiência e melhoria na qualidade de vida dos trabalhadores ou transtornos irreparáveis.

1.3.2. A informatização: uma discussão metodológica

A questão da informatização em ambientes de trabalho foi a opção feita no estudo de caso desta pesquisa para a aplicação experimental da abordagem multidisciplinar para o processo de requisitos na concepção de sistemas de computador centrados no usuário. Essa escolha levou em conta a

⁷ Referir-se ao capítulo 2.

literatura que a influenciou desde o início, como Hutchins (1995; 2000) e os autores provenientes do CNAM (*Conservatoire National des Arts et Métiers*) francês.

Como garantir que a informatização terá como resultado o aumento da eficiência e do bem estar no trabalho? Relatos de processos de informatização que tiveram como consequência transtornos e desastres são relacionados a projetos que não levaram em conta a atividade de uso e seu contexto, apenas as ferramentas, e cuja justificativa estava em simulações estatísticas de produtividade que desconsideravam as variáveis externas do complexo sistema de uma atividade produtiva humana (Norman, 1990: 39-43,47). Conseqüentemente, em muitos casos levou a processos de retrospecto das indústrias a sua situação **inicial**, pré-informatização, ou inúmeros ciclos de *redesign* com imensos danos materiais e sociais (Wisner, 1997).

A motivação desta dissertação é discutir a frenagem desses constrangimentos⁸, através da intervenção da ergonomia da atividade no ciclo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos, num escopo multidisciplinar que permita a interoperabilidade entre as equipes de fatores humanos e de desenvolvimento nos projetos centrados no usuário.

A revisão bibliográfica a ser apresentada no capítulo 2 e um estágio em um laboratório (GRIC-IRIT, Toulouse, França) onde o uso da ergonomia da atividade para o levantamento de requisitos em sistemas computacionais está em sedimentação, geraram a proficiência para sua aplicação em um estudo de caso real, que busca validar experimentalmente a abordagem proposta a partir da informatização de um sistema de trabalho na área médica.

⁸ O termo *constrangimento* será usado ao longo desta monografia como tradução para o termo *constraint*, do inglês, e *contrainte*, do francês, conforme sugerido pelos tradutores de Guérin, 2001, e também como *restrição* em algumas situações.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Neste primeiro capítulo da dissertação foram apresentados o tema, os objetivos e as razões que tornam relevante a contribuição desta pesquisa.

No capítulo 2 será feita a revisão da literatura, cujo objetivo é apresentar ao leitor a escolha paradigmática feita nesta dissertação, os conceitos que envolvem o tema a partir do paradigma apresentado.

O capítulo 3 apresenta a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho e os instrumentos disponíveis na literatura que justificam a abordagem multidisciplinar proposta para o processo de requisitos de sistemas computacionais centrados no usuário.

O capítulo 4 sintetiza a proposta metodológica numa agenda de intervenção ergonômica que visa a interoperabilidade entre equipes de desenvolvimento.

No capítulo 5 apresenta-se o estudo de caso que aplicou experimentalmente a agenda proposta.

O capítulo 6 sintetiza as evidências apresentadas na literatura e corroboradas pelos resultados do estudo de caso através das contribuições geradas pelo trabalho e vislumbra os próximos passos desta trajetória de pesquisa.

CAPÍTULO 2 - CONCEPÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS INTERATIVOS CENTRADA NO USUÁRIO

...seja pela nítida separação cartesiana entre pensamento e extensão... seja pela domesticação metódica de uma experiência descontaminada da presença perturbadora do sujeito cognoscente. Intelectualistas e empiristas, em que pese a diferença de caminhos, confluem para a mesma busca de objetividade.

(Oliveira,1998:74)

Neste capítulo serão apresentados o paradigma e os conceitos revisados na literatura para esta pesquisa, referenciais para o capítulo 3, onde se abordarão a **metodologia**, os **métodos** e **técnicas** relevantes neste escopo epistemológico.

Granger (1993:45-47) apresenta três traços característicos da visão científica, que se pode resumir da seguinte maneira: (1) a ciência é uma (ou várias) visão(ões) da realidade, que evolui ao longo do tempo. Esta(s) visão(ões) se apresentam em **paradigmas**, que por sua vez se exprimem em **conceitos**, representações abstratas da realidade; (2) a um paradigma está(ão) vinculado(s) o procedimento(s) de observação e análise dos fenômenos, a que chamamos **metodologia**; (3) a cada metodologia se vincula critérios de validação: “um saber acerca da ciência só é científico se contiver indicações sobre a maneira como foi

obtido, suficientes para que suas condições possam ser reproduzidas” (*idem*); tais critérios se concretizam nos instrumentos (métodos e técnicas) de observação dos fenômenos a serem estudados.

A ciência está subordinada ao raciocínio lógico. Dois sistemas lógicos estão à disposição do cientista: a lógica dedutiva e a lógica indutiva. A lógica dedutiva (ou *top-down*) parte de uma hipótese derivada de certa lei geral ou teoria e a aplica a uma situação particular. A lógica indutiva (ou *bottom-up*) parte de fatos observados e a partir dessas observações deriva generalizações. A escolha do raciocínio lógico se evidencia na escolha da metodologia, e, portanto, também está subordinado a um paradigma (Babbie, 2001).

Observa-se, portanto, que o controle de qualquer fato científico não se resume à observação, mas está determinado pela **interpretação** que lhe é dada a partir de determinado paradigma (Granger, 1993).

Como os cientistas físicos, os cientistas humanos derivam, através de observação e medição dos fenômenos, modelos e teorias (Babbie, 2001:58). No entanto, esses modelos não alcançaram o formalismo das ciências físicas, e provavelmente não alcançarão, pelo fato de que o comportamento humano é multi-determinado por uma série de variáveis que não podem ser mapeadas num modelo formal porque se relacionam complexamente, estando passíveis de interpretações diferentes de acordo com a posição paradigmática de quem o faz.

A partir das definições acima serão apresentadas as considerações sobre o paradigma de concepção centrada no usuário e suas conseqüências conceituais específicas para sistemas computacionais interativos.

2.1. PARADIGMAS PARA A CONCEPÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS INTERATIVOS

A literatura revisada apresentou dois paradigmas para a concepção de sistemas computacionais interativos: a **concepção centrada na tecnologia** e a **concepção centrada no usuário**.

sistema localizado no centro da figura 1 como o macroelemento (Pressman, 180) que dará as **coordenadas existenciais** (Meister, 1991) do sistema como um todo. Neste sentido fica claro o posicionamento das **pessoas** no mesmo nível dos demais elementos do sistema sócio-técnico (**documentos, procedimentos, banco de dados, software, hardware**).

O modelo está em consonância com as necessidades de representação geradas para a modelagem do programa de computador a ser concebido para o sistema computacional interativo, cujo foco está na demonstração do comportamento dos requisitos funcionais⁹. No entanto, este paradigma suporta a visão de usuário como mais um fator, e não como o centro do projeto, que é ocupado pelo sistema computacional em si.

Levantamentos de requisitos realizados sob este paradigma são relatados na literatura como causas parciais ou totais de especificações de produtos que gerenciam riscos causando mais riscos (Burkhardt; Sperandio, 2004; Thereau & Jeffroy, 1994). São produtos que tiram a soberania do operador, por se basearem na idéia de que o homem é desprovido de inteligência criativa e deve ser controlado pelo sistema computacional. Norman (1990:197) chamou este fenômeno de **overautomation** (superautomação), referindo-se a sistemas computacionais interativos que tiram do operador o poder de tomar decisões em situações que não podem ser diagnosticadas a partir de uma avaliação formal, mas que dependem de entradas (*inputs*) presentes no ambiente de trabalho. Conseqüentemente, o sistema computacional, cuja lógica decisória é integralmente formal, gera saídas (*outputs*) eventualmente nocivas, ocasionando de catástrofes em sistemas de operação e controle (Norman, 1990; Rognin, 1996), até fadigas diversas em sistemas de trabalho mais tolerantes ao risco (Guérin et al, 2004).

Como perceberam Thereau e Jeffroy (1994), a abordagem centrada na tecnologia vê o sistema a ser concebido como uma **prótese cognitiva** (*prothèse cognitive*) do usuário. Se ela se falha, o usuário falha igualmente.

⁹ Referir-se à seção 2.2.7.

2.1.2. Concepção de sistemas computacionais interativos centrada no usuário

O paradigma de concepção de sistema computacional interativo centrada no usuário tem como objetivo gerar produtos que serão fáceis de aprender por seus usuários potenciais, e que serão seguros e efetivos em facilitar as atividades a serem realizadas (Preece et al, 1994:360). O foco da concepção se concentra em conhecer o seu usuário potencial e seu conseqüente ambiente de uso, a partir do qual se derivam os requisitos.

A acuidade de avaliação do comportamento do sistema sócio-técnico ao qual o novo produto irá servir leva à necessidade de incluir a figura do especialista em usuário já nas primeiras intervenções, o que aumenta a especialização de tarefas no projeto de concepção em relação ao modelo orientado à tecnologia, gerando equipes multidisciplinares.

Conseqüentemente, o especialista em usuário não limita sua atuação a garantir que a interface com o usuário seja amigável (*user friendly*). Ele deve garantir que a atividade a ser executada com o novo produto possibilite respeito, adequação e melhoria da qualidade de trabalho como um todo, considerando todas as variáveis externas (os sistemas adjacentes) do processo e não um sistema hermético “humano *versus* computador” (Hollan et al, 2001).

Em outras palavras, antes de entender **o que o usuário será capaz de usar**, a análise de requisitos deve entender **o que o usuário precisa**. Ao contrário do conceito de prótese cognitiva, a especificação deve prever o artefato como uma **ajuda** (*aide*) à atividade do usuário, um **facilitador e otimizador** desta atividade (Thereau; Jeffroy, 1994).

O paradigma de concepção centrada no usuário é norma internacional de qualidade, estando descrita na ISO 13407 (Processos de Design Centrados no Humano para Sistemas Interativos). A ISO 13407 normatizou a abordagem centrada no usuário durante o ciclo iterativo de desenvolvimento, descrevendo-a como uma **atividade multidisciplinar**.

A Figura 2 demonstra o processo de concepção recomendado pela norma ISO 13407.

Figura 2. Processo de design centrado no usuário (ISO 13407).
(Bevan, 1999)

A primeira etapa recomendada, **planejar o processo centrado no humano**, diz respeito à produção do plano de ação e dos parâmetros de avaliação de eficiência das metas de qualidade estabelecidas. Esta etapa prevê também a negociação com a equipe de especialistas da importância de se envolver os usuários desde as primeiras fases da concepção. A segunda etapa do processo, **especificar o contexto de uso**, relaciona-se com a análise sistemática de: perfil do usuário potencial do produto; tarefas a serem executadas e sua relação em contexto; objetivos do uso do produto para cada grupo de usuários, além de ações decisórias quanto a métricas de avaliação do uso em contexto. A terceira etapa, **especificar requisitos de usuário e organizacional**, consiste no levantamento e análise dos requisitos, considerando requisitos não-funcionais como de usabilidade, operacional, de desempenho, entre outros), e que podem ser usados para a avaliação de satisfação dos usuários. A quarta etapa, **produzir soluções de design**, diz respeito ao uso de normas e guias de estilo, além de métodos de modelagem para a especificação do produto. Após especificado, o produto deve ser representado em protótipo e submetido à avaliação de usuários, a partir da qual a especificação deve ser melhorada. Na quinta etapa, **avaliar o design em relação**

aos requisitos de usuário, consiste em testar o produto em contexto e validar sua coerência com os requisitos¹⁰.

Como se pode perceber, a norma ISO 13407 é baseada no conceito de design formativo centrado no usuário, onde a intervenção ergonômica, numa abordagem multidisciplinar, é requisito de qualidade (Bevan, 2001). A norma corrobora para as evidências encontradas na literatura revisada sobre a concepção de sistemas computacionais interativos, e portanto evidencia a abordagem centrada no usuário como paradigma a ser referenciado nesta dissertação.

2.2. CONCEITOS

A seguir serão definidos conceitos utilizados na dissertação, considerando a orientação paradigmática de concepção centrada no usuário.

2.2.1. Os sistemas homem-máquina

Os sistemas homem-máquina¹¹ são aqueles que envolvem atividade humana mediada por instrumentos projetados para possibilitar ou otimizar a realização desta atividade. Atualmente, o trabalho humano está cada vez mais sendo mediado por instrumentos que o automatizam ou o informatizam.

A questão fundamental neste processo é como conceber um artefato que automatizará um trabalho que até então foi realizado sem o mesmo, de forma a aumentar sua eficiência e eficácia, melhorando as condições do trabalho humano

¹⁰ Referir-se à www.usabilitynet.org. Última consulta realizada em 31/08/2006.

¹¹ Quando assumimos o conceito **interação homem-máquina** e não **interface humano-computador**, pressupomos: **(a)** que a intervenção do especialista em usuário não se limita à *interface* com o usuário do sistema a ser concebido, mas considera também os processos e contextos de seu uso; **(b)** que as referências teóricas aqui utilizadas não provêm das pesquisas em sistemas informatizados, mas é o resultado da ergonomia aplicada a ferramentas de trabalho que datam dos anos 50, quando os computadores ainda estavam distante da realidade cotidiana dos postos de trabalho, e muitas das atividades que hoje não se vê sem o auxílio dos *chips* era igualmente exercida, embora com graus variados de eficiência.

e contrabalanceando possíveis efeitos adversos de seu uso na saúde, na segurança e no desempenho de seus usuários¹².

2.2.1.1. Definição de Sistema

Nas palavras de Bertalanffy (1977), sistemas são complexos de elementos em interação. Uma teoria geral dos sistemas começou a ser pleiteada pelo mesmo autor nos anos 40, mas partiu da convergência espontânea de conceitos nas ciências, em diversas disciplinas, no século XX. Sua consolidação se deu com as contribuições da cibernética, da teoria da informação e da teoria dos jogos (*idem*: 33). A Teoria Geral dos Sistemas foi um contraponto reflexivo à crescente fragmentação dos campos científicos e a necessidade de se perceber padrões de similaridades entre as disciplinas, a partir de uma tendência das ciências aplicadas em rumar para a multidisciplinaridade com o intuito de atender às demandas do desenvolvimento tecnológico. Da teoria biológica de Volterra à teoria da economia quantitativa, uma abordagem sistêmica dá luz à isomorfismos entre elas, em muitos aspectos (*ibidem*: 74).

Os sistemas biológicos e sociais são essencialmente sistemas abertos, pois é a interação com suas fronteiras que permite a captação de entradas (ex. energia) que garante sua existência. Além disso, em algumas comunidades de animais, das abelhas aos seres humanos, além da propriedade biológica existe a propriedade social, de interação entre os membros. Esta propriedade não pode ser mensurada através de experimentos químicos ou biológicos, mas demanda métodos de observação para ser conhecida.

As interações entre as unidades formadoras de um sistema aberto determinam seu grau de complexidade. Tais interações passam a unir essas unidades co-relacionadas em processos de causa e efeito não diretamente relacionados e por isso de difícil mapeamento.

¹²Objetivos do design centrado no usuário, de acordo com a norma ISO 13407 (Bevan, 2001:547).

2.2.2. A natureza dos sistemas homem-máquina

2.2.2.1. Os sistemas homem-máquina são complexos

Meister (1991) define **complexidade** como a *indeterminância*¹³ que um sistema aberto pode gerar a medida em que seus processos ocorrem, derivada dos padrões de interação entre os elementos que o constituem.

Enquanto ser social, o homem é influenciado por variáveis culturais adquiridas na interação com o outro, que determinam sua reflexão e ação diante das experiências do dia a dia. Tais ações são situadas em contexto, e podem variar de acordo com as entradas que o sistema recebe. Esta variação das ações humanas é a consequência do caráter indeterminado que é inerente aos sistemas complexos (Meister, 1991). Conclui-se, portanto, que **todos os sistemas homem-máquina são complexos** (Leplat, 2004; Rognin, 1996).

Figura 3. Cubo Mágico

*Uma analogia da noção de complexidade é o brinquedo **cubo mágico**.*

Ao se intervir na ordem original das cores, fica cada vez mais difícil restabelecer a organização cromática inicial, pois cada unidade formadora (cada pequeno quadrado colorido) influencia a organização dos demais.

A noção de complexidade pressupõe que não é possível formular hipóteses sem que as relações entre os elementos do objeto em estudo sejam conhecidas. Além disso, o pesquisador, inserido também em um sistema

¹³ O termo *ideterminância* será usado ao longo desta dissertação como tradução para o termo em inglês *indeterminancy*.

complexo que define o seu trabalho científico, também está sujeito a seu determinismo relacional. Esta assertiva questiona, portanto, dois pressupostos que são a base do raciocínio dedutivo.

O primeiro pressuposto trata da validade do método analítico para o estudo de comportamento humano. O método analítico demanda a fragmentação do objeto de estudo em unidades analisáveis, *controláveis*, que por sua vez só se exprimem co-relacionadas. No entanto, assim como um conjunto de palavras podem não fazer sentido se não estiverem organizadas em uma frase, não é possível conhecer um sistema complexo sem compreender as relações entre os elementos que o compõem. Daí transparece a insuficiência do foco na relação hermética “homem *versus* máquina”, utilizada em alguns experimentos controlados pelos ergonomistas cognitivos (ver Helander, 1990; Veer et al, 1992), que embora tenham seu valor na construção de sistemas específicos em que o controle de variáveis como tempo e movimento são fundamentais, e em determinadas fases do processo de validação, são complementos de uma análise que deve começar em contexto, através do raciocínio indutivo (Wisner, 2004).

Essa é também a crítica às técnicas de *guidelines* e *checklists* de avaliação de desempenho ergonômico dos sistemas computacionais interativos¹⁴, que embora sejam dignas de mérito em intervenções de baixo risco num mercado competitivo e veloz, são inaplicáveis a sistemas complexos e sensíveis a erro. Nas palavras de Hutchins (2000:267), a representatividade do contexto para o levantamento do comportamento em laboratório ainda é raramente colocada em questão nas avaliações de fatores humanos para a engenharia de software, o que leva a concepção de produtos ineficientes e custosos a longo prazo.

O segundo paradigma que a noção de complexidade questiona é o da imparcialidade do pesquisador no exercício da ciência. Mesmo nas ciências exatas, a partir da física quântica, a subjetividade do pesquisador se tornou

¹⁴ Tais técnicas são padrões derivados da experiência heurística de pesquisadores e profissionais da área de IHC, corroborando para a coleta e a análise de dados obtidos em campo, mas que sofrem os efeitos do limite da aplicabilidade de modelos em um sistema aberto como os sócio-técnicos. Ver, por exemplo, Dix et al (1997) e Mayhew (1992,2001).

essencial para a compreensão dos resultados da pesquisa, ditada pelas escolhas feitas no desenho experimental (Capra,1982).

Dessas observações pode-se concluir que os resultados da análise de requisitos de usuário de um sistema sócio-técnico estão, pois, atreladas ao posicionamento paradigmático de quem o faz.

A noção de complexidade como pressuposto para o levantamento de requisitos no desenvolvimento de sistemas homem-máquina gera soluções em que se conhece melhor suas fraquezas, os seus limites. Esse pressuposto de concepção é baseado no conceito de **conforto funcional**, derivado da engenharia cognitiva russa (Nosulenko; Rognin; Pavard, 1996), dando origem a sistemas técnicos mais previsíveis, e por isso *mais seguros* (Rognin, 1996; Rogalski, 2004; Wisner, 1997).

2.2.2.2. Os sistemas homem-máquina operam em contexto

Suchman (1990), analisando a eficiência de uso de máquinas fotocopadoras, percebeu que a tomada de decisão dos operadores era feita a partir da análise de informações fornecidas pelo ambiente de uso. Ou seja, a tomada de decisão e a ação dos usuários se davam **em situação**. Não apenas as informações retornadas pela máquina, mas todo o ambiente a volta dos usuários poderia fornecer pistas que se somavam para a tomada de decisão. Suchman percebeu, também, que embora fosse possível traçar planos de ação (como ler o manual do usuário antes de executar as tarefas previstas pelo experimento), os sujeitos confiavam muito mais nas informações fornecidas pelo ambiente de uso para a tomada de decisão. Mesmo no caso de atividades mais deliberativas, não é possível prever maneiras alternativas de solucionar o problema até que alguma ação esteja em curso (Norman, 1990:48; Suchman, 1990:52).

A idéia de plano ou modelo de ação está inserida no contexto de uma abordagem dedutiva, que pressupõe as circunstâncias de ação em estados previsíveis. No entanto, a eficiência do formalismo dos planos como representações da ação se deve precisamente ao fato de que eles são abstratos e a-temporais. São modelos, aplicáveis a várias realidades, porém intolerantes a mudanças que são inerentes aos sistemas abertos. Daí sua principal qualidade e

seu principal defeito. Um modelo de ação de um usuário frente a um sistema homem-máquina é uma forma segura de validação, em situação hermética e controlada em laboratório. No entanto, é limitado quando aplicado à situação real, por ser intolerante.

O que Suchman demonstrou experimentalmente foi o **caráter indeterminado dos sistemas complexos** e a necessidade que temos de utilizar as informações fornecidas pelo ambiente para tomar uma decisão. Como percebeu Norman (1990: 55), o conhecimento não é inerente ao ser humano, mas depende do mundo para se fazer valer. Nas situações do dia-a-dia, o comportamento humano é determinado em parte pelo conhecimento do sujeito e em parte pelas informações e restrições determinadas pelo próprio ambiente. A inteligência está **distribuída** em fatores internos e externos ao ser humano. Ou seja, o ambiente de trabalho fornece pistas que diminuem o esforço cognitivo do usuário, permitindo tomadas de decisão mais precisas e no tempo adequado.

2.2.2.3. Os sistemas homem-máquina têm cognição distribuída e compartilhada

A partir da premissa de que a cognição de um sistema sócio-técnico está distribuída entre os usuários e o próprio ambiente de trabalho, pressupõe-se a necessidade de ver a automação como uma ajuda à realização da atividade humana, no sentido de diminuir o esforço cognitivo do usuário, e não como o centro de onde emana a atividade humana (Norman, 1990; Thereau; Jeffroy, 1994).

O conceito de uma **cognição distribuída** foi desenvolvido e formalizado na *nova IHC* (Hollan et al, 2001; Hutchins, 1995, 2000), a partir de uma crítica ao modelo de processamento cognitivo humano, baseado na psicologia comportamental, ainda dominante nos manuais de IHC¹⁵.

O modelo de raciocínio humano da psicologia comportamental é o de *processamento de informações*, que parte das analogias com o funcionamento dos computadores e a máquina de Turing . Este modelo se desenvolveu ao longo dos últimos 50 anos e vem se adequando aos achados da neuropsicologia experimental

¹⁵ Ver, por exemplo, Dix et al (1997); Helander (1992); Mayhew (1992).

e da neuroimagem. A versão mais aceita do modelo, atualmente, é o de Baddeley (1974), que inclui fatores individuais (experiências anteriores) no processamento da informação (Figura 4).

Figura 4. Modelo de Processamento de Informações da Psicologia Experimental Cognitiva Baseado em Baddeley, 1974

Como demonstra a Figura 4, o modelo de raciocínio humano da psicologia comportamental está orientado *para dentro* do ser humano (Hutchins, 2000). O mundo fornece estímulos (visual, verbal e sinestésico) que, quando captados pela atenção humana, são processados na memória de curto prazo e armazenados na memória de longo prazo, em uma cadeia de conceitos correlacionados. A manipulação desses conceitos originará a resposta ao estímulo que foi apresentado pelo ambiente.

O modelo da cognição distribuída, ao contrário, vê o processo de raciocínio como ocorrendo não só **para dentro**, mas também **para fora** do indivíduo. Isto significa que o próprio ambiente de interação entre o indivíduo e o

mundo fornece **pistas** que o auxiliam no processo decisório (Hollan, 2001; Hutchins, 1995,2000). Assim, o principal objetivo dos estudos em cognição distribuída é analisar como os diferentes componentes de um sistema sócio-técnico interagem com o homem para se atingir as metas que permitem a sobrevivência e o desenvolvimento deste sistema.

Hutchins (1995), por exemplo, demonstrou que a operação de sistemas complexos como os *cockpits* de aeronaves dependiam em grande parte das pistas visuais à disposição dos pilotos na interface de controle para sua tomada de decisão, já que somente o usuário não era capaz de memorizar todas as informações necessárias para a ação. Ao se modificar a interface de controle sem levar em conta analogias que permitissem ao piloto continuar **dividindo** a carga cognitiva com o equipamento, a automação gerou *erros humanos*. Na verdade, tais *erros* refletiram situações de má interpretação entre o operador e a máquina, que precisou ser reprojeta.

A noção de cognição distribuída começou a ser discutida entre psicólogos russos do início do século XX, influenciados pelo materialismo histórico marxista – que segundo o pai da teoria geral dos sistemas é uma das primeiras teorias desenvolvidas sob o paradigma sistêmico (Bertalanffy, 1977:29). A assim chamada psicologia sócio-histórica tem seu precursor na figura de Vygtsky (Nardi, 1996). Para esta abordagem, o conhecimento está relacionado com a construção das interações do homem com o mundo a sua volta. Os artefatos são vistos como um reflexo da consciência de mundo da época de sua concepção; as regras e o comportamento social como reflexos das características da comunidade em que ocorrem. A relação entre o homem e seu ambiente é dialética e reflexiva, tendendo a processos de transformação dos sistemas sócio-técnicos e que levam à evolução tecnológica (Figura 5).

Conseqüentemente, seria possível vislumbrar a consciência humana de determinado período histórico a partir da observação de seus artefatos, pois a cognição está distribuída entre os homens e seu ambiente, e os artefatos são o resultado do desenvolvimento tecnológico e das regras e paradigmas presentes na cultura.

Figura 5. Modelo de atividade sob o paradigma da psicologia sócio-histórica
Baseado em Kuutti, 1996:28

Este conceito repercutiu grande influência entre os ergonomistas por expandir os limites da observação em campo. O ambiente passou a ser visto com muito mais **inteligência e intrinsecamente ligado ao ser humano**, trazendo novos desafios para as soluções de intervenção, que passam a abordar o contexto (Nardi,1996; Thereau; Jeffroy, 1994).

No entanto, ambos os modelos – comportamental e sócio-histórico – de raciocínio e interação humana no mundo, são ferramentas complementares na análise dos ambientes sócio-técnicos. Os experimentos controlados da psicologia cognitiva contribuíram e continuam a contribuir para responder a questões específicas no que tange a habilidades humanas no trato com os sistemas homem-máquina (ver, por exemplo, Helander, 1990). Portanto, a análise dos processos cognitivos que ocorrem no ambiente sócio-técnico deve considerar os processos **para dentro e para fora** das fronteiras individuais do operador.

A premissa da cognição compartilhada e situada nos processos de análise de tomada de decisão de um indivíduo, diante de um sistema sócio-técnico, implica a consideração de dois pressupostos: **(a)** de que os sistemas humanos são complexos e, portanto, são potencialmente indeterminados (Meister,1991), sendo impossível prever seu comportamento sem uma taxa de erro; **(b)** de que a ação do homem no mundo (sua cognição e seu comportamento) é fortemente cooperativa (Pavard, 1994) e dependente desta cooperação para

manter o fluxo de informações que alimenta seu sistema cognitivo alerta e capaz de gerenciar as ambigüidades causadas pela indeterminância e a tomada de decisão adequadas para a sobrevivência do sistema.

2.2.2.4.Os sistemas homem-máquina são culturalmente orientados

Modelo mental é um conceito amplamente difundido na psicologia cognitiva, que foi absorvido pelos especialistas em usuário quando o assunto é concepção. Um modelo mental é a referência que o indivíduo tem sobre as coisas do mundo, uma forma de fazer economia cognitiva e tomar decisões rapidamente diante de uma situação (Preece et al, 1994:130-139). Eles auxiliam a classificar os estímulos do ambiente a partir inferências originárias de representações propostas e analogias.

Na intervenção para a automação de um sistema sócio-técnico, o especialista em usuário analisa os modelos mentais que seu usuário-alvo utiliza para identificar os requisitos de processo e de interface do sistema a ser construído. É a partir desses modelos que se desenvolve cujas analogias de interação são facilmente reconhecíveis pelo usuário potencial. Assim, corrobora-se para a empatia e o aprendizado do artefato, diminuindo o esforço cognitivo necessário para sua manipulação e corroborando para a divisão da carga cognitiva demandada entre o homem e o restante do sistema sócio-técnico.

Os modelos mentais são produtos culturais, estando parcialmente dependentes do ambiente para se fazer compreender (Norman, 1990: 38-39). Portanto, considerando um esforço de captação de modelos mentais para a concepção de um sistema computacional interativo, é provável que o ambiente em si forneça muito mais pistas que o trabalho em laboratório sobre o modelo mental dos usuários.

Além da premissa de uma cognição compartilhada externamente com o ambiente, deve-se considerar que o processo de tomada de decisão não dependa apenas de informações encontradas nas máquinas utilizadas na interação, mas em outros indivíduos que participam da atividade. Daí a importância da observação da comunicação entre indivíduos para a correta tomada de decisão em sistemas homem-máquina, em que somente o trabalho em equipe permite a solução de

problemas (Pavard, 1994). A cooperação entre os elementos de um sistema sócio-técnico, em que a cognição é compartilhada e contextualizada entre os elementos que o compõe, está em consonância com a visão de Bertalanffy (1977) para sistemas abertos, e corrobora para o uso métodos que utilizem o raciocínio indutivo para o levantamento de requisitos nos processos de automação desses sistemas.

2.2.3. A ergonomia

Ergonomia, do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras) é definida pela *International Ergonomics Association* (IEA) como a disciplina científica que visa a compreensão das interações entre homens e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para otimizar o bem estar e o sistema como um todo (www.iea.cc¹⁶, tradução nossa).

No âmbito da disciplina, a IEA distingue três domínios de especializações: **(a) ergonomia física**, que se interessa pelas características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas relativas ao homem em atividade física; **(b) ergonomia cognitiva**, que se interessa pelos processos mentais, como a percepção, a memória, o raciocínio, e as respostas motoras, no contexto das interações entre as pessoas e os demais elementos do sistema; **(c) e a ergonomia organizacional**, que se interessa pela otimização da estrutura, dos processos e regras dos sistemas sócio-técnicos (www.iea.cc).

A ergonomia pode ser observada já na Revolução Industrial, quando a produção passou a ser feita em escala, tendo como consequência o distanciamento do produtor e do consumidor. Até então, o homem produzia seus próprios artefatos ou dependia de artesãos que o produziam sob demanda, em pequenas comunidades em que as necessidades particulares de cada cidadão eram facilmente reconhecidas. A produção em escala deu início à impessoalidade dos bens de consumo e à necessidade de encontrar padrões físicos e comportamentais na população para facilitar a aceitação dos produtos. A inversão da demanda nos

¹⁶Última consulta efetuada em 31/08/2006.

anos 50 expandiu a **ergonomia de concepção**¹⁷ como vantagem competitiva, impulsionando sua aplicabilidade em diversos setores produtivos (informação verbal)¹⁸.

A ergonomia como disciplina se originou a partir de pesquisas da indústria bélica inglesa. Os métodos de intervenção eram primordialmente dedutivos, com foco no experimento de laboratório, em que um plano de ação é traçado limitando as fronteiras do sistema a ser conhecido e a maneira como a realidade será fragmentada para ser conhecida. A assim chamada **ergonomia de fatores humanos** tem a desvantagem de não permitir a prevenção das variações contextuais que são comuns a um sistema sócio-técnico.

Por outro lado, a tendência de trabalho cada vez mais *cognitivo*, associada ao uso de sistemas informatizados e à ampliação do mercado de programas de computador comerciais, foram responsáveis pelo crescimento da área de estudos da **ergonomia cognitiva**, que apresentou um novo ponto de vista para as questões de usuário: os estudos de fatores humanos para sistemas computacionais.

2.2.4. O estudo ergonômico dos sistemas de computador

O desdobramento da escola de ergonomia inglesa para a área de pesquisa em Interação Humano-Computador (IHC) costuma ser referido em março de 1982 no *US National Bureau of Standards Conference “Human Factors in Computer Systems”*. Seu desenvolvimento foi beneficiado por quatro linhas de pesquisa multidisciplinares que se desenvolveram paralelamente nos anos 60 e 70: a introdução dos protótipos e do desenvolvimento iterativo, da engenharia de

¹⁷ A ergonomia da atividade entende a prática da concepção como o processo de resolução de um problema mal definido ou, ainda, em casos em que a solução e o problema são definidos concomitantemente, como nos processos iterativos não lineares (Falzon, 2004:31), onde se enquadra o modelo de processo de design centrado no usuário recomendado pela ISO 13407. (referir-se à Figura 2).

¹⁸ Informação verbal fornecida pelo Prof. Marcelo Marcio Soares, durante palestra proferida no 5º. Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia. Rio de Janeiro, 2005.

software; a psicologia aplicada a sistemas de computadores; a interface gráfica; e as ciências cognitivas (Carroll, 2001a).

Embora as pesquisas em Interação Humano-Computador datem da década de 60 (Sutherland, 1963), no início os programas eram desenvolvidos orientados à função, suprimindo as necessidades de um momento inicial, sem nenhuma flexibilidade, modularidade ou atendimento a requisitos de usuários finais. Os requisitos eram, em geral, de restrições tecnológicos e as regras de negócio captadas a partir de reuniões preliminares com os superiores dos usuários finais ou abstraídas de reuniões entre a equipe de desenvolvimento e as partes interessadas¹⁹ (Pressman, 1995).

As primeiras visões da IHC como ciência sugeriam o uso das ciências cognitivas para dar suporte ao desenvolvimento de programas de computador, através da aplicação dos princípios gerais da percepção e da atividade motora, resolução de problemas e linguagem, comunicação e comportamento de grupo. Uma consequência dessas pesquisas foi o desenvolvimento de métodos de avaliação de sistemas de computador como o *GOMS*, um modelo de regras para análise de rotinas das interações humano-computador. Modelos como o *GOMS* foram um avanço nas primeiras modelagens de fatores humanos baseados em laboratório. Embora ainda não trouxessem solução para o levantamento dos requisitos do usuário, antes do desenvolvimento, esses modelos foram também um avanço para a psicologia cognitiva daquele tempo, pois colaborou para a compreensão do desempenho hábil, permitindo predições sobre as tarefas reais. (Helander, 1990:135-156; Veer et al, 1992)

A introdução dos protótipos no projeto de concepção de um sistema de computador permitiu a verificação dos requisitos antes de o produto entrar para a fase de desenvolvimento. Concomitantemente, surgia a noção de desenvolvimento iterativo, ou seja, em ciclos de homologação com foco nos requisitos.

¹⁹ A expressão *partes interessadas* será usada no texto como tradução do termo em inglês *stakeholders*. Os *stakeholders* são todos os envolvidos direta ou indiretamente no projeto, sejam eles usuários, solicitantes, parceiros, entre outros, e que, portanto sofrerão impacto pelo projeto de concepção (Robertson; Robertson, 1999).

Protótipos e desenvolvimento iterativo foram avanços decisivos para melhorar a qualidade dos sistemas de computador e forçar o olhar para o desenvolvimento centrado no usuário. Somando-se a isso, a importância das avaliações feitas pelo especialista em usuário, numa abordagem formativa, passou a ser justificada financeiramente, devido aos altos custos a longo prazo com o lançamento dos produtos e a crescente competição.

Assim, os experimentos em laboratório das primeiras fases da IHC abriram espaço para a utilização de métodos qualitativos, os grandes trunfos da avaliação formativa. Um exemplo dessas técnicas são as validações de processos e da interface com o usuário através da prototipação de baixa resolução (ou *protótipo em papel*, ver Preece et al, 1994), uma espécie de entrevista em profundidade onde o usuário é solicitado a manipular esboços de uma interface gráfica, desenhada em papel, e cujo objetivo é mapear o modelo mental²⁰ do usuário potencial para uma dada atividade. Isso causou um grande impacto na distribuição de um cronograma de projeto de sistema de computador, onde a análise de requisitos passou a abocanhar um privilegiado espaço de tempo. Descobria-se que os usuários realizam atividades de maneira muito mais criativa que previamente antecipado pelos modelos preditivos. Daí a justificativa dos investimentos em pesquisas qualitativas e métodos indutivos. Em seguida, ultrapassou os limites da observação para incluir o próprio usuário no contexto do design participativo²¹, (Carroll et al, 2001b). Esta aproximação da ergonomia de fatores humanos em sistemas computacionais dos métodos indutivos das ciências humanas que englobassem o contexto (Hollan et al, 2001; Hutchins, 1995;2000; Norman, 1990; Suchman, 1990) e da importância no bem-estar dos usuários (e

²⁰ Para definição de *modelo mental* consultar sessão 2.2.2.4.

²¹O design participativo, também chamado design *cooperativo*, é a inclusão de usuários ou usuários potenciais na equipe de desenvolvimento, de maneira que eles possam ajudar ativamente na determinação dos requisitos e no planejamento dos protótipos. O conceito de design participativo surge na *nova IHC*, mas também pode ser observado nas intervenções propostas pela ergonomia da atividade. Como exemplo tem-se o método de capacitação de Maggi (2001) para o qual o operador deve ser visto na sua capacidade de ação e construção do sistema sócio-técnico, o que deve ser expandido para o processo de intervenção ergonômica.

conseqüente perda de enfoque nas questões de desempenho) (Preece et al, 1994:31), vêm sendo chamada de *a nova IHC* (Carroll, 2001a; Hollan et al, 2001). Tal abordagem se aproxima das estratégias já utilizadas pela **ergonomia da atividade**²² para resolver problemas no âmbito da interação homem-máquina.

2.2.5. A ergonomia cognitiva na concepção de sistemas computacionais

A ergonomia cognitiva na concepção de sistemas computacionais pode ser entendida sob dois aspectos: na concepção de sistemas comerciais e na concepção de sistemas de operação e controle.

2.2.5.1. A ergonomia cognitiva dos sistemas comerciais

A indústria de programas de computador comerciais introduziu o uso de métodos de *survey* (Babbie, 2001), já utilizados no projeto de produtos de consumo pelo Marketing, para a análise de requisitos de usuários para a concepção de programas de computador do tipo COTS (*commercial off-the-shelf*). Entre elas, grupos focais, entrevistas em profundidade e pesquisas de observações de uso em situação real introduziram as ferramentas necessárias para a personalização dos usuários-alvo dos sistemas (como, por exemplo, em Filgueiras et al, 2005), facilitando a apresentação dos requisitos pela equipe às partes interessadas e o próprio entendimento dos requisitos pela equipe de desenvolvimento.

Na competitiva indústria de produtos COTS, em que seu ciclo de vida é cada vez mais curto, a alta rotatividade de versões pode representar vantagem competitiva, e o tempo total do projeto pode evitar que o levantamento de requisitos atinja o amadurecimento necessário. Contudo, mesmo neste caso, ao invés de levantamento ineficiente e correções ao longo do desenvolvimento, vem-se optando por um levantamento completo de requisitos e obsolescências planejadas, em que os requisitos vão sendo incorporados aos poucos ao longo do lançamento das versões do produto (Robertson; Robertson, 1999).

²² Referir-se à Seção 2.2.6.

2.2.5.2. A ergonomia cognitiva na operação e controle

Se no caso dos programas de computador do tipo COTS os curtos ciclos de vida beneficiam-se da pequena consequência representada por sua confiabilidade, no caso de sistemas construídos sob demanda para o gerenciamento e controle em situações de trabalho, essa abordagem de desenvolvimento gerou produtos que levaram a catástrofes sócio-técnicas (Norman, 1990: 43-45).

Neste sentido, surgiram trabalhos como os realizados pelo Laboratório de Cognição Distribuída e Interação Humano-Computador da Universidade da Califórnia em San Diego, propondo soluções para problemas de informatizações ineficientes, como nos casos de *redesign* de interfaces para a aviação (Hutchins, 1995) e navegação marítima (Hutchins, 2000) a partir de métodos indutivos e foco na levantamento de requisitos.

No entanto, a história da ergonomia mostra que solução semelhante vinha sendo usada pelos especialistas francofônicos desde os anos 50 (Faverge; Ombredane, 1958), caracterizando redundância gerada pela falta de comunicação entre as ciências aplicadas em contextos multidisciplinares (Wisner, 2004).

2.2.6. A ergonomia da atividade

Quase concomitantemente ao desenvolvimento da ergonomia na Grã-Bretanha, o pós-guerra e o aumento da força sindical na Europa impulsionaram outra abordagem de ergonomia, focada na atividade. Sob um paradigma marxista, ela surge reivindicando a responsabilidade do dono dos meios de produção (o capitalista) na melhoria da eficiência das ferramentas que o operário utiliza, para a manutenção de seu bem estar (Guérin et al, 2001; Hubault, 2004). Esta abordagem se desenvolveu a partir de demandas de regiões européias amplamente sindicalizadas após a II Guerra Mundial. Ao contrário da Inglaterra e EUA, essas regiões, nas quais se destaca a França e a Bélgica nos anos 50, não viram o crescimento industrial e possuíam, juntamente com a alta sindicalização, tradição em sociologia do trabalho (Wisner, 2004). A pressão dos sindicatos, somada ao

crescente intercâmbio com as pesquisas em psicologia social russas, foram as bases da **ergonomia francofônica**²³, ou **ergonomia da atividade**.

A **ergonomia da atividade** (Falzon, 2004:23) tem seu surgimento como disciplina na obra de Faverge e Ombredane (1958), sobre suas observações em campo para a otimização dos trabalho de operários da França. Eles sugeriam a necessidade de conhecer a atividade de trabalho dos operadores antes de propor intervenções no sistema sócio-técnico, considerando a complexidade e a inteligência ali desenvolvida. Criticavam, assim, alienação da fragmentação do trabalho em unidades de tarefa, como propunha o Taylorismo, método de organização do trabalho vigente na época e ainda em nossos dias. Os autores sugeriam a necessidade de ir além da mera observação da tarefa, aprofundando os limites da ação do pesquisador em campo, vendo o operário como personagem ativo, criativo, elemento central para o sucesso da intervenção. Davam, assim, início ao uso da análise da atividade através do que seria consolidado mais tarde como a metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho (AET)²⁴.

No início, a ergonomia da atividade se dedicou à reengenharia de postos de trabalho, estando amplamente ligada, como ainda hoje, à Organização do Trabalho. Contudo, a análise da atividade se mostrou eficiente na concepção de sistemas sócio-técnicos sensíveis a erro, e portanto sensíveis à implementação. Com a crescente automação de ambientes de trabalho de alto risco, esta abordagem voltou à tona como uma terceira via para a levantamento de requisitos de usuário (Burkhardt; Sperandio, 2004; Rognin, 1996).

²³ A expressão *ergonomia francofônica* também é utilizada na literatura para designar a *ergonomia da atividade*, como definido pelos tradutores de Daniellou (2001). No entanto, preferiu-se utilizar nesta dissertação o termo *ergonomia da atividade* por nos parecer menos ideológico, adequando-se melhor aos objetivos desta dissertação.

²⁴ Para a SELF (Société d'Ergonomistes de Langue Française), é consenso atribuir a autoria da AET a um coletivo de autores, fortemente ligado à história do CNAM (*Conservatoire National des Arts et Métiers*) da França.

2.2.7. O processo de requisitos

Os requisitos definem o conjunto das especificações do que deve ser implementado nos primeiros estágios do desenvolvimento de um sistema. Eles descrevem como o sistema deve se comportar, informações sobre o domínio da aplicação, restrições de operação ou de desenvolvimento, e especificações de propriedades e atributos do sistema. (Kotonya & Sommerville, 1998:6-7).

São dois os tipos de requisitos: os **requisitos funcionais** e os **requisitos não-funcionais**. Os **requisitos funcionais** são a razão da existência de um produto, dizem respeito às suas funções. Nos casos de automação, representam o mapeamento das tarefas que podem ser corroboradas com a introdução de um sistema computacional. Os **requisitos não funcionais** não definem uma funcionalidade do sistema, mas apresentam propriedades do produto ou do processo, e especificam restrições externas a que o produto deve atender, ou seja, definem as qualidades e os atributos. A norma IEEE 830-1993 lista 13 requisitos não funcionais: de desempenho, de interface, de operação, de recurso, de verificação, de aceitação, de documentação, de segurança, de portabilidade, de qualidade, de confiabilidade, de manutenção e de proteção.

O paradigma de desenvolvimento iterativo, através de um **ciclo de vida**, é apresentado pela literatura consultada como estado-da-arte no projeto de sistemas computacionais interativos (Dym; Little, 2000:32-34; Kotonya; Sommerville, 1998; Mayhew, 1999; Pressman, 1995; Robertson; Robertson, 1999). Neste paradigma, o processo de requisitos direciona todas as demais fases de concepção e desenvolvimento, e por isso é decisivo para o sucesso do produto resultante (Kotonya; Sommerville, 1998; Robertson; Robertson, 1999).

O processo de requisitos inclui: **levantamento, análise, negociação, documentação e validação** (Figura 6).

Figura 6. Processo iterativo de Engenharia de Requisitos.
(Kotonya; Sommerville, 1998:35).

Levantamento e análise dos requisitos são processos estreitamente relacionados. Trata-se da captação e análise de informações obtidas em campo e através das partes interessadas, matéria prima bruta para a especificação. Existe uma lacuna de método no levantamento de requisitos, pois esta é a única fase do processo que não é assistida pelos métodos e instrumentos de gerenciamento da engenharia de requisitos (Kotonya & Sommerville, 1998:41). No entanto, por estar no início do processo iterativo, a fase de levantamento dos requisitos impacta na qualidade de todas as demais fases do processo. (Dym; Little, 2000:35-26).

A **negociação dos requisitos** inclui discussão, priorização e acordo, considerando-se que os requisitos provenientes de diferentes partes interessadas podem ser divergentes. (Kotonya;Sommerville, 1998:60).

A **documentação dos requisitos** é sua especificação definitiva para todos as partes interessadas envolvidas no processo de desenvolvimento.

A **validação dos requisitos** é obtida a partir da representação sistemática dos mesmos em modelos, quando então são avaliados com o auxílio de instrumentos CASEs (*Computer-Aided Software Engineering*) específicos.

Num projeto de concepção centrada no usuário, os requisitos de usuário irão reger todos os demais requisitos. Este fato evidencia justifica a intervenção ergonômica no processo de requisitos, através de uma agenda que permita a interoperabilidade com a equipe de desenvolvimento.

2.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura apresenta evidências de que o processo de requisitos de sistemas de computador deve contar com a intervenção da ergonomia da atividade, a partir de uma perspectiva multidisciplinar. A ergonomia da atividade leva em conta o contexto de uso do produto e, conseqüentemente, engloba a complexidade inerente aos sistemas sócio-técnicos. Tal abordagem está em consonância com o conceito vigente de qualidade em uso, disposto na ISO 9126-1, definida como “a capacidade de um sistema de computador em permitir a determinados usuários atingir determinados objetivos com efetividade, produtividade, segurança e satisfação em determinados contextos de uso” (Bevan, 2001:537).

O foco no usuário e a importância do contexto deve ser demonstrado experimentalmente, permitindo a conscientização para o fato de que a abordagem já é norma de qualidade no desenvolvimento de sistemas computacionais interativos, e deve ser considerada em projetos estado da arte.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

A história não escapa, pois, a esta obrigação, comum a todo conhecimento, de utilizar um código para analisar seu objeto, mesmo (e sobretudo) se é atribuído a este objeto uma realidade contínua.

(Lévi-Strauss, 1976: 294)

No capítulo 2 foi apresentada a fundamentação na literatura do paradigma de concepção centrada no usuário e descritos os conceitos utilizados nesta dissertação sob o ponto de vista deste paradigma. Neste capítulo, será proposta uma metodologia coerente com o referido paradigma, a Análise Ergonômica do Trabalho. Trata-se de uma metodologia de ação para a captação da inteligência distribuída entre o operador e seu ambiente de trabalho, lidando com a complexidade que é inerente aos sistemas sócio-técnicos.

Será demonstrado como esta metodologia identifica comportamentos implícitos às tarefas prescritas ao operador do sistema sócio-técnico, mas essenciais para a manutenção do mesmo. Tais comportamentos são mapeados através da **análise da atividade**, e se significam no momento em que se considera o caráter complexo do ambiente de uso.

Serão ainda apresentados os métodos e técnicas disponíveis na literatura para a aplicação experimental desta metodologia na concepção de sistemas computacionais interativos. Tratam-se de métodos primários das ciências

sociais, e de onde as técnicas revisadas na literatura para a captação e validação de informações de usuários se derivaram.

3.1. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

A seguir será descrita a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e seu escopo para os sistemas computacionais interativos, através de relatos experimentais obtidos na literatura revisada.

3.1.1. Definição de Análise Ergonômica do Trabalho (AET)

A *Análise Ergonômica do Trabalho* (AET)²⁵ é uma metodologia desenvolvida pela ergonomia da atividade para intervenções em sistemas sócio-técnicos. Trata-se de uma metodologia de ação, e não um algoritmo de intervenção. Isto se verifica nos múltiplos métodos que são utilizados pelos pesquisadores das diversas áreas que dela se utilizam em suas pesquisas em campo (psicanálise, semiótica, etnometodologia, etnografia, entre outros) (Wisner, 1994).

A AET se baseia em cinco etapas de análise (baseado em Burkhardt; Sperandio, 2004; Daniellou; Béguin, 2004; Guérin et al, 2001; Wisner, 1994):

(a) **FASE 1: análise de demanda**, onde se define o escopo da solicitação feita pelo contratante. **Procedimentos:** Reuniões entre as partes interessadas, análise de documentos fornecidos pelo contratante, que corroborem para o dimensionamento do problema.

(b) **FASE 2: análise do ambiente técnico, econômico e cultural**, ou seja, o nível estrutural do ambiente de intervenção, permitindo o mapeamento das restrições e constrangimentos às quais a intervenção do ergonomista não terá acesso. **Procedimentos:** análise de manuais e documentações dos procedimentos de trabalho; mapeamento das restrições e das oportunidades suprasistêmicas

²⁵ Sobre a AET, ver Guérin (2001) para ampla discussão de metodológica.

(Meister, 1991) da solução, seja ela de cunho tecnológico, organizacional, legal, ou cultural.

(c) **FASE 3: análise da atividade e das situações de trabalho e restituição dos resultados**, o cerne da pesquisa do ergonomista, que deve descrever as atividades de trabalho individualmente e co-relacionadas no sistema sócio-técnico, e prover uma visão geral dos processos por elas gerados. É da voz que é dada aos operadores, usuários finais do produto, que o especialista em usuário obterá as conclusões de sua intervenção. **Procedimentos:** consiste primordialmente de observações em campo, a partir de instrumentos de análise indutivos, sendo os experimentos controlados e pesquisas de *survey* procedimentos de apoio. Não foi observado na literatura nenhum modelo de padronização da documentação gerada pela análise.

(d) **FASE 4: recomendações ergonômicas**, no caso de intervenções, e especificação de requisitos, no caso de concepção, que devem ser validados pelos usuários e negociados entre as partes interessadas. **Procedimentos:** validação e negociação dos requisitos com os usuários (através de métodos de *survey*²⁶ ou experimentos controlados), e documentação da ação de intervenção ou dos requisitos para a concepção.

(e) **FASE 5: validação**, onde o ergonomista deve verificar se as recomendações e especificações implicam nos efeitos desejados. **Procedimentos:** métodos de mensuração de resultados que variam caso a caso, desde análise de relatórios de produtividade ou dispensas médicas até métodos de *survey* para a mensuração da satisfação de uso.

3.1.2. Atividade e tarefa: a dialética da regulação

A literatura demonstra que nas intervenções para a introdução de novos artefatos no ambiente de trabalho as informações coletadas nas reuniões com as partes interessadas, procedimentos previstos para a fase 1 (análise de demanda) da metodologia da AET, se mantêm na fase 2 (análise do ambiente

²⁶ Referir-se à seção 3.2.1.

técnico), mas modificam-se consideravelmente após a fase 3 (análise da atividade) (Guérin et al, 2001). Isto porque os altos escalões que solicitam o produto conhecem bem e podem até ter ajudado a criar os procedimentos regulatórios das tarefas relativas ao trabalho a ser informatizado. Mas dificilmente conhecem os processos reais que levam os sujeitos, na base, a realizar tais procedimentos.

Embora as tarefas estejam especificadas no manual, as restrições contextuais demandam que os operadores realizem atividades que podem variar de sujeito para sujeito e também num mesmo indivíduo em situações diferentes, mesmo numa linha de produção em série. Mas para o olhar do observador, de fora do sistema, é provável que todos os operadores parecerão executar a tarefa de forma idêntica.

Figura 7. Do que a ergonomia pode fazer a análise (Hubault, 2004:107)

A distinção entre **tarefa** e **atividade** é o cerne para a compreensão do comportamento de um sistema sócio-técnico em sua complexidade (Falzon, 2004;

Guérin et al, 2001; Hubault, 2004). Enquanto a **tarefa** respeita o que está nos procedimentos, a **atividade** inclui o observável e o não observável, esta última atividade intelectual ou mental, que explica o comportamento observado (Falzon, 2004:24).

Para a ergonomia cognitiva, principal foco dos especialistas que trabalham na concepção de programas de computador, compreender a atividade intelectual dos usuários potenciais, além de permitir o mapeamento de modelos mentais, também corrobora para a elucidação dos requisitos tanto ou mais que os protocolos organizacionais.

O modelo de Hubault (Figura 7) para definir a abrangência de intervenção dos estudos ergonômicos, ilustra as distinções entre **tarefa** e **atividade**.

A Figura 7 nos mostra a ação do operador da tarefa que será automatizada, e que portanto deve ser conhecida pelo responsável pela especificação do produto. Pode-se observar o conflito de lógicas de *o que lhe é demandado* (o compromisso operatório que resulta na **tarefa**) e *o que ele deve executar* para cumprir a tarefa (a **atividade**, observável na análise do comportamento e não observável na análise da tarefa prescrita nos manuais). Dessa dialética no contexto de operação de um sistema sócio-técnico resulta o desempenho do ator e os conseqüentes *indicadores de resultado*. Na ergonomia de abordagem comportamental, também denominada de fatores humanos²⁷, apenas *tarefa* e *indicadores de resultado* são elementos analisáveis, pois seu objeto de estudo se limita à prescrição da tarefa (ver, por exemplo, Helander, 1990; Veer, 1992). No entanto, como demonstra a Figura 7, *tarefa* e *indicadores de resultado* são apenas dois elementos da dialética que se apresenta a qualquer ator diante da execução de um trabalho, a superfície da complexa rede de decisões por trás de uma atividade regulada humana.

²⁷ A distinção entre **ergonomia da atividade** e **ergonomia de fatores humanos** é comumente relatada na literatura francófona. Ver, por exemplo, Wisner (1994).

3.1.3. Instâncias de análise: tarefa e atividade

Remetendo ao conceito de **sistema** proposto no capítulo 2, a figura 8 apresenta o modelo sistema aberto de Meister (1991)²⁸.

Figura 8. Modelo de Comportamento de sistema aberto
(adaptado de Meister, 1997:30).

O modelo demonstra como a interação entre as unidades do sistema aberto, suas fronteiras, a natureza de suas entradas e sua capacidade de analisá-las a partir de informações pré-existentes (histórico do sistema) garantem sua sobrevivência.

²⁸ Meister abordou inicialmente os sistemas biológicos, mas sua literatura se expandiu para as ciências humanas corroborando para a idéia inicial de Bertalanffy (1977) sobre a universalidade da aplicação do conceito de sistema na ciência contemporânea. E de fato, pode-se perceber pelo modelo de Meister que ele pode ser usado para identificar os processos no interior de um sistema sócio-técnico.

Considerando-se cada caixa da figura 8 como uma unidade de análise do comportamento do operador diante de um sistema sócio-técnico, tem-se colorido em verde os eventos que se relacionam com as **tarefas prescritas** pelos procedimentos de trabalho. Observa-se que eles estão na **superfície** da cadeia observável de eventos. Esses são os processos mapeáveis na **análise de tarefas**, método utilizado na ergonomia de abordagem comportamental na literatura de sistemas computacionais interativos consultada (Dix, 1997; Helander, 1990; Mayhew, 1992;1999; Pressman, 1995; Veer, 1992).

Os eventos circulados em azul representam os processos não prescritos, aqueles que dependem da inteligência, da experiência e da criatividade do operador para tomada de decisões que implicarão nos maiores benefícios para o sistema como um todo. Os eventos em azul **explicam** os processos que serão observados na superfície. E esses são os eventos que se pode identificar a partir da **análise da atividade**.

Em conclusão, a Figura 8 permite observar como, no escopo de um sistema aberto como os sócio-técnicos, a análise da atividade influencia no que será e no que não será conhecido para a especificação dos requisitos do sistema computacional interativo a ser concebido. Para avaliar essa influência, basta excluir do modelo todos os eventos circulados em azul. O que resta são os eventos em sua estrutura simplificada, explícita, onde a inteligência do usuário e a importância do histórico (experiência) do sistema não são contemplados. Numa análise desta profundidade, é muito provável que se gere uma especificação que culminará em uma **prótese cognitiva** ao invés de uma **ajuda** à atividade humana. Agora, se consideramos novamente os eventos circulados em azul, temos a análise do sistema sócio-técnico em sua completude, considerando a complexidade que lhe é inerente e incorporando-a como parte dos elementos do paradigma. Nesta abordagem, se conhece as fraquezas do sistema sócio-técnico, e ao invés de fortalecê-las a automação fornece informações para que a tomada de decisão seja coerente e eficiente para a manutenção deste sistema.

3.1.4. Evidências experimentais da análise da atividade

A análise da atividade mostra-se eficiente para solucionar casos de automação de sistemas de risco e gestão de crise (Burkhardt & Sperandio, 2004; Leplat, 2004; Rogalski, 2004; Rognin, 1996). Embora o início do processo seja mais oneroso, estabelecendo tempo e métodos de coleta de dados mais longos no levantamento dos requisitos, o primeiro protótipo se mostra mais confiável, minimizando os riscos de implantação.

O foco nas informações fornecidas pelo sistema **no decorrer de seu uso**, originado no conceito de cognição compartilhada, induziu o surgimento de uma ampla literatura interessada na análise dos processos de cooperação e comunicação nos sistemas homem-máquina. Com a introdução das tecnologias da informação e a conscientização da importância da comunicação no trabalho, a literatura de cooperação em ergonomia deixou de ser utilizada apenas no remanejamento de grupos de produção nas indústrias e passou a servir com sucesso à otimização dos recursos de informática nas empresas (Pavard, 1994).

Portanto, as evidências empíricas apresentadas pela literatura e os modelos teóricos derivados corroboram para o uso da AET como metodologia de apoio aos requisitos de usuário num projeto de concepção de sistema computacional interativo. Além disso, como será visto na seção 3.2., o uso da AET preenche uma lacuna metodológica que existe na fase de levantamento de requisitos, demonstrada pela literatura de engenharia de requisitos revisada no âmbito desta dissertação.

3.2. MÉTODOS E TÉCNICAS

Esta seção aborda os instrumentos disponíveis para a aplicação da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), tendo como escopo a concepção de sistemas computacionais interativos numa abordagem multidisciplinar e centrada no usuário.

3.2.1. Contribuições das ciências sociais

Babbie (2001:67-75) distingue seis métodos de pesquisa nas ciências sociais, de onde derivam todas as técnicas de captação e validação de informações de usuários demonstradas na literatura de fatores humanos consultada. Os métodos primordiais da pesquisa de comportamento social distinguidos por Babbie são: **experimento controlado**, **análise de conteúdo**, **análise de dados existentes**, **pesquisas de *survey***, **estudos de caso** e **observação participante**.

3.2.1.1. O experimento controlado

O **experimento controlado** expõe uma amostra da população a ser estudada a um estímulo e observa-se o resultado comportamental. Como exemplo tem-se os experimentos em laboratório, primordialmente indutivos. Na IHC este método se apresenta nos chamados testes de usabilidade.

Os experimentos controlados se apresentam tanto nas ciências sociais quanto na psicologia experimental cognitiva.

3.2.1.2. A análise de conteúdo

A **análise de conteúdo** fornece um exame sistemático de materiais (como escrito, áudio, ou vídeo) e permite, por exemplo, a verificação de tendências de tomada de decisão e comportamento dos sujeitos que o produziram ou pelo qual foram influenciados. Na ergonomia, a análise de conteúdo pode ser verificada pelos profissionais que usam a etnometodologia e a semiótica, num sistema indutivo e hermenêutico, analisando material produzido a partir das experiência dos sujeitos pesquisados em determinado sistema sócio-técnico.

3.2.1.3. Análise dos dados existentes

A **análise dos dados existentes** consiste em trabalhar com bases de dados coletadas por fontes secundárias. No processo de requisitos de sistemas computacionais, o método se verifica na coleta e análise de documentação fornecida pelo contratante sobre o funcionamento do sistema sócio-técnico e que colaborarão para o mapeamento das regras de negócio do sistema.

3.2.1.4. Pesquisa de *survey* (levantamento)

As **pesquisas de *survey***²⁹ se dividem em duas categorias: **pesquisa qualitativa** e **pesquisa quantitativa**.

A **pesquisa qualitativa** busca tendências de comportamento social através da análise de informações coletadas com uma amostra populacional não significativa estatisticamente, e normalmente dará as hipóteses para a geração dos instrumentos da pesquisa quantitativa (questionários estruturados ou semi-estruturados em sua maioria). Nesta categoria estão os grupos focais (*focus group*) e as entrevistas em profundidade.

A **pesquisa quantitativa** considera padrões de comportamento social através da análise de informações coletadas com uma amostra da população significativa estatisticamente. Utilizada largamente na pesquisa de mercado e na política, é um método corrente para se obter informações das partes interessadas no processo de requisitos de um sistema. Além dos questionários, outras formas de *survey* quantitativos são as medições de audiência do IBOPE, em que se avalia a escolha dos canais de uma amostra de residência por unidade de tempo, a partir de um aparelho ligado à TV. Na engenharia de usabilidade a pesquisa quantitativa se verifica nas técnicas de análise de fluxos de navegação de interfaces humano-computador, muito comuns na Internet.

3.2.1.5. Estudos de Caso

Os **estudos de caso** descrevem e explicam de forma abrangente os componentes de uma determinada situação social, buscando as inter-relações lógicas entre tais componentes. Ao contrário dos demais métodos, o estudo de caso não busca inicialmente a generalização, e sim o entendimento abrangente de um só caso idiossincrático. Assim, ao invés de buscar padrões, minimizando o número de variáveis analisadas, o estudo de caso as maximiza. O pesquisador busca conhecimentos aplicáveis além do estudo de caso, mas este último, por si

²⁹ Utilizaremos a expressão *survey* em inglês, por ser o termo usado mesmo na tradução de Babbie (2001) para o português.

só, não garante a generalização (Babbie, 2001:73). O estudo de caso é a técnica consagrada pela etnografia³⁰.

3.2.1.6. Observação Participante

A **observação participante** consiste na participação ativa do observador no evento ou na comunidade a ser estudada. A etnografia participativa (Clifford, 2002), é um método que se utiliza da observação participante, expondo o pesquisador ao ambiente a ser analisado, no qual ele se envolve de acordo com as concessões que vão sendo feitas pelos sujeitos estudados a medida em que a interação procede.

Como observa Babbie (2001), o estudo de caso e a observação participante, dois métodos utilizados pela etnografia e que se destacam pelo uso da lógica indutiva, **permitem um conhecimento muito maior sobre a situação social** (em contexto) do que o possibilitado pelos demais métodos.

3.2.2. Métodos e técnicas de levantamento e análise de requisitos

A literatura revisada apresenta entrevistas com as partes interessadas, em campo e em reuniões (Dym; Little, 2000; Pressman, 1995; Robertson; Robertson, 1999), estudos de caso (Kotonya & Sommerville, 1998) e análise de dados secundários (Robertson; Robertson, 1999) como os instrumentos para o levantamento de requisitos. No entanto, não se evidencia a importância da acuidade metodológica na aplicação de tais técnicas, tampouco se recomenda a formação de equipes multidisciplinares que possam responder à acuidade necessária, o que contraria a norma ISO 13407.

³⁰ A etnografia (ou antropologia cultural), surge com o neocolonialismo impulsionada pela necessidade de conhecer as diferentes culturas que se apresentavam ao dominador europeu. A disciplina se utiliza do método de *estudo de caso*, com observações em campo, derivando em seguida o método de *observação participante*. O pesquisador se insere na comunidade a ser estudada e lá se estabelece até ter elementos suficientes para propor um modelo de comportamento cultural, a partir do esquema científico adotado (estruturalista, hermenêutico,...) (Gaona, 1999).

A *indeterminância* gerada pelas relações entre os elementos que compõem um sistema sócio-técnico pode produzir situações inesperadas pelos protocolos. Estas variações não são captadas em entrevistas com empregados e empregadores, cuja pauta é “como é o seu trabalho?” (Robertson; Robertson, 1999:88), ou nos manuais que descrevem os processos, fornecidos pelo cliente.

Mayhew (1999:67-121), no processo de requisitos do ciclo de vida de usabilidade de sistemas computacionais, propõe uma técnica que ela denomina análise contextual de tarefas (*contextual task analysis*). Esta técnica se assemelha à análise da atividade na AET, mas seu objetivo é especificar a interface com o usuário, não intervindo nas relações que se estabelecem entre os elementos do sistema sócio-técnico, e que podem impactar nos processos.

Tais evidências sugerem o uso da **análise da atividade** como método complementar no levantamento e análise de requisitos, por considerar a complexidade do ambiente de uso do futuro artefato e a importância do contexto na tomada de decisão de seus usuários potenciais.

A fase de análise dos requisitos é auxiliada por ferramentas de suporte à decisão, fornecidas por gerenciadores de requisitos como o DOORS (*Dynamic Object-Oriented Requirements System*), o RML (*Requirement Markup Language*), o RDD-100 (*Requirements Definition Document*) e o Requisite Pro. Kotonya e Sommerville (1998:40-41) evidenciam as seguintes vantagens do uso desses gerenciadores: **(a)** permitem a navegação e o resgate de informações e o cruzamento de informações entre requisitos relacionados; **(b)** permite o rastreamento de informações; **(c)** gera relatórios; **(d)** permite o controle de mudanças nos requisitos e seu impacto no sistema.

3.2.3. Métodos e técnicas de negociação dos requisitos

Para lidar com as divergências de interesses que é inerente aos sistemas sócio-técnicos, desenvolveu-se na literatura de engenharia de requisitos a abordagem de **pontos de vista** (*viewpoints*). Um ponto de vista é uma coleção de informações sobre o sistema ou sobre uma perspectiva particular, seja a dos usuários finais, dos desenvolvedores, das partes interessadas, entre outros. As

informações presentes em cada ponto de vista, por si só, são incompletas. Os requisitos finais são derivados da integração de cada ponto de vista, e da conseqüente negociação de conflitos que podem ser gerados a partir de interesses divergentes (Kotonya; Sommerville, 1998:171-172).

O conceito de ponto de vista começou a ser desenvolvido nos anos 70. Abordagens mais recentes surgem nos anos 90 com métodos como o VOSE (*Viewpoint-Oriented Systems Engineering*) e o VORD (*Viewpoint-Oriented Requirements Definition*). O VOSE procura a integração dos métodos de desenvolvimento, com a premissa de que o processo de concepção de um novo sistema é um projeto interdisciplinar, e que a negociação dos requisitos deve considerar os pontos de vista de cada especialista envolvido no processo de concepção (cf: Kotonya; Sommerville, 1998:173-178).

O VORD surge para a especificação de sistemas interativos, focando nas questões organizacionais e de usuário. O modelo, orientado a serviços, considera pontos de vista diretos (que dizem respeito aos elementos e subsistemas do produto sob análise) e indiretos (que dizem respeito a serviços entregues pelo sistema mas que não interagem diretamente com ele, como restrições organizacionais ou técnicas) (cf: Kotonya; Sommerville, 1998:182-183).

Numa abordagem formativa, a validação e negociação dos requisitos com os usuários se dá fora das mesas de negociação. A literatura discute o uso de diagramas de fluxo e de cenários (ver, por exemplo, Kotonya & Sommerville, 1998) como instrumentos de apresentação dos requisitos durante a negociação com o usuário. No entanto, a eficácia desses instrumentos é questionável, considerando a dificuldade de interpretação por leigos.

Robertson e Robertson (1999) sugerem um modelo para a negociação dos requisitos em cartões (os *shells*) que contém informações sobre cada requisito levantado (Tabela 1).

membros. Kotonya e Sommerville (1998:71) demonstram o problema de interoperabilidade ao descrever a dificuldade de comunicar e documentar os dados obtidos em campo à equipe de desenvolvimento quando o levantamento dos requisitos é realizado por etnógrafos.

Como discutido anteriormente, o método de estudo de caso, como apresentado na etnografia e indicado pela AET para a fase de análise da atividade, amplia as variáveis de análise ao invés de buscar a parcimônia (Babbie, 2001:73). Portanto, as contribuições da AET na fase de levantamento e análise devem ser somadas à contribuição dos outros membros da equipe durante a negociação de pontos de vista gerando uma documentação inteligível por todos.

O modelo de documentação *Volere*³² satisfaz boa parte das recomendações da norma IEEE/ANSI830-1993 e é uma alternativa disponível para a documentação. O modelo prevê o uso de diagramas UML (Jacobson; Booch; Rumbaugh, 1999), facilmente reconhecíveis pela equipe de design conceitual, que assumirá o projeto ao fim do processo de requisitos.

3.2.5. Métodos e técnicas de validação dos requisitos

Os métodos de representação utilizados na validação dos requisitos variam num espectro de formalização (Kotonya & Sommerville, 1998:162-164).

As ferramentas de validação baseadas em modelos formais partem do fato de que a semântica da notação foi formalmente definida. Elas podem analisar esta descrição em busca de inconsistências matemáticas que evidenciem erros na especificação formal ou erros nos requisitos (Kotonya; Sommerville, 1998:39).

As ferramentas de modelagem de requisitos para a validação e a verificação de consistência são baseadas em métodos estruturados, como o SADT (*Structured Analysis and design Technique*), ou linguagens de modelagem dedicadas, como o RSL (*Requirements Statement Language*). Basicamente, há editores de modelagem e verificadores (*checkers*). Ambos só se aplicam aos requisitos funcionais do sistema (*idem*, 38-41). Os requisitos não funcionais não

³² Referir-se ao Anexo 2.

são adequadamente representados, pois especificam exatamente as restrições inerentes ao uso em situação – e, portanto, não são passíveis de formalização (Dym; Little, 2000:12; Kotonya; Sommerville, 1998:194-195).

3.3.CONSIDERAÇÕES DE METODOLOGIA

Excluindo-se as peculiaridades de nomenclaturas, o que diferencia o uso da AET das técnicas e *guidelines* apresentadas na revisão da literatura de engenharia de requisitos consultada (Dym; Little, 2000; Kotonya; Sommerville, 1998; Pressman, 1995; Robertson; Robertson, 1999) é a presença da **fase 3**, a fase de **análise da atividade**. No entanto, se por um lado ela permite captar a atividade em situação, corroborando para uma análise de requisitos que contemple situações de indeterminação e variação contextual, por outro ela alonga o processo de requisitos. O uso desta metodologia está, portanto, subordinada aos riscos agregados à implantação do sistema computacional interativo que justifiquem o investimento. Esta justificativa é evidente em sistemas de trabalho sensíveis ao erro, especialmente em processos de informatização, onde a literatura de AET consultada baseia seus estudos de caso³³.

A descrição dos seis métodos de pesquisa em ciências sociais evidencia uma abrangente e sedimentada área científica que cobre as necessidades atualmente existentes de levantamento, análise e validação de dados obtidos com usuários. Permite ainda observar que tais métodos devem ser aplicados por especialistas em usuário para se obter resultados satisfatórios e confiáveis, como recomendado pela norma ISO 13407 (Bevan, 1999; 2001).

Dentre tais métodos, a literatura revisada corrobora para o uso de instrumentos indutivos, como o estudo de caso, como primeiro passo no levantamento e análise de requisitos de usuários. Métodos de *survey* e análise de dados existentes são também instrumentos importantes para dar suporte à decisão

³³ Ver, por ex., Rognin (1996) e Wisner (1997).

e sistematizar a análise dos requisitos, quando usados a partir dos dados obtidos no método indutivo.

A AET garante ainda argumentos racionais na defesa dos requisitos de usuário durante a negociação dos pontos de vista com as demais partes interessadas no projeto.

A documentação dos requisitos, por sua vez, deve gerar a plena interoperabilidade entre as equipes que colaboram no processo de concepção. A decisão pelo modelo a ser adotado é de cunho organizacional. Como normalmente o especialista em usuário não é um membro fixo na equipe de desenvolvimento (Mayhew, 1999), é mais provável que ele venha a se adequar aos métodos utilizados pela instituição que o oposto.

A fase de validação dos requisitos não será contemplada na agenda de métodos proposta por esta dissertação.

CAPÍTULO 4 - AGENDA DE INTERVENÇÃO

I have heard it's said (by someone from France, of course), that a jumbo jet is complicated, but that a mayonnaise is complex.

(Cilliers, 2000:3)

De acordo com as conclusões obtidas nos capítulos 2 e 3, observa-se que o paradigma de concepção orientada ao usuário e a metodologia oferecida pela ergonomia da atividade compõem um escopo epistemológico vantajoso para o levantamento, a análise e a negociação de requisitos de usuário nos projetos de concepção de sistemas computacionais interativos. Concomitantemente, o contexto multidisciplinar resultante para esta situação demanda a interoperabilidade entre o especialista em usuário e a equipe de desenvolvimento.

A seguir será apresentada uma agenda para a intervenção da ergonomia da atividade na concepção de sistemas computacionais interativos centrados no usuário. O objetivo da agenda é obter, no processo de requisitos:

- acuidade no mapeamento das relações de complexidade que se estabelecem no ambiente sócio-técnico, gerando: **(a)** um levantamento de requisitos mais completo, que evidencie na análise o trabalho não prescrito, não se limitando às tarefas a serem automatizadas; **(b)** argumentos para a defesa dos requisitos de usuário no ato da negociação com as demais partes interessadas;

– interoperabilidade entre informações geradas pela intervenção ergonômica no processo de requisitos e o restante da equipe de desenvolvimento.

A agenda avança o processo de requisitos, chegando ao design conceitual do produto e sua conseqüente validação através de protótipos. O objetivo é reiterar o processo formativo, e o amplo envolvimento do usuário no processo de concepção, como recomendado pela AET e a abordagem formativa de desenvolvimento sugerida pela norma ISO 13407.

4.1. DESCRIÇÃO DA AGENDA

No levantamento de requisitos para a concepção de sistemas computacionais interativos propõe-se a análise da atividade, estendida para a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) nos casos de concepção de sistemas de operação e controle. Concomitantemente, métodos de pesquisa de *survey*, como grupos focais e entrevistas de profundidade (Babbie, 2001) são realizados com as partes interessadas, além análise de dados secundários (documentações fornecidas pelas partes interessadas (como manuais regulatórios ou outras documentações disponíveis no sistema sócio-técnico).

Experimentos controlados a partir de instrumentos provindos da literatura de psicologia cognitiva são intervenções necessárias em casos em que habilidade e tempo de operação do artefato a ser concebido são fatores relevantes.

As recomendações obtidas na AET são o resultado da análise dos requisitos de usuário, e se somarão às conclusões dos demais membros da equipe envolvidos na engenharia de requisitos durante a negociação dos mesmos.

A documentação dos requisitos integra todos os pontos de vista em um formato inteligível por toda a equipe multidisciplinar, preparando o terreno para o design conceitual do produto. Daí obter-se-á um protótipo que possa ser validado com os usuários potenciais, a partir de técnicas consagradas na literatura de ciências sociais aplicadas, realimentando, assim, o ciclo iterativo de desenvolvimento.

A figura 9 ilustra a agenda proposta.

Figura 9³⁴. Agenda de intervenção para a ergonomia da atividade na concepção de sistemas computacionais interativos centrados no usuários

³⁴Legenda da Figura 9:

Fase 1: *Análise de demanda*

Fase 2: *Análise do ambiente técnico e cultural*

Fase 3: *Análise da atividade e das situações de trabalho e restituição dos resultados*

Fase 4: *Recomendações ergonômicas*

Para detalhes sobre a metodologia da AET, referir-se à seção 3.1.

4.2. SITUAÇÕES EXPERIMENTAIS DA AGENDA

4.2.1. A agenda de intervenção em contextos de operação e controle

Nas situações de informatização que envolvem operação e controle, e conseqüentemente demandam um produto eficiente logo na sua primeira versão, as evidências obtidas na revisão da literatura³⁵ indicam a intervenção a partir da ergonomia da atividade, como proposto pela agenda descrita na seção anterior. A abordagem ergonômica permite obter informações no levantamento e análise dos requisitos para a concepção de produtos que possibilitem aumento de produtividade e do bem estar dos usuários.

No entanto, o atendimento a normas de qualidade no desenvolvimento de software, que demandam a especialização de tarefas e a formação de equipes multidisciplinares, ainda não é uma realidade do mercado, o que leva a intervenções posteriores de ergonomistas para corrigir problemas de processo e do bem estar dos usuários causados pela implantação de sistemas computacionais cujos requisitos ignoravam a atividade de trabalho a ser informatizada (Hutchins, 1995; 2000; Leplat, 2004; Rognin, 1996; Thereau; Jeffroy, 1994). O foco de intervenção **na concepção** corrobora para o barateamento dos projetos a longo prazo, à melhoria da qualidade dos sistemas computacionais interativos produzidos, e à garantia do bem estar de seus potenciais usuários.

4.2.2. A agenda de intervenção em produtos de massa

Como discutido anteriormente, a introdução do design formativo e dos protótipos alterou os cronogramas de desenvolvimento dos sistemas de computador, com aumento considerável de tempo despendido na fase de requisitos. No entanto, para os sistemas computacionais interativos, e mesmo *websites* comerciais, que não implicam o gerenciamento de riscos, o uso da

³⁵ Referir-se aos capítulos 2 e 3.

agenda de intervenção baseada na ergonomia da atividade pode ser inviável devido ao tempo demandado e aos custos envolvidos.

De fato, em alguns casos, o mercado ainda não está preparado para a introdução mesma de técnicas como *checklists*. Nessas situações, a especificação dos requisitos acaba sendo moldada por dados secundários obtidos com os clientes e mesmo através de avaliações heurísticas aliadas a modelos de estudos do comportamento do consumidor (Benini, 2005).

No entanto, o mercado de sistemas computacionais interativos cresce no país, assim como a concorrência entre empresas desenvolvedoras. A tendência é que os clientes compreendam a necessidade de formação de equipes multidisciplinares, que envolvam o especialista em usuário no processo de concepção para poupar custos com *redesign* e atender as normas de qualidade estabelecidas no desenvolvimento de software, como a ISO 13407.

4.3. CONSIDERAÇÕES DA AGENDA DE INTERVENÇÃO

A literatura de ergonomia da atividade aplicada à concepção de sistemas computacionais interativos revisada não apresentou um modelo de aplicação que sistematizasse a intervenção da AET no ciclo de desenvolvimento de software, que por sua vez está sedimentado na literatura e é de amplo conhecimento dos desenvolvedores³⁶.

A agenda de intervenção proposta neste capítulo busca, portanto, a sistematização da metodologia da AET no ciclo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos, visando a **interoperabilidade** demandada em contextos multidisciplinares e freqüentemente objeto de queixas tanto entre os especialistas em usuário quanto entre a equipe de desenvolvimento³⁷.

A agenda será demonstrada experimentalmente através da apresentação de um estudo de caso, a ser descrito no capítulo 5.

³⁶Referir-se ao Capítulo 2.

³⁷Referir-se à seção 1.2.2.

CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO

*Et moi, mon intérêt est d'étudier
comment un peuple va se transformer en
un peuple moderne en restant lui-même.*

(Wisner, 1997:10)

A seguir será descrito o estudo de caso em que se aplicou a agenda de intervenção da ergonomia da atividade na concepção de sistemas computacionais interativos proposta no capítulo 4.

Trata-se de uma situação real de concepção de sistema computacional interativo na área médica. O projeto tem o desafio de informatizar um ambiente de trabalho que lida com o gerenciamento de risco e que já havia passado por uma tentativa frustrada de informatização anterior. O ambiente propício para a aplicação da Análise Ergonômica do trabalho (AET) gerou recomendações ergonômicas relevantes para a especificação dos requisitos do produto, e ainda imprimiu ao projeto o caráter **humano** do uso em contexto. Este caráter se evidenciou na proposição de **questões éticas**, como as realocações organizacionais geradas pela implantação do novo sistema informatizado, e na **defesa dos argumentos dos usuários finais** durante a negociação dos requisitos entre as partes interessadas, permitindo a manutenção do conforto funcional com as mudanças trazidas pela informatização. Tais argumentos são frutos das competências geradas no levantamento de informações que se deu em campo, através da análise da atividade.

O projeto se desenvolveu a partir de uma equipe multidisciplinar, que envolveu o especialista em usuário (a autora), as equipes de programação e infraestrutura, os consultores técnicos em anatomia patológica do Lab_Anatomia e os usuários potenciais do sistema (funcionários do Lab_Anatomia).

5.1. INTRODUÇÃO AO PROBLEMA

O objetivo da solução a ser concebida era viabilizar a informatização de um laboratório de anatomia patológica vinculado à rede pública de assistência à saúde (Lab_Anatomia)³⁸.

O Lab_Anatomia realiza exames de três naturezas, todos ligados ao tratamento oncológico. Em uma definição pouco apurada, pode-se descrevê-los da seguinte forma: **(a) exames citopatológicos**, em que se manipula células dos pacientes para verificar a presença de alterações; **(b) exames histopatológicos**, em que se manipula tecidos ou órgãos dos pacientes para a análise de presença e a natureza das neoplasias (tumores); **(c) exames imuno-histoquímicos**, cujo objetivo é definir linhas de tratamento para as neoplasias.

O uso da agenda de intervenção para a ergonomia da atividade no processo de concepção se justificou devido a características organizacionais que demandavam alta eficiência na implantação, dentre as quais: **(a)** tentativa de informatização anterior abortada na implantação da versão piloto, com altos prejuízos financeiros, desmotivação dos usuários e o diagnóstico da direção foi inconsistências no conhecimento do ambiente real de trabalho pela equipe responsável pela análise de requisitos; **(b)** procedimentos de trabalho com baixa tolerância à erro; **(c)** alto volume de tarefas diárias, de um lado, e relativa baixa experiência com computadores dos usuários potenciais, de outro.

³⁸ O laboratório em questão será denominado arbitrariamente de Lab_Anatomia nesta dissertação e nos respectivos Anexos.

5.2. CONTEXTO DA INTERVENÇÃO

5.2.1. Descrição das atividades

A seguir serão descritas as atividades de trabalho dos setores do Lab_Anatomia que foram inclusos no escopo da informatização. A Figura 10 resume tais atividades.

Figura 10. Atividades sob escopo de informatização no Lab_Anatomia

A geração de um exame no Lab_Anatomia, da entrada do caso à saída do laudo, passa por 3 processos: **Recepção**, **Laboratório** e **Emissão**.

Os processos de Recepção e Emissão são comuns aos três tipos de exames executados pelo Lab_Anatomia (histopatológicos, citopatológicos e imuno-histoquímicos). Os processos de Laboratório são distintos para cada um dos três exames.

5.2.1.1. Recepção do Exame

O processo se inicia quando a unidade de saúde envia o material do paciente acompanhado de um pedido de exame. Ao chegar ao Lab_Anatomia, pedido e material são checados para verificar a consistência das informações. Como os pedidos de exame chegam em lotes, trocas entre materiais e fichas de pacientes diferentes ou mesmo erros de digitação da ficha na unidade de saúde são comuns. Ao ser aceito, o exame ganha um registro e é distribuído ao Laboratório. O pedido segue junto com o material para o Laboratório, se tornando a própria *ficha do paciente*.

5.2.1.2. Laboratório

O processo varia para cada tipo de exame. A seguir é apresentada uma descrição sucinta de cada caso.

Exames Histopatológicos

O material do paciente passa inicialmente pelo **exame macroscópico**, sendo então acondicionado em K7s, pequeno recipiente plástico. Os K7s seguem para o **processamento técnico**, resultando em uma ou mais lâminas contendo cortes histológicos do material original. A lâmina é submetida, então, ao **exame microscópico** para o diagnóstico. Após o diagnóstico, lâminas vão para o arquivo e fichas seguem para a Emissão. Neste momento, pode ser solicitado exame imuno-histoquímico do caso.

Exames Citopatológicos

O Lab_Anatomia realiza exames citopatológicos de **Papanicolaou** e de **outras citologias**.

No caso do Papanicolaou, o material é um esfregaço que chega em lâminas. As lâminas passam pelo **processamento técnico**, onde são coloridas e montadas, e seguem para a **análise de um citotécnico**. Se o citotécnico suspeitar de alterações celulares, a lâmina é enviada para o **diagnóstico de um patologista**. Nos casos em que não há suspeita, as lâminas seguem para serem arquivadas e as fichas seguem para a Emissão. Cerca de vinte por cento das lâminas que não

apresentaram suspeita passam por uma nova triagem de leitura, um controle de qualidade chamado **Revisão Rápida**.

No caso das outras citologias, o material, líquido, chega em frascos. Este material passa pelo **processamento técnico**, resultando numa (ou mais) lâmina colorida e montada. O caso segue, então, para o patologista, que fará o **exame microscópico**, resultando no diagnóstico. Lâminas seguem para o arquivo e fichas seguem para a Emissão.

Exames Imuno-Histoquímicos

O material do paciente nos casos de exames imuno-histoquímicos é um K7, gerado para o exame histopatológico. O K7 passa pelo **processamento técnico**, onde são geradas lâminas de cortes histológicos do material. Tais lâminas são, então, submetidas a **experimentos** com os reagentes ao tumor solicitados pelo médico do paciente, um processo que dura de 1 a 2 dias. As lâminas são então encaminhadas ao patologista para **diagnóstico**. Após o diagnóstico, lâminas vão para o arquivo e fichas seguem para a Emissão. Em alguns casos, o patologista pode solicitar à equipe de processamento técnico novos cortes do K7 do paciente para serem utilizados como **material de controle** nos experimentos.

5.2.1.3. Emissão

Após o caso ser diagnosticado, as lâminas resultantes do processo de Laboratório seguem para arquivo e as fichas seguem para serem digitadas. Da digitação das fichas, origina-se os laudos de cada exame, de um lado, e o banco de dados para o faturamento, que será enviado ao SUS, de outro. Após impresso, o laudo é conferido por um supervisor da equipe de Digitação, e segue para ser assinado pelo citotécnico ou pelo patologista responsável pelo caso. Após assinado, o laudo recebe um registro de expedição e é enviado à unidade de saúde solicitante.

5.2.2. Descrição dos setores analisados

Esta seção apresenta ao leitor os setores do Lab_Anatomia responsáveis pela execução das atividades descritas na seção anterior.

5.2.2.1. Recepção Central

Imagem 1. Sala de Recepção Central

A imagem mostra a mesa de atendimento ao público, onde também se efetua o registro dos casos. Mostra ainda o telefone de atendimento ao público, que fica atrás da bancada, sendo atendido por uma funcionária.

O processo de Recepção do exame é feito na **Recepção Central**. Apenas nos casos de Papanicolaou o processo se realiza paralelamente na Recepção de Laboratório.

A **Recepção Central** ainda é responsável pelo tráfego de materiais e fichas ao Laboratório, e centraliza os o atendimento ao público.

5.2.2.2. Recepção de Laboratório

Além de registrar os casos de Papanicolaou, a Recepção de Laboratório controla a distribuição desses casos entre os citotécnicos, centraliza a documentação dos procedimentos de processamento técnico e a frequência de pessoal.

Imagem 2. Recepção de Laboratório.

A imagem mostra a funcionária registrando os casos de Papanicolaou. Abaixo da bancada, caixas de arquivo de lâminas lidas. Acima da bancada, fichas de pacientes e lâminas recém-montadas a espera da leitura.

5.2.2.3. Sala de Processamento Técnico

A sala de processamento técnico hospeda os técnicos de histo e citologia, responsável pela produção, coloração e montagem das lâminas que serão submetidas à leitura microscópica.

Na sala estão armazenadas as matérias-primas usadas em todos os processos de Laboratório, além de fichas de controle de qualidade de processos e de saída de materiais.

Imagem 3. Sala de Processamento Técnico

A imagem mostra os técnicos montando as lâminas já coloridas de Papanicolaou, à esquerda, e o operador de microtômo, à direita, produzindo os cortes histológicos a partir dos K7s.

5.2.2.4. Sala de Exame Macroscópico

A sala de exame macroscópico é hospedada por equipes de patologistas e técnicos de macroscopia responsáveis pelo tratamento dos casos de histopatológicos antes que estes sigam para o processamento técnico.

Imagem 4. Sala de Exame Macroscópico

A imagem mostra a técnica de macroscopia dispondo o material do paciente no K7. Ao lado, a ficha do paciente, em que será anotado e exame macroscópico do material.

5.2.2.5. Sala dos Patologistas

A sala dos patologistas é o local onde esses profissionais se concentram para realizar os exames microscópicos e executar os diagnósticos. A sala concentra os livros de consulta e um computador para acesso à Internet.

Imagem 5. Sala dos Patologistas

A imagem mostra o patologista analisando a lâmina do paciente no microscópio e manipulando a ficha do paciente ao mesmo tempo, que será preenchida com o exame microscópico e o diagnóstico do caso.

5.2.2.6. Sala dos Citotécnicos

A sala dos citotécnicos é onde se concentram os responsáveis pela análise microscópica dos casos de Papanicolaou.

5.2.2.7. Sala de Experimentos de Imuno-Histoquímica

Na sala de experimentos de imuno-histoquímica se realizam os testes com reagentes para a verificação de linhas de tratamento para as neoplasias dos pacientes.

Imagem 6. Sala de Experimentos de Imuno-Histoquímica

A imagem mostra detalhes da bancada de experimento.

5.2.2.8. Digitação

É o setor responsável pela digitação das fichas dos exames, após o diagnóstico, e por sua conferência.

Imagem 7. Sala de Digitação

A imagem mostra funcionária finalizando trabalho de conferência de laudos impressos. A Digitação trabalha com 3 softwares em paralelo para a geração de laudos, que serão substituídos pelo sistema de informação.

5.2.2.9. Arquivo de Fichas

O setor de Arquivo de Fichas concentra a organização, o arquivamento e o resgate de fichas dos pacientes, caso necessário.

Imagem 8. Arquivo de Fichas

Imagem 9. Detalhe do Arquivo de Fichas

As imagens mostram os arquivos vitalícios de fichas digitadas, em condições adversas de armazenamento. O aumento do arquivo e a impossibilidade de se desfazer do material corroboram para uma solução de arquivamento digital ou via microfilmagem.

5.2.2.10. Expedição

Localizada junto à sala da Recepção Central, a Expedição centraliza o despacho de todos os laudos do Lab_Anatomia para as respectivas unidades de saúde solicitantes.

5.2.3. Escopo do projeto

O escopo do projeto de informatização do Lab_Anatomia visava desenvolver um sistema computacional interativo que viabilizasse:

(a) o rastreamento dos casos e dos responsáveis por sua manipulação durante a toda a produção do exame até a geração do laudo de anatomia patológica;

(b) a garantia de segurança da informação e a agilidade nas pesquisas de histórico dos pacientes;

(c) o monitoramento interno (da produtividade e gestão de consumo de insumos) e externo (dados epidemiológicos) dos processos ocorridos no laboratório em tempo real.

5.2.4. Perfil dos usuários potenciais

O laboratório possui um corpo heterogêneo de funcionários, formado desde estagiários que ainda não concluíram o ensino médio até profissionais especializados com título de doutorado.

Nas pontas do processo (recepção do exame e emissão de laudos) encontram-se os profissionais menos qualificados. Em sua maioria, são pessoas com ensino médio completo. A faixa etária varia de acordo com o tipo de trabalho. Funcionários com mais de uma década de casa, e que detém boa parte do conhecimento não documentado dos processos de trabalho, gerenciam equipes de estagiários que estão cursando o ensino médio, jovens de 15 a 20 anos com baixo índice de comprometimento. Os funcionários mais velhos têm em comum o fato de não usarem computadores além das demandas do trabalho.

Os funcionários que lideram equipes de estagiários do Laboratório possuem um perfil de educação formal mais elevado. São profissionais da saúde (médicos, biólogos, entre outros) com no mínimo nível superior. As equipes de estagiários, embora possuam o mesmo perfil demográfico dos demais estagiários do Lab_Anatomia, são mais engajadas, o que se justifica por um maior controle gerencial. A equipe de citotécnicos possui o menor grau de educação formal e se caracteriza por ser a equipe com menos tempo de casa.

Em geral, quanto maior o grau de educação formal, maior o uso de computadores, e maior a motivação para mudanças, como as que ocorreriam com a informatização do laboratório. Este fato se verificou experimentalmente nos resultados do questionário semi-estruturado distribuído entre as equipes de patologistas e citotécnicos³⁹, e também foi observada no estudo etnográfico.

5.3. A INTERVENÇÃO ERGONÔMICA NO PROCESSO DE REQUISITOS

A seguir é descrita a aplicação da agenda de intervenção ergonômica na concepção do sistema computacional interativo que servirá o Lab_Anatomia. Sua aplicação buscou integrar as recomendações ergonômicas com as análises técnicas e organizacionais geradas pelas demais equipes envolvidas no time multidisciplinar responsável pelo processo de requisitos.

5.3.1. Levantamento e análise de requisitos

O cronograma de levantamento de requisitos previu o uso da metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho (AET), fases 1, 2 e 3, para o levantamento dos requisitos de usuário⁴⁰.

A seguir são descritas as atividades realizadas e os métodos usados no escopo da AET.

³⁹Referir-se ao Anexo 1.

5.3.1.1. Análise de Demanda e Análise do Ambiente Técnico, Econômico e Cultural

Atividades realizadas: análise global, fechamento de escopo, identificação de requisitos de restrição

Instrumentos Utilizados: análise de dados existentes (manuais de processo utilizados em treinamento de equipes, manuais de anatomia patológica, informações de faturamento e produção do laboratório), entrevistas com as partes interessadas.

Entregáveis:

- entrega de documentação pela contratante;
- contrato de fechamento de escopo.

5.3.1.2. Análise da Atividade e das situações de trabalho

Atividades Realizadas:

Análise da atividade dos usuários potenciais do sistema. Foco cognitivo e não biomecânico, devido às características do produto a ser concebido (sistema de informação).

Instrumentos Utilizados:

Observação participante (etnografia participativa), auxiliada por métodos de *survey* (questionário semi-estruturado⁴¹ e técnica de grupo focal).

Entregáveis:

- relatório de análise de processos e diagnóstico, composto por texto descritivo, documentos coletados em campo e imagens do contexto de implantação. O diagnóstico visou ponderar as restrições organizacionais que podem ou não serem corrigidas pela informatização.
- validação dos dados coletados em campo com os usuários potenciais consultados, através de grupos focais.

⁴⁰ A descrição desta e das seções que seguem não inclui as análises realizadas pelas outras equipes que participaram do processo de requisitos, como o estudo de viabilidade técnica gerado pela equipe de implantação ou a avaliação de tecnologias a serem utilizadas pela equipe de desenvolvimento de software.

⁴¹Referir-se ao Anexo 1

Diário de Bordo:

Acompanhou-se o dia a dia de trabalho do sistema sócio-técnico, e a medida em que o vínculo com os usuários potenciais aumenta, a confiança redobra e do trabalho prescrito emerge o trabalho real, ou seja, a inteligência trazida pela experiência do ambiente de operação, que permite ao funcionário superar o possível engessamento dos procedimentos e ter sucesso na realização de suas tarefas.

Ainda durante a fase de análise de requisitos, foi utilizado um questionário semi-estruturado para observar o clima organizacional quanto à possibilidade de informatizar os processos que envolviam a manipulação de microscópios⁴². Havia uma hipótese das partes interessadas do projeto de que a manipulação concomitante das duas máquinas causaria perda de produtividade e desmotivação. Os resultados mostraram que a solução anterior de informatização (abortada na versão piloto) gerou resistência em relação a implantação de um novo sistema, especialmente entre os patologistas. Os profissionais que apresentaram experiência em trabalhar com sistemas informatizados em outros laboratórios declararam por unanimidade que a informatização aumentaria a eficiência de seu trabalho, embora relacionassem à informatização o aumento das tarefas sob sua responsabilidade. A situação informatizada foi, em geral, bem-vinda, mas demanda a inserção dos usuários no processo de design e treinamento de adaptação aos usuários em geral, e em especial aos que não possuem experiência com computadores.

Utilizou-se, ainda, a técnica de grupos focais (Babbie, 2001) para a validação dos requisitos captados com a análise da atividade. Nesta situação experimental, se apresentou os fluxos de processos mapeados em gráficos impressos em folhas de papel A3. O moderador estimulou a discussão sobre a validade do mapeamento, gerando correções nos modelos e informações que foram incorporadas às recomendações ergonômicas. Além disso, estimulou-se o engajamento dos grupos de usuários potenciais nas discussões de informatização.

⁴² Referir-se ao Anexo 1.

Durante a análise dos requisitos, não se utilizou nenhuma ferramenta de gerenciamento de requisitos⁴³, por não ser um padrão de procedimento da equipe desenvolvedora. O material foi organizado em documento textual apenas, com a ajuda de diagramas de fluxo.

5.3.2. Negociação dos requisitos

Durante a negociação dos requisitos, apresentou-se às partes interessadas a consolidação da quarta fase da metodologia da AET, as recomendações ergonômicas.

5.3.2.1. Recomendações Ergonômicas

Atividades Realizadas:

A partir da validação das informações obtidas em campo com os usuários potenciais, o diagnóstico e suas conseqüentes recomendações geradas pela análise da atividade foram organizadas em requisitos funcionais e não funcionais. Eles foram negociados com os demais membros da equipe de desenvolvimento e as partes interessadas, em que cada *ponto de vista* foi integrado para o fechamento de um documento final de requisitos.

Instrumentos Utilizados:

Reuniões com as partes interessadas.

Entregáveis:

Pontos de vista negociados e fechamento dos requisitos funcionais e não funcionais.

Diário de Bordo:

Como observam Kotonya e Sommerville (1998:37-38; 80-82), a posição hierárquica das partes interessadas influencia na negociação dos requisitos. Assim, os cargos de chefia têm mais *poder de barganha* que a base na hora de resolver conflitos de requisitos. É neste ponto do processo que a análise da atividade realizada na fase de levantamento dos requisitos ganhou importância.

⁴³Referir-se à seção 3.2.2.

Ela forneceu argumentos racionais que justificaram as reivindicações da base, estabelecendo critérios objetivos de negociação dos requisitos de usuários⁴⁴.

5.3.3. Documentação dos requisitos

Atividades Realizadas:

Consolidação da documentação.

Instrumentos Utilizados:

Padrão de Documentação de requisitos *Volere* (Robertson & Robertson, 1999)⁴⁵.

Entregáveis:

Requisitos documentados.

Diário de Bordo:

Observou-se dificuldade de interoperabilidade em apresentar os requisitos coletados na intervenção ergonômica num formato etnográfico, por ser pouco sistemático e muito extenso. Este formato dificulta a validação das informações pelas partes interessadas e é pouco sensível à equipe de desenvolvimento. Como nenhum CASE de gerenciamento de requisitos havia sido usado, optou-se pela utilização do padrão de documentações *Volere* (Robertson; Robertson, 1999).

A avaliação informal da equipe de desenvolvimento e das partes interessadas mostrou que o *Volere* possui um formato adequado para a consulta rápida de requisitos e facilita a validação. No entanto, deixa para trás muitas das informações obtidas na AET, especialmente no que se refere a garantir que o sistema não seja uma *prótese cognitiva* na rotina do usuário, e sim uma *ajuda* à realização de seu trabalho. Portanto, o método não consegue substituir

⁴⁴A descrição de exemplos de argumentos fornecidos pela AET para a negociação dos requisitos de usuário encontra-se na Seção 5.4..

⁴⁵Referir-se ao Anexo 2.

completamente o relatório etnográfico, e atualmente os dois documentos estão sendo consultados.

A figura 11 resume os instrumentos utilizados na intervenção ergonômica, (detalhados nas seções 5.3. e 5.5.) a partir da agenda proposta no capítulo 4.

Figura 11. Instrumentos aplicados no estudo de caso a partir da agenda de intervenção

5.4. CONTRIBUIÇÕES DA ERGONOMIA DA ATIVIDADE NA ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

A Análise Ergonômica do Trabalho realizada no processo de requisitos gerou informações relevantes sobre o contexto de uso do produto, sendo constatações peculiares de abordagens indutivas. Grande parte das regras de negócio foram captadas através da coleta de materiais em todos os setores do Lab_Anatomia estudados (modelos impressos de controles de processos e mesmo controles efetuados em rascunhos) feitos durante a análise da atividade. Este mapeamento ainda facilitou as negociações de requisitos e, mais tarde, o trabalho do design conceitual.

A seguir são apresentadas as recomendações ergonômicas mais relevantes na proposição e negociação de requisitos, fornecidas a partir da análise da atividade. Tais recomendações exprimem a natureza das contribuições obtidas com a agenda de intervenção ergonômica para a especificação de um produto que contempla a complexidade de uso em contexto.

5.4.1. A centralização do saber

Em todos os setores, os registros dos casos que entram e saem, bem como os arquivos de documentação, não podem ser rastreados, pois são descritos em **livros de controles** em ordem cronológica. Como normalmente esses documentos, quando devem ser resgatados, são demandados pelo nome do paciente (e raramente pela data – única estratégia de rastreamento em arquivos lineares), a busca pode chegar a semanas. Nestes casos, quando o documento é resgatado, a informação pode não ser mais relevante.

A Recepção Central é a *guardiã* dos **livros de controle**. O setor se apresentava sob constante pressão, e durante a falta da responsável, alguns fluxos de informação, como busca de exames anteriores, contatos com o médico do paciente, solicitações de retrabalhos entre as equipes de Laboratório, entre outros, estagnavam. Observou-se situações em que os funcionários usavam somente a memória para lembrar a localização dos casos no arquivo. Isso só é possível com

peessoas amplamente engajadas e com anos de casa. Assim, o processo está totalmente amarrado à baixa rotatividade de funcionários-chave.

Dois livros de controle foram mapeados no setor, o **livro de ocorrências** e o **livro de registro de exames**. O **livro de ocorrências** registra todas as situações atípicas que devem ser documentadas para serem passadas à direção do Lab_Anatomia, como casos que vieram da unidade de saúde e foram rejeitados, ou críticas e reclamações em geral. O **livro de registro de exames** originalmente foi criado para registrar exames histopatológicos e imuno-histoquímicos. No entanto, se tornou uma fonte de informações para toda a equipe, pois é a única forma de controle dos casos.

As informações básicas do livro de registro de exames são as seguintes:

<i>Número do exame</i>	<i>Unidade de Saúde</i>	<i>Nome do Paciente</i>	<i>Idade do paciente</i>	<i>Data de entrada</i>

Figura 12. Esquema de preenchimento do livro de registro de exames

Durante o processo de Laboratório, e a medida em que a Recepção Central vai fazendo o tráfego dos casos entre os departamentos, o **livro de registro de exames** vai ganhando anotações, em códigos quase sempre inteligíveis apenas pelos membros do setor. As informações mais comuns são as seguintes: **(a)** casos em que o paciente possui mais de um exame concomitantemente, o que exige os laudos saindo em paralelo; **(b)** nome do patologista responsável pelo exame microscópico; **(c)** data de saída; **(d)** outras informações, como óbito antes da entrega do laudo.

O fato demonstrou o quanto o saber estava centralizado em um setor, que por possuir membros antigos e de confiança, era solicitado pelos demais membros da equipe para solucionar problemas gerados pela falta de um banco de dados que centralizasse informações.

Recomendações Ergonômicas: Recomendou-se a inserção de terminais para o acesso ao sistema de informação em todos os setores do Lab_Anatomia como prerrogativa de descentralização da informação, o que ia contra a política organizacional do contratante. No escopo do requisito funcional que previa busca de histórico do paciente, negociou-se que esta funcionalidade deveria ser acessível não apenas aos patologistas, como inicialmente previa o requisito de segurança atrelado a este requisito funcional, mas por outras pessoas de atendimento ao público, dentro de uma política de acesso. Como resultado previu-se agilidade nos processos comunicacionais internos e externos ao Lab_Anatomia e diminuição de demandas paralelas à rotina da Recepção Central.

5.4.2. Bem estar físico

Embora não fosse o foco da pesquisa, algumas observações de ergonomia física foram diagnosticadas durante o estudo de caso e relatados nesta seção.

5.4.2.1. Recepção de Laboratório

A bancada utilizada pela equipe de Recepção de Laboratório para a checagem e o registro dos casos de Papanicolaou não possui vazamento para a acomodação das pernas em toda sua extensão utilizada, o que força os funcionários a posturas que provocam dores lombares e constante reclamação de desconforto (Imagem 2). O uso de computadores do tipo *desktop*, que demandam mouse e teclado, agravariam a postura incômoda.

Recomendação Ergonômica: recomendou-se a troca da bancada para permitir o posicionamento adequado dos operadores.

5.4.2.2. Sala de Exame Macroscópico

A sala de Exame Macroscópico possui alta concentração de formol, que não é eliminado adequadamente, pois não há capela (tipo de exaustor especial) instalada no local. No verão, devido a alta concentração de paredes com vidro e baixa ventilação, o trabalho se torna insalubre.

Ainda na sala de Exame Macroscópico, os operadores da sala (patologistas e técnicos de macroscopia) manipulam material do paciente enquanto preenchem a ficha com o exame macroscópico. Inevitavelmente há contato de material infectante com a ficha, que continuará sendo manipulada por outros operadores do Laboratório e da Emissão.

Recomendação Ergonômica: recomendou-se a instalação de capela adequada na sala, e que a solução de informatização excluísse a ficha em papel do processo de Laboratório. Inseriu-se ainda requisito operacional que prevê que as interfaces com o usuário das máquinas utilizadas na sala de Exame Macroscópico (mouse, teclado) devem ser resistentes à umidade.

5.4.3. A questão do tempo

Observou-se que o **tempo** é um fator chave no processamento técnico. Há relógios por toda a sala e despertadores que regem a rotina de trabalho (Imagem 10). Esta demanda é gerada pelos processos químicos aos quais são submetidas as lâminas contendo material dos pacientes.

Imagem 10. Detalhe da Sala de Processamento Técnico

Relógios e despertadores por toda parte demonstram o quanto o setor é sensível a variações de minutos no tempo de processamento das tarefas.

Recomendação Ergonômica: acréscimo de requisito de segurança descrevendo exceções de expiração de sessão. Isto é, num cenário de uso em que o operador está utilizando o sistema, e deve deixá-lo para atender a um procedimento de laboratório que não pode ser postergado, deve-se prever maior

tempo de hibernação antes de expiração da sessão ou salvamento das informações antes de expirar.

5.4.4. A distribuição de tarefas

No setor de processamento técnico, os operadores de micrótomo são os responsáveis pela produção dos cortes histológicos dos exames histopatológicos e imuno-histoquímicos. Cada operador é especializado em tipos diferentes de cortes, e ainda estão submetidos a escalas semanais para casos distintos de exames. Por exemplo, semanalmente um dos operadores é escalado para fazer os cortes histológicos dos exames imuno-histoquímicos, que se somam à rotina diária de casos histopatológicos.

O volume de cortes de imuno-histoquímica varia muito, e o operador só saberá quantos serão os cortes em cima da hora, pois não há formalização do agendamento desses casos entre as equipes de processamento técnico e experimento imuno-histoquímico. Além disso, há os casos em que o patologista solicita **cortes de controle**, que também saem da rotina e normalmente chegam como urgência.

Conseqüentemente, a distribuição dos casos entre os operadores de micrótomo, que é feita manualmente pelo técnico de histologia responsável (Imagem 11), quase sempre gera insatisfação, pois o volume de trabalho quase nunca é igual para todos.

A falta de comunicação formal entre os operadores de micrótomo e a equipe de experimentos imuno-histoquímicos estava sendo a responsável pela geração de atritos entre as duas equipes, sendo um foco claro de crescente falta de cooperação em um time em geral altamente cooperativo.

Cris	Dell
1307	1307
1097	1097
1098	1098
1099	1099
1100	1100
1101	1101
1102	1102
1103	1103
1104	1104
1105	1105
1106	1106
1107	1107
1108	1108
1109	1109
1110	1110
1111	1111
1112	1112
1113	1113
1114	1114
1115	1115
1116	1116
1117	1117
1118	1118
1119	1119
1120	1120
1121	1121
1122	1122
1123	1123
1124	1124
1125	1125
1126	1126
1127	1127
1128	1128
1129	1129
1130	1130
1131	1131
1132	1132
1133	1133
1134	1134
1135	1135
1136	1136
1137	1137
1138	1138
1139	1139
1140	1140
1141	1141
1142	1142
1143	1143
1144	1144
1145	1145
1146	1146
1147	1147
1148	1148
1149	1149
1150	1150
1151	1151
1152	1152
1153	1153
1154	1154
1155	1155
1156	1156
1157	1157
1158	1158
1159	1159
1160	1160
1161	1161
1162	1162
1163	1163
1164	1164
1165	1165
1166	1166
1167	1167
1168	1168
1169	1169
1170	1170
1171	1171
1172	1172
1173	1173
1174	1174
1175	1175
1176	1176
1177	1177
1178	1178
1179	1179
1180	1180
1181	1181
1182	1182
1183	1183
1184	1184
1185	1185
1186	1186
1187	1187
1188	1188
1189	1189
1190	1190
1191	1191
1192	1192
1193	1193
1194	1194
1195	1195
1196	1196
1197	1197
1198	1198
1199	1199
1200	1200
1201	1201
1202	1202
1203	1203
1204	1204
1205	1205
1206	1206
1207	1207
1208	1208
1209	1209
1210	1210
1211	1211
1212	1212
1213	1213
1214	1214
1215	1215
1216	1216
1217	1217
1218	1218
1219	1219
1220	1220
1221	1221
1222	1222
1223	1223
1224	1224
1225	1225
1226	1226
1227	1227
1228	1228
1229	1229
1230	1230
1231	1231
1232	1232
1233	1233
1234	1234
1235	1235
1236	1236
1237	1237
1238	1238
1239	1239
1240	1240
1241	1241
1242	1242
1243	1243
1244	1244
1245	1245
1246	1246
1247	1247
1248	1248
1249	1249
1250	1250
1251	1251
1252	1252
1253	1253
1254	1254
1255	1255
1256	1256
1257	1257
1258	1258
1259	1259
1260	1260
1261	1261
1262	1262
1263	1263
1264	1264
1265	1265
1266	1266
1267	1267
1268	1268
1269	1269
1270	1270
1271	1271
1272	1272
1273	1273
1274	1274
1275	1275
1276	1276
1277	1277
1278	1278
1279	1279
1280	1280
1281	1281
1282	1282
1283	1283
1284	1284
1285	1285
1286	1286
1287	1287
1288	1288
1289	1289
1290	1290
1291	1291
1292	1292
1293	1293
1294	1294
1295	1295
1296	1296
1297	1297
1298	1298
1299	1299
1300	1300
1301	1301
1302	1302
1303	1303
1304	1304
1305	1305
1306	1306
1307	1307

Imagem 11. Detalhe do manuscrito usado para distribuir cortes entre dois dos operadores de micrótomo

Recomendação Ergonômica: requisito funcional de distribuição automática de casos entre os funcionários do laboratório, considerando o volume de trabalho dos 3 tipos de exames executados no Lab_Anatomia e as escalas semanais dos funcionários.

5.4.5. A informação nos *rabiscos*

Ao enviar um pedido de exame histopatológico, o médico do paciente deve informar ao patologista a localização exata do fragmento de tecido do paciente enviado para análise. Muitas vezes não basta uma descrição verbal.

Figura 13. Esquema de marcações na ficha da paciente para colo de útero

É o caso, por exemplo, dos exames de colo de útero, onde o útero é desenhado na ficha, e usada a convenção de horas do relógio para indicar o local da coleta. A peça vem com um alfinete espetado na direção 12h, para permitir ao patologista se orientar. O **exame macroscópico** depende dessa informação. A figura 13 ilustra o desenho da ficha e a marcação com alfinete.

Este fato levou à constatação de que a ficha em papel não é substituível pela digitação dos dados nela contidos, pois algumas informações nela contidas não são verbais.

Recomendação Ergonômica: inseriu-se um requisito funcional que prevê o acompanhamento de uma imagem digital da ficha junto ao exame do paciente no sistema de informação a ser desenvolvido.

5.4.6. Comunicação

A comunicação informal verbal é a dominante entre os setores do Lab_Anatomia. Esse meio vem sendo eficiente devido ao tráfego estar atualmente centralizado em figuras-chave da instituição, com muitos anos de casa. No entanto, em situações de troca de pessoal, a comunicação informal pode causar graves prejuízos na eficiência da equipe. Além disso, verificou-se problemas de relacionamento entre equipes devido a falta de meios para a formalização de solicitação de tarefas (ver seção 5.4.4).

Recomendação Ergonômica: inseriu-se o requisito funcional que prevê a formalização da comunicação entre os funcionários, sem hierarquia organizacional como inibidora de envio. O requisito se concretizou, no design conceitual, com a ferramenta *Mensageiro*, que permite ao usuário enviar tarefas aos outros usuários. Estas tarefas ficam pendentes em sua *Lista de Pendências* (seção 5.4.7), até que seja executada pelo funcionário solicitado.

5.4.7. Rastreamento de responsabilidades

Atualmente são utilizados códigos que vão sendo introduzidos nas lâminas e nas fichas dos pacientes e que distinguem o responsável pela

manipulação do caso durante as fases de produção do exame. Por exemplo, o operador de micrótomo responsável pelos cortes histológicos de um certo caso escreverá sua inicial na lâmina do paciente. Considerando que essas lâminas são arquivos vitalícios, e que erros de procedimento podem ser encontrados 10 anos mais tarde, como se resgatará o responsável apenas com uma inicial, sem ter que recorrer à busca do histórico nos Recursos Humanos do Lab_Anatomia? Considere-se ainda a manipulação de um caso recente, mas por um funcionário novato: qual será o tamanho de sua curva de aprendizado até que todas as iniciais e siglas documentadas sejam identificadas e apreendidas?

Recomendação Ergonômica: A questão levou ao requisito funcional de controle de entrada, operação e saída de casos por usuários. No design conceitual, o requisito gerou uma ferramenta, a *Lista de Pendências*, que se integra com os requisitos que definiram o *Mensageiro* (seção 5.4.6). A *Lista de Pendências* gerencia as tarefas sob responsabilidade daquele operador, seja ela uma tarefa da rotina, gerada pela distribuição automática do sistema de informação, ou uma tarefa solicitada por um outro colega através do *Mensageiro*.

Além disso, verificou-se a necessidade de se garantir que a inserção dos dados estava sendo realizada pelo operador escalado para o caso, o que se deu através da inserção de um requisito funcional de verificação entre o *login* do operário e o caso que ele está manipulando no sistema de informação.

5.4.8. Múltiplas redundâncias

O laboratório utiliza-se de procedimentos que garantem múltiplas redundâncias de informação como medida de segurança e controle do erro. Entre essas múltiplas redundâncias, cita-se o fato de o registro presente na ficha e no material do paciente serem conferidos em cada tráfego de um setor para outro no Lab_Anatomia.

Observou-se a necessidade de se garantir que o processo de informatização não aboliria este procedimento de segurança.

Recomendação Ergonômica: a partir da prerrogativa de que todos os setores que manipulam o caso do paciente possuem um terminal de acesso ao

sistema de informação, provido de leitor de código de barras, e que todos os materiais serão etiquetados com este código, incluiu-se um requisito de restrição operacional na ferramenta *Lista de Pendências* sobre a maneira como o operador dá baixa nos casos sob sua responsabilidade. Esta restrição recomenda que, a partir do reconhecimento do operador através de seu *login* no sistema, a baixa dos casos sob responsabilidade do operador seja feita através da leitura do código de barras das lâminas sob sua responsabilidade, caso a caso. Após a baixa do caso, o sistema executa a distribuição automática de tarefas do setor responsável pela fase posterior do processo de geração do exame. Esses casos seguem, então, para a *lista de pendências* dos funcionários disponíveis e escalados no próximo setor. Se o caso não for entregue ao próximo responsável, o controle de fluxo pode ser feito utilizando-se a ferramenta *Mensageiro*, e assim por diante.

O controle gerado pelo próprio grupo foi recomendado devido à existência de forte cooperação entre as tarefas e no contexto organizacional, observada na análise da atividade.

5.4.9. Comprometimento e motivação

A estratégia de diminuir a taxa de erro através do controle por código de barras já havia sido parcialmente implantada na tentativa de informatização anterior para os casos de Papanicolaou. Resquícios da estratégia se encontravam no uso de etiquetas de código de barras para identificar os exames de Papanicolaou, coladas nas lâminas e nas fichas das pacientes. Ao chegar à Digitação, no processo de Emissão de Laudos, essas fichas são digitadas por estagiários, cuja primeira tarefa é informar ao software de digitação de laudos o número do exame.

O código de barras é uma estratégia de segurança, pois permite que o estagiário insira o número do paciente usando o leitor de código de barras, evitando, assim, erros de identificação. No entanto, os estagiários não utilizam o leitor para inserir esta informação. Preferem digitar o número do paciente. Uma das justificativas para isto é a falta de sensibilidade dos leitores, o que torna mais conveniente a inserção via teclado. Isto se justifica pela agilidade em que os dados

são inseridos no sistema, em cerca de 1,5' por exame. O ato de pegar o leitor e forçar a leitura até que o sistema reconheça o código de barras é incompatível com este pequeno tempo despendido com cada caso. E como os estagiários trabalham por produção diária, a motivação é finalizar a tarefa o quanto antes.

Conseqüentemente, os erros de digitação chegam a 8% do total. Exclui-se desse número os erros que foram filtrados pela conferência prévia dos laudos já impressos, feita pelo responsável da equipe de estagiários. Esta conferência, além de representar gastos de insumo (os laudos com erros são jogados fora), não estimula a atenção do estagiário na inserção dos dados corretamente.

Recomendação Ergonômica: O projeto de informatização, ao prever um terminal por funcionário, permitiria que os próprios responsáveis pelo processo de exame incluíssem no sistema de informação os dados relevantes, extinguindo, assim, o trabalho de digitação do laudo. A equipe de Digitação seria responsável apenas pela inserção dos dados pessoais do paciente, durante o processo de Recepção, dando origem à **ficha digital do paciente** que seria preenchida ao longo do processo nos terminais espalhados pelo Lab_Anatomia.

Se o processo levaria a diminuição da taxa de erro a níveis aceitáveis pela direção, por outro levaria ao corte de pessoal no setor de Digitação. O fato levou a um esforço de realocação de pessoal para evitar cortes.

5.4.10. O Controle do grupo

Ao final de cada dia de trabalho, o citotécnico responsável pela análise de Papanicolaou descreve sua produção diária no **controle de produção** (Figura 14). Este controle é uma ficha individual, mas está localizada em uma pasta coletiva localizada na Sala dos Citotécnicos .

Além de permitir o controle de produção pela coordenação, observou-se que essas fichas provocam um efeito no grupo. Como as fichas de todos estão dispostas numa mesma pasta, visíveis a qualquer um que a manipule, a eficiência pessoal passa a ser uma média do grupo, de uma forma implícita. Conseqüentemente, o fato de esse controle ser público pode estar sendo positivo

para controlar o equilíbrio da produção geral, já que se observa uma cultura organizacional fortemente estabelecida em relação ao grupo (corporativo e cooperativo).

Nome:		Horário:		Mês:
DIA	ROTINA	REVISÃO RÁPIDA	COMPENSAÇÃO	
	<i>No. de leituras do dia</i>	<i>No. de leituras do dia</i>	<i>No. de leituras do dia</i>	

Figura 14. Modelo da ficha de controle de produção de citotécnicos

Recomendação Ergonômica: o sistema de informação a ser desenvolvido substituiria os controles realizados em papel, através da geração automática de relatórios a serem consultados pela diretoria. No entanto, esta constatação introduziu a recomendação de se incentivar meios coletivos de divulgação da produção (ex. murais) a serem convencionados entre a direção e os citotécnicos.

5.4.11. A inteligência situacional

Após serem assinados, os laudos chegam à Expedição para serem registrados e encaminhados às unidades de saúde solicitantes. Este registro é protocolado por lote, em que a equipe de Expedição deve identificar os casos do lote, por unidade de saúde, numa certa data, e definir o tipo de exame que está sendo entregue: citopatológicos, histopatológicos ou imuno-histoquímicos. Para identificar cada exame, utiliza-se cores diferentes de grafia. Os histopatológicos e imuno-histoquímicos são descritos em vermelho, os citopatológicos em azul, e quando o exame foi terceirizado para outra unidade, em preto (Figura 15). O procedimento permite detectar mais facilmente cada tipo de exame, no caso de o posto de saúde solicitar uma revisão.

03/05/2005	— São Lourenço da Serra:	52447-52448,	87560,	12839402
(data)	(unidade de saúde)	(citop.)	(externos)	(histop.)

Figura 15. Esquema de preenchimento do protocolo de expedição

Como os laudos chegam a todo o momento no setor, eles devem ser separados e inseridos no lote correspondente manualmente. O protocolo de expedição (Figura 15) só é preenchido no dia em que a unidade de saúde agenda visita para entrega de material ou retirada de laudos.

Recomendação Ergonômica:

Recomendou-se o seguinte processo de protocolação de laudos, a partir da informatização. Com a chegada do laudo, a Expedição informaria ao sistema, através da leitura do código de barras impresso em cada laudo, de que ele está sob sua responsabilidade. Assim, estes laudos entram na **fila de pendências** do setor. A separação do lote de laudos por unidade de saúde continuaria a ser efetuada manualmente. Com a chegada do portador da unidade de saúde, o funcionário da Expedição solicita ao sistema a lista dos laudos **pendentes** daquela unidade. Automaticamente, o sistema geraria o protocolo de expedição, por tipo de exame, e daria baixa nos casos como expedidos.

Durante a negociação dos requisitos funcionais, a equipe de desenvolvimento sugeriu um requisito funcional que culminaria numa forma alternativa de efetuar a tarefa de protocolar os laudos expedidos. A princípio a solução parecia agilizar o processo, mas desconsiderava o fluxo contínuo de laudos que chegavam ao setor de Expedição, e conseqüentemente engessava a atividade do operador, dificultando-a. Ao serem apresentadas as duas alternativas aos usuários finais, o processo recomendado pela análise ergonômica foi considerado melhor, pois modificava o mínimo possível o processo atual e considerava as restrições situacionais do contexto.

5.5. A AGENDA NA VALIDAÇÃO DO DESIGN CONCEITUAL

A partir da documentação dos requisitos, produziu-se uma solução de informatização que se está concretizando no design conceitual do produto.

A solução de informatização permitiu a geração de protótipos de baixa resolução da interface gráfica do sistema de informação que servirá o sistema computacional interativo. O objetivo desta prototipação era demonstrar aos usuários potenciais as mudanças de processo que ocorreriam a partir da informatização, substituindo o uso exclusivo de gráficos de fluxo, que nem sempre são inteligíveis por leigos.

O instrumento projetado para a validação do design conceitual se baseou na técnica de grupos focais, utilizada com sucesso para a validação das informações coletadas em campo durante o levantamento de requisitos⁴⁶. A técnica de teste de protótipo em papel (de baixa resolução) seria o escopo do grupo focal. A partir da formação de grupos de 2 a 3 pessoas de cada setor consultado no levantamento de requisitos, o moderador apresentaria as mudanças de processo geradas pela introdução do sistema de informação na rotina, utilizando gráficos de fluxo. Em seguida, o moderador deveria apresentar telas impressas em papel que permitissem aos usuários compreender melhor os processos sugeridos, gerando discussões que levassem ao consenso de questões a serem validadas sobre todo o sistema computacional interativo⁴⁷.

A pesquisa se beneficiaria do instrumento de validação em três frentes. Primeiramente, a validação da solução de informatização fecharia um ciclo iterativo no contexto formativo recomendado pela norma ISO 13407 para o design de sistemas centrados no usuário. Em segundo lugar, fecharia o ciclo metodológico da AET, com a aplicação de sua quinta fase (**validação**). E em terceiro lugar, obter-se-ia um índice de verificação da eficiência da agenda de intervenção proposta por esta dissertação.

⁴⁶ Referir-se à seção 5.3.1.

⁴⁷ Para detalhamento do teste, referir-se ao Anexo 3.

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO					
<i>Numa escala de 1 a 5, onde 1 significa pouco e 5 significa muito, dê a sua opinião sobre o processo de informatização do Lab_Anatomia:</i>					
Sobre a Informatização do Lab_Anatomia...	Pouco	Mais ou Menos			Muito
	1	2	3	4	5
1.O quanto você pôde dar a sua opinião sobre o processo de informatização?	1	2	3	4	5
2.O quanto a informatização vai melhorar o seu trabalho?	1	2	3	4	5
3.O quanto a informatização vai aumentar a sua carga de trabalho?	1	2	3	4	5
4.O quanto a informatização vai ajudá-lo na sua rotina?	1	2	3	4	5
5.O quanto você foi informado sobre a proposta de informatização?	1	2	3	4	5
6.O quanto você acha que a informatização vai agilizar o seu trabalho?	1	2	3	4	5
7.O quanto a informatização vai afetar negativamente as relações entre você e os seus colegas de trabalho?	1	2	3	4	5
8.O quanto a informatização vai permitir que você faça a sua rotina com mais tranquilidade?	1	2	3	4	5
9.O quanto a informatização vai contribuir para a confiabilidade (segurança) das suas tarefas?	1	2	3	4	5
10.O quanto a proposta de informatização conseguiu traduzir para o futuro sistema a sua rotina de trabalho?	1	2	3	4	5

Tabela 2. Questionário de Avaliação e Índice de Avaliação da abordagem

Após a aplicação do grupo focal, pretendia-se aplicar um questionário estruturado, baseado na Escala Likert de 5 pontos (Babbie, 2003:213-233), para validar qualitativamente a abordagem defendida nesta dissertação para o processo de requisitos na concepção de sistemas centrada no usuário. (Tabela 2).

O questionário procura responder a cinco metas estabelecidas *ad hoc*⁴⁸. Tais metas, ou critérios de avaliação (descritos abaixo), forneceriam um índice de aproveitamento da abordagem proposta por esta dissertação⁴⁹, a partir do

⁴⁸ Como não chegou a ser aplicado um piloto do questionário, não se validou a relação de variância que justificasse o agrupamento dos itens nos referidos critérios.

escore gerado pela média aritmética dos respondentes em cada item do questionário. As metas são:

a) **Garantir a transparência dos procedimentos de intervenção aos colaboradores.** Índice de aproveitamento: média aritmética entre 4 e 5 para os escores das questões 1 e 5;

b) **Garantir ou aumentar o status de bem estar dos usuários potenciais do sistema.** Índice de aproveitamento: média aritmética entre 4 e 5 para os escores das questões 2, 4 e 8; média aritmética entre 1 e 2 para os escores da questão 7;

c) **Garantir a confiabilidade do sistema sócio-técnico.** Índice de aproveitamento: média aritmética entre 4 e 5 para o escore da questão 9;

d) **Garantir o mapeamento do sistema sócio-técnico para que o futuro artefato possa responder adequadamente à indeterminância gerada pela complexidade.** Índice de aproveitamento: média aritmética entre 4 e 5 para o escore da questão 10;

e) **Garantir a percepção de melhorias que justifiquem o esforço cognitivo e emocional demandado à equipe pelas mudanças propostas na introdução do sistema computacional.** Índice de aproveitamento: média aritmética entre 4 e 5 para os escores das questões 4 e 6; média aritmética entre 1 e 2 para os escores da questão 3.

Após aplicado o questionário com cada participante dos grupos focais, e tendo como meta de aproveitamento o índice definido para cada variável, obter-se-ia um índice de avaliação da agenda de técnicas proposta por esta dissertação.

A aplicação deste questionário dependia da validação da proposta de informatização através da técnica de grupo focal que, por sua vez, dependia da apresentação dos planos de implantação de forma integral aos funcionários.

No entanto, as partes interessadas entenderam que a apresentação do sistema completo ao usuário final iria contra a estratégia de implantação definida *a posteriori*, que pretende informatizar o laboratório em fases. A apresentação do modelo completo do futuro produto, e suas conseqüências organizacionais, a

⁴⁹ Tais metas foram traçadas a partir do ponto de vista da ergonomia da atividade. Dentre a revisão da literatura que influenciou a proposição das metas, destacam-se: Guérin (2001) e Maggi (2003).

todos os usuários potenciais já no início do processo, surtiria, de acordo com as partes interessadas, uma demanda latente entre a base *que poderia atrapalhar* o trabalho da implantação.

Por esse motivo, o instrumento para a validação da agenda não foi aplicado.

5.6. CONSIDERAÇÕES DO ESTUDO DE CASO

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET), possibilita uma análise aprofundada do contexto de uso do futuro sistema computacional interativo, permitindo captar limitações e potencialidades contextuais que não poderiam ser captadas com instrumentos que não consideram a **distinção** entre **trabalho prescrito** e **trabalho real**.

No estudo de caso, considerando que o ambiente de trabalho contempla o gerenciamento de risco, visto que o erro na expedição de laudos pode gerar transtornos ao paciente com câncer, pode-se concluir que, ao mesmo tempo em que o produto deve gerenciar a *indeterminância* do sistema complexo, ele deve ser flexível para admitir que tal *indeterminância* não será esgotada com a formalização dos processos através da informatização.

A análise em situação ainda levantou a questão ética de recomendações que levariam à extinção de postos de trabalho ou à realocação de pessoal: até que ponto a intervenção ergonômica, que contou com a ampla colaboração dos funcionários (usuários potenciais do produto) pode levar constrangimentos a esses colaboradores? Esta é uma questão amplamente discutida na ergonomia da atividade (ver, por ex., Guérin, 2001) e certamente não será esgotada aqui.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES

O homem... já não é sensível à diversa e descontínua vida das formas. Ele adquire a ilusão da terceira dimensão e do “ponto de vista pessoal” como parte de sua fixação narcísica, excluindo-se assim da consciência de que nós nos transformamos naquilo que contemplamos.

(McLuhan, 2002:34)

Este trabalho abordou o uso da ergonomia da atividade na concepção de sistemas computacionais centrados no usuário a partir do ponto de vista do desenvolvimento iterativo. A abordagem considera o projeto de concepção como uma atividade multidisciplinar, composta por especialistas em usuário, especialistas em computação e especialistas na área de intervenção do sistema computacional interativo a ser concebido. Concomitantemente, obteve-se na revisão da literatura evidências teóricas e experimentais que corroboram para a inserção da ergonomia da atividade em projetos cujo objetivo é informatizar sistemas de trabalho humanos.

Apresentou-se a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e os instrumentos de aplicação disponíveis no escopo da concepção de sistemas computacionais interativos para a intervenção da ergonomia no processo de requisitos e na especificação do produto. Uma agenda de intervenção que busca a interoperabilidade da intervenção ergonômica no ciclo de desenvolvimento foi proposta.

Um estudo de caso em que a agenda de intervenção foi aplicada experimentalmente num projeto de informatização na área médica foi descrito. Seus resultados evidenciaram que compreender o trabalho real, através de uma ampla análise do **contexto de uso**, fornece dados para que o sistema informatizado possa automatizar de maneira mais lúcida procedimentos automatizáveis e identificar procedimentos engessados. Os procedimentos engessados são diagnosticados e apresentados como pontos de restrição que devem ser considerados na avaliação dos requisitos. A abordagem clarifica os limites da eficiência da informatização, em casos em que os gargalos estão na estrutura dos procedimentos. Estas questões se tornaram claras nas recomendações ergonômicas.

6.1. CONTRIBUIÇÕES

Na busca por referências na literatura de IHC (Interação Humano-Computador) sobre a concepção de sistemas computacionais interativos e a importância do contexto de uso para o processo de requisitos, esta pesquisa se deparou com contribuições como as de Hutchins (1995;2000) e Suchman (1990), que se mostraram semelhantes às conclusões que chegaram os autores da ergonomia da atividade 50 anos antes, a partir da obra de Faverge e Ombredane (1958).

Embora o referencial teórico esteja plenamente estabelecido na escola de ergonomia da atividade, sua aplicação para a concepção de sistemas computacionais interativos não se apresenta, na literatura consultada, em interoperabilidade com o ciclo de desenvolvimento desses produtos, que por sua vez se encontra sedimentado e normatizado por padrões de qualidade amplamente aceitos pela indústria de software.

Neste sentido, a contribuição dada por este trabalho é a de esclarecer a viabilidade técnica da intervenção da ergonomia da atividade no processo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos com foco no usuário, através da proposição de uma agenda de intervenção. A agenda buscou esclarecer

como é possível obter interoperabilidade, evidenciando experimentalmente a vantagem de se ter equipes multidisciplinares em projetos estado-da-arte de sistemas computacionais interativos.

6.2. TRABALHOS FUTUROS

Para a continuidade científica desta pesquisa, pretende-se obter informações sobre as rotas de aprendizado dos usuários em sistemas computacionais interativos⁵⁰. Processos de informatização são de especial interesse, visto que além das possibilidades de mensuração cognitiva experimental do aprendizado, estas situações peculiares envolvem a motivação organizacional e pessoal dos envolvidos, podendo se tornar uma fonte de desconforto que deve ser monitorada e analisada. O tema é pertinente no cenário brasileiro atual, em que a maioria da população adulta está excluída da chamada *alfabetização digital*, ao mesmo tempo em que constata que seu trabalho migra rapidamente para situações informatizadas.

Pela manutenção do bem estar das populações de trabalhadores sobre processo de informatização, e como já normatizado pelos padrões de desenvolvimento de software, a equipe de concepção **deve se responsabilizar** não apenas pela acuidade no processo de requisitos, mas pelo acompanhamento posterior de implantação. Além das questões ergonômicas, o foco no usuário também evidencia facilidade no processo de implantação, pois usuários motivados aprendem mais rápido e são fontes de informação que levam a melhorias no produto.

⁵⁰ Este trabalho já se iniciou com a pesquisa que resultou no artigo Benini et al (2005).

6.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quem somos nós diante da tarefa de garantir que as máquinas promovam o bem estar e não constrangimentos ao usuário num mundo cada vez mais eletrônico, interligado, interativo?

Em alguns momentos, vimos nosso trabalho se comparar àquele do *ombudsman*, alguém a serviço da equipe de desenvolvimento, e pago pelo cliente, para ir contra os interesses da equipe de desenvolvimento, e do cliente. Esta reflexão não deixou de ser positiva, e dos argumentos obtidos na análise da atividade surgiu uma relação mútua de respeito que se consolidou em uma equipe multidisciplinar coesa e interoperável.

Assim, acreditamos ter chegado a conclusões satisfatórias dentro do escopo proposto sobre as possibilidades técnicas de intervir, enquanto especialista em usuários, no processo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos, evitando assim correções futuras em produtos que geraram constrangimentos ao invés de eficiência.

Com a crescente velocidade em que se disponibilizam a bom preço, ótima qualidade e imensa variedade os componentes para projetos de meios eletrônicos interativos, a tarefa de conceber esses produtos será, a cada dia, mais intrigante e árdua para aqueles que se preocupam com o bem estar do trabalho humano na era digital.

O desafio está a nossa disposição. Antes de corrigir, especificar. E antes de especificar, conhecer.

REFERÊNCIAS

AMIEL, P. **Ethnométodologie Appliquée**, Éléments de Sociologie Praxéologique. Paris : Presses du LEMA, 2004.

Associação Brasileira de Ergonomia. **Norma ERGBR 1002** - Código de Deontologia do Ergonomista Certificado. Ouro Preto, 2003. Disponível em: <http://www.abergo.org.br>. Última consulta efetuada em 31/08/2006.

BABBIE, E. R. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Belo Horizonte : Editora UFMG, 2001.

BADDELEY, A. Working Memory. In: BOWER, G. A. (ed) **Psychology of Learning and Motivation**. Academic Press, 1974.

BÉGUIN, P.; RABARDEL, P. designing for Instrument-Mediated Activity. **Scandinavian Journal of Information Systems** 12, 2000. pp. 173-190.

BENINI, M. J. et al. (2004) EDITOR MUSICAL: a Case Study of Interface Usability for Children. **IADIS International Conference CELDA'2004**. Lisboa, 2004, pp. 319-326.

BENINI, M. J., Batista, L. L., Zuffo, M. K. (2005) When Marketing meets Usability: The Consumer Behavior in Heuristic Evaluation for Web. **Proceedings of the Latin American Conference on Human-Computer Interaction**. Cuernavaca: Nova York : ACM Press, 2005, pp. 307-312.

BEVAN, N. Meeting User Needs for Quality. **Journal of System and Software**, 49(1), 1999, pp. 89-96.

BEVAN, N. International Standards for HCI and Usability. **International Journal of Human-Computer Studies**, 2001(55), pp.533-552.

BURKHARDT, J-M.; SPERANDIO, J-C. Ergonomie et Conception Informatique. In: FALZON, P. (dir.) **Ergonomie**. Paris : Presses Universitaires de France, 2004, pp. 437-477.

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis : Vozes, 1977.

Cambridge International Dictionary of English. Nova York : Cambridge University Press, 1995.

CAPRA, F. **O ponto de mutação.** São Paulo : Cultrix, 1982.

CARROLL, J.M. (Ed.) (a) **Human-Computer Interaction in the New Millennium.** Nova York : ACM Press, 2001. Introdução.

----- et al. (b). The Development of Cooperation: Five Years of Participatory design in the Virtual School. In: **Human-Computer Interaction in the New Millennium.** Nova York : ACM Press, 2001.

CILLIERS, P. *Complexity and postmodernism: understanding complex systems.* Londres : Routledge, 2000.

CLIFFORD, J. **A Experiência Etnográfica,** Antropologia e Literatura no Século XX. Rio de Janeiro : Editora UFRJ, 2002.

DANIELLOU, F.; BÉGUIN, P. Méthodologie de l'Action Ergonomique: Approches du Travail Réel. In: FALZON, P. **Ergonomie.** Paris : Presses Universitaires de France, 2004, pp. 335-358.

DESCARTES, R. **Discours de la Méthode.** Paris : Garnier-Flammarion, 1992.

DHIR, A. **The Digital Consumer Technology Handbook.** Burlington : Elsevier-Xilinx, 2004, pp. 1-15.

DIX, A. et al. **Human-Computer Interaction.** Harlow, Inglaterra : Prentice Hall, 1997.

DYM, C.L.; LITTLE, P. **Engineering design: a Project-Based Introduction.** Nova York : John Wiley & Sons, 2000.

FALZON, P. Nature, Objectifs et Connaissances de l'Ergonomie. In: **Ergonomie.** Paris : Presses Universitaires de France, 2004, pp. 17-34.

FAVERGE, J.M.; OMBREDANE, A. **L'adaptation de la Machine a L'homme.** Paris : Presses universitaires de France, 1958.

FILGUEIRAS, L. et al. Personas como Modelo de Usuários de Serviços de Governo Eletrônico. **Proceedings – Conferencia Latinoamericana de Interacción Humano-Computadora.** Cuernavaca, México, 2005.

GAONA, H. T. **La antropologia.** Cidade do México : Tercer Milênio, 1999.

GRANGER, G-G. **A Ciência e as Ciências.** São Paulo : Unesp, 1993.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o Trabalho para Transformá-lo: a Prática da Ergonomia**. São Paulo : Edgard Blücher, 2001.

HELANDER, M. **Handbook of Human-Computer Interaction**. Amsterdam; Nova York : North-Holland, 1990.

HOLLAN, J. et al. Distributed Cognition: Toward a New Foundation for Human-Computer Interaction Research. In: CARROLL, J.M. (Ed.) **Human-Computer Interaction in the New Millennium**. Nova York : ACM Press, 2001, pp. 75-94.

HUBAULT, F. Do que a Ergonomia pode fazer a Análise. In: Daniellou, F.(org). **A ergonomia em busca de seus Princípios: Debates Epistemológicos**. São Paulo : Edgard Blücher, 2004, pp. 105-140.

HUTCHINS, E. How a Cockpit remembers its Speed. **Cognitive Science**, vol. 19, pp. 265-88, 1995.

-----, **Cognition in the Wild**. Cambridge, Mass. : MIT Press, 2000.

JACOBSON, I.; BOOCH, G.; RUMBAUGH, J. **The unified modeling language reference manual**. Reading : Addison-Wesley, 1999.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements Engineering: Processes and Techniques**. Chichester, Nova York: J.Wiley, 1998.

KUUTTI, K. Activity Theory as a Potential Framework for Human-Computer Interaction Research. In: **Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction**. Cambridge, Mass. : MIT Press, 1996, pp. 17-44.

LEPLAT, J. Aspectos da Complexidade em Ergonomia. In: Daniellou, F.(org). **A Ergonomia em Busca de seus Princípios: Debates Epistemológicos**. São Paulo : Edgard Blücher, 2004. Pp.57-87.

LÉVI-STRAUSS, C. **O Pensamento Selvagem**. São Paul : Biblioteca Universitária, 1976.

MAGGI, B. **De L'Agir Organisationnel: un Point de Vue sur le Travail, le Bien-Être, l'Apprentissage**. Toulouse : Octarès, 2003.

MCLUHAN, M. **Os Meios de Comunicação como Extensões do Homem (Understanding Media)**. São Paulo : Cultrix, 2002.

MAROTE D'Olim. (org) **Dicionário Francês-Português, Português-Francês**. São Paulo : Ática, 2004

MAYHEW, D. J. **Principles and Guidelines in Software User Interface design**. Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1992.

-----**The Usability Engineering Lifecycle:** a practioner's handbook for user-interface design. San Diego : Morgan Kauffman, 1999.

MEISTER, D. **Psychology of System design**. Amsterdam, Oxford : Elsevier, 1991.

NARDI, B. Activity Theory and Human-Computer Interaction. In: **Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction**. Cambridge, Mass. : MIT Press, 1996, pp. 7-16.

NORMAN, D. **design of Everyday Things**. Nova York : Currency Doubleday, 1990.

NOSULENKO,V.; ROGNIN, L.; PAVARD, B. L'ingénierie Cognitive et les Technologies Spatiales en Russie: Quelques Pistes de Recherche. **Rapport LAAS N°96171**, Toulouse, Maio de 1996, 12p.

OLIVEIRA, R.C. **O Trabalho do Antropólogo**. São Paulo : Editora Unesp, 2000.

PAVARD, B. (dir.). **Systèmes Cooperatifs: de la Modelisation à la Conception**. Toulouse : Octares, 1994.

PREECE, J. et al. **Human-Computer Interaction**. Wokingham; Reading : Addison-Wesley Pub., 1994.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software**. São Paulo : Makron Books, 1995.

ROGALSKI, J. La Gestion de Crises. In: FALZON, P. (dir). **Ergonomie**. Paris : Presses Universitaires de France, 2004, pp. 531-563.

ROBERTSON, S.; ROBERTSON, J. **Mastering the Requirements Process**. Londres : ACM Press, 1999.

ROGNIN, L. **Coopération Humaine et Sûreté de Fonctionnement des Systèmes Complexes:** Diffusion d'Informations, Reconnaissance d'Intentions et Régulation des Activités Collectives. Tese de Doutorado. Toulouse, Université Paul Sabatier (Toulouse III), 1996.

SUCHMAN, L. A. **Plans and Situated Actions**. Cambridge : Cambridge University Press, 1990.

SUTHERLAND, I. E. Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System. **Proceedings – Spring Joint Computer Conference**, 1963.

THEUREAU, J.; JEFFROY, F. (coord). Aide et Cours d'Action: Objet de Conception et Objet d'Analyse. In: **Ergonomie des situations informatisées**: la conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs. Toulouse : Octares, 1994, pp. 13-36.

VEER, G.C.V. et al (ed.). **Cognitive ergonomics**: contributions from experimental psychology. Amsterdam; New York : North-Holland, 1992.

WARD, S. Consumer Behavior. In: BERGER, C. R.; CHAFFEE, S. H. (orgs). **Handbook of Communication Science**. Sage, 1987.

WISNER, A. La Méthodologie en Ergonomie: d'Hier, à Aujourd'hui. **Performances Humaines et Techniques 50**. Toulouse, 1994, pp. 32-38.

-----Understanding Problem Building: Ergonomic Work Analysis. **Ergonomics**, 38(3), 1995, pp. 595-605.

----- **Anthropotechnologie**: Vers un Monde Industriel Pluricentrique. Toulouse: OCTARES, 1997.

-----Questões Epistemológicas em Ergonomia e em Análise do Trabalho. In: DANIELLOU, F.(org). **A Ergonomia em Busca de seus Princípios**: Debates Epistemológicos. São Paulo : Edgard Blücher, 2004. Pp.29-55.

Endereços da Internet Consultados:

<http://www.iea.cc>. Última consulta efetuada em 31/08/2006.

<http://www.usabilitynet.org>. Última consulta efetuada em 31/08/2006.

ANEXOS

ANEXO 1

PESQUISA DE CLIMA MOTIVACIONAL PARA A INFORMATIZAÇÃO DOS SETORES DE LEITURA DE LÂMINAS

1. CORPO DO QUESTIONÁRIO⁵¹

Informatização do Lab_Anatomia⁵²

Este questionário visa coletar informações para que o projeto de informatização do laboratório responda adequadamente às necessidades da equipe. Você não precisa se identificar.

Seus dados serão tratados sigilosamente. Este questionário será manipulado apenas pela equipe de desenvolvimento da POLI USP, responsável pelo projeto de informatização, de acordo com a Norma ErgBR 1002 (Código de Deontologia do Profissional de Ergonomia Brasileiro).

1. Você usa computadores em suas atividades de lazer e/ou trabalho?

☐ Nunca.

☐ Raramente. Em quais situações? _____

☐ Frequentemente. Em quais situações? _____

2. Suponha que ao invés da ficha em papel o preenchimento dos dados do exame do paciente, durante a leitura da lâmina, fosse feito com a ajuda de um computador.

Neste caso, além de manipular o microscópio, você teria que manipular um mouse e um teclado, e utilizar uma tela para visualizar as informações, que estaria ao lado de seu microscópio. Nesta situação, você acha que o seu trabalho seria:

☐ Mais eficiente

☐ Menos eficiente

☐ Não sei.

3. Você trabalha em outro laboratório exercendo a atividade que realiza no Lab_Anatomia?

☐ Sim

☐ Não

* Se Não, vá para a questão 6 *

4. Você utiliza computadores neste outro laboratório?

☐ Sim

☐ Não

* Se Não, vá para a questão 6 *

5. Em quais pontos você acha que o computador influencia (positiva ou negativamente) no seu trabalho? Por quê? _____

5. Obrigada por responder a esse questionário.

Se você tem mais alguma observação a fazer, por favor escreva-a aqui.

⁵¹ Impresso para os usuários em corpo 12.

⁵² O nome do laboratório onde foi aplicado o estudo de caso foi omitido, e em seu lugar utilizou-se o nome fictício "Lab_Anatomia"

2. RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO RESPONDIDO POR CITOTÉCNICOS E PATOLOGISTAS EM 16/03/2006

2.1. Perfil dos Patologistas

- 4 respondentes
- Muita familiaridade com computadores, para atividades de lazer e trabalho, de mineração de banco de dados, busca de referências teóricas, atualização, elaboração de documentos expositivos, etc.
- Todos trabalham em outra instituição realizando a mesma atividade, mas nenhum em situação informatizada.
- A idéia de uma situação informatizada no ambiente de trabalho inclui:
 - agilidade de inclusão de dados e sua mineração (busca do histórico, consulta ao seguimento do paciente);
 - mais autonomia de conclusão do laudo (atrasos causados por digitação, conferência e redigitação);
 - grande temor em relação à quantidade de terminais para input dos dados (deve haver uma máquina por patologista, ou o trabalho será menos eficiente) efeitos da tentativa de informatização anterior;
 - dificuldade de digitação (lenta) atrasará o trabalho no começo (considerar período de adaptação);
 - necessidade de equipe ágil de manutenção das máquinas.

2.2. Perfil dos Citotécnicos

- 24 respondentes
- 3 declararam nenhuma experiência com computadores.
- O uso eventual se dá no trabalho (em outro laboratório) e para lazer, em casa (Internet). O uso freqüente é em casa e no trabalho (outro laboratório), para pesquisa de referências e produção de material.
- Quanto à percepção da situação de informatização, a rejeição ou temor em relação à queda de produção ou ao uso concomitante do computador com o microscópio está diretamente relacionado à experiência anterior do respondente com computadores (não usuário ou usuário ocasional).
- 6 respondentes declararam que o computador diminuirá a eficiência de seu trabalho. Desses, todos possuem experiência eventual ou nenhuma experiência com computadores, e não os utilizam ao trabalho.
- 6 respondentes declararam que o computador aumentará a eficiência de seu trabalho. Todos trabalham em algum outro laboratório em situação informatizada (n=4) ou usam computadores em casa com freqüência (n=2).
- Dos respondentes que usam computadores ocasionalmente ou freqüentemente, e que não têm opinião sobre os efeitos da informatização, todos apresentaram boas expectativas e inclusive sugeriram soluções de implantação.
- A percepção da situação informatizada se resume em:
- praticidade

- necessidade de treinamento da equipe para uso concomitante do microscópio e do computador
- inadequação da bancada; necessidade de mudanças na mesma para suportar monitor, teclado e mouse
- necessidade de ventilação extra para resfriar o ambiente (que esquentará devido às máquinas);
- estafa cognitiva (cansaço no trabalho) apareceu associada à situação informatizada, assim como perda de produtividade, vinculada a usuários que declararam não usar computadores;
- agiliza o trabalho; impossibilidade de usar concomitante com microscópio
- usabilidade para agilidade do trabalho: certamente mais eficiente
- aumento da rastreabilidade, aumento da responsabilidade do profissional, acarretando acúmulo de tarefas
- necessidade de um programa eficiente para agilizar preenchimento do laudo
- qualquer tentativa de melhoria no trabalho é bem vinda
- queima etapas, diminui a burocracia e agiliza entrega dos laudos; duplica o serviço, aumentando a responsabilidade
- consulta aos setores antes da implantação, retorno financeiro em caso de aumento das responsabilidades/tarefas.

ANEXO 2

RESUMO DO PADRÃO DE DOCUMENTAÇÃO VOLERE⁵³

1. O PROPÓSITO DO PRODUTO

1a. O problema do usuário ou histórico do projeto

Descrição do trabalho e da situação que levou ao esforço de desenvolvimento.

1b. Objetivos do Produto

A real razão para que o produto seja desenvolvido.

2. CLIENTE, CONSUMIDOR E OUTRAS PARTES INTERESSADAS

2a. O cliente (patrocinador, dono do produto desenvolvido)

Nomear o cliente.

2b. O consumidor (aquele que comprará o produto)

Descrever o consumidor.

2c. Outras partes interessadas

Outras pessoas ou instituições afetadas pelo produto ou que possuem informações que contribuirão para a construção do produto.

3. USUÁRIOS DO PRODUTO

3a. Categorias de usuários

Listar os potenciais usuários finais ou operadores do produto, contendo descrições relevantes, como: tarefas realizadas, nível de experiência, etc..

3b. As prioridades dos usuários do produto

A cada categoria de usuário definida no item 3a., traçar um ranking em que se priorizará usuários em: usuários-chave; usuários secundários e usuários não relevantes.

4. REQUISITOS DE RESTRIÇÃO

4a. Restrições da Solução

Especificar soluções que já são mandatórias. Se possível, descrever porque a solução é mandatória.

4b. Ambiente de Implementação

Descrever o ambiente físico e tecnológico em que o produto será instalado.

4c. Aplicações de Parceiros

Descrever as aplicações que externas, pacotes comerciais ou aplicações pré-existent no ambiente de instalação com as quais o produto deverá interagir.

4d. Softwares Comerciais

Descrever os COTS que podem ser usados para implementar requisitos do produto.

4e. Ambiente de Trabalho esperado

Descrever as características do ambiente de trabalho em que o produto será usado que podem afetar a especificação.

4f. Tempo de desenvolvimento do Produto

Descrever prazos já estabelecidos ou janelas de oportunidade de mercado.

⁵³(tradução de Robertson; Robertson, 1999:353-391)

4g. Verba financeira do Projeto

Descrever a verba do projeto, expressa em dinheiro ou recursos disponíveis.

5. NOMEANDO CONVENÇÕES E DEFINIÇÕES

Compilar um dicionário de termos utilizados na especificação dos requisitos.

6. FATORES RELEVANTES

Descrever sistemas e atividades que podem afetar a análise de requisitos.

7. PRESSUPOSIÇÕES

Listar pressuposições de especificação e construção dos desenvolvedores.

8. O ESCOPO DO PROJETO

8a. O Contexto de Trabalho

Usar diagramas de contexto para identificar o trabalho que será investigado.

8b. Distribuição do Trabalho

Descrever o trabalho a ser informatizado em eventos de negócio.

8c. Fronteiras do Produto

Produzir diagramas de caso de uso para cada evento de negócio mapeado. Cada caso de uso deve possuir um número de identificação, uma descrição e um critério de validação.

9. REQUISITOS FUNCIONAIS E DE DADOS

9a. Requisitos Funcionais

Descrever as ações que o produto deve exercer. Cada requisito funcional deve possuir um critério de validação (ver seção 8c).

9b. Requisitos de Dados

Especificar o assunto/problema/objetivos/entidades/classes essenciais para que o produto germine. Modelos do tipo first-cut, de objeto ou de domínio são usados para a descrição.

10. REQUISITOS DE LOOK AND FEEL

Especificar a visão que o cliente tem sobre a aparência do produto.

11. REQUISITOS DE USABILIDADE

11a. Facilidade de Uso

Descrever metas de facilidade de operação do produto pelo usuário final.

11b. Facilidade de Aprendizado

Descrever metas de facilidade de aprendizagem do produto.

12. REQUISITOS DE DESEMPENHO

12a. Requisitos de Velocidade

Especificar o tempo disponível para realizar determinadas tarefas. Isto se refere freqüentemente a tempos de resposta, ou à habilidade do produto em se adequar ao ambiente de uso.

12b. Requisitos Críticos de Segurança

Quantificar o risco percebido e possíveis danos causados pelo produto.

12c. Requisitos de Precisão

Quantificar a acuidade desejada para as respostas do produto.

12d. Requisitos de Confiabilidade e Disponibilidade

Quantificar a confiabilidade necessária ao produto. Isto se expressa em tempo suportado entre falhas, ou à taxa total de erro suportado.

12e. Requisitos de Capacidade

Especificar a capacidade solicitada de processamento e o volume de dados a ser armazenado.

13. REQUISITOS OPERACIONAIS

13a. Ambiente Físico Esperado

Especificar o ambiente físico em que o produto irá operar.

13b. Ambiente Tecnológico Esperado

Especificar os equipamentos necessários para a operação do produto.

13c. Aplicações de Parceiros

Descrever outras aplicações com as quais o produto deve interfacear.

14. REQUISITOS DE PORTABILIDADE E MANUTENÇÃO

14a. Facilidade de Manutenção

Quantificar o tempo necessário para fazer determinadas alterações no produto

14b. Condições para a Manutenção do Produto

Especificar ciclos esperados de lançamento do produto.

14c. Requisitos de Portabilidade

Descrever em quais plataformas ou ambientes o produto deve ser instalado.

15. REQUISITOS DE SEGURANÇA

15a. Confidencialidade do Produto

Especificar quem está autorizado a acessar o produto, e em quais circunstâncias.

15b. Requisitos de Integridade de Arquivo

Especificar a integridade requerida para banco de dados do produto.

15c. Requisitos de Auditoria

Especificar a quais verificações de auditoria o produto está subordinado.

16. REQUISITOS CULTURAIS E POLÍTICOS

Descrever requisitos específicos a fatores políticos, sociais e culturais que afetam a aceitação do produto. Relevante para desenvolvimentos destinados a países estrangeiros.

17. REQUISITOS DE LEGISLAÇÃO

17a. Jurisdição

Especificar sob quais jurisdições o produto se enquadra.

17b. Padrões

Especificar se o produto se enquadra em padrões de qualidade, referenciando-os.

18. ASSUNTOS EM ABERTO

Descrever os assuntos que surgiram ao longo do levantamento e análise dos requisitos, como fatores de incerteza que podem representar significativa diferença ao produto.

19. SOLUÇÕES COMERCIAIS

19a. Soluções Comerciais Prontas

Descrever soluções disponíveis no mercado que se adequam aos requisitos.

19b. Utilização de Componentes Prontos

Descrever os componentes que podem ser reutilizados no produto.

19c. Benchmarking

Citar soluções similares do mercado.

20. NOVOS PROBLEMAS

20a. Novos Problemas no ambiente de uso

Descrever como o produto pode afetar o ambiente de instalação.

20b. Efeito em Sistemas Instalados

Descrever possíveis efeitos em sistemas já instalados no ambiente de uso.

20c. Efeito nos usuários existentes

Detalhar qualquer reação adversa a que podem ser submetidos os usuários.

20d. Limitações do Ambiente de Implantação

Descrever problemas potenciais da solução trazida pelo produto.

20e. Geração de Novos Problemas

Identificar situações fora do escopo de ação da equipe desenvolvedora.

21. TAREFAS

21a. Cronograma de Desenvolvimento

Detalhar do ciclo de vida e da abordagem que será usada no desenvolvimento.

21b. Fases do Desenvolvimento

Especificar as fases do desenvolvimento e o ambiente de operação.

22. CUTOVER

22a. *Listar as atividades de cutover e um cronograma de implementação.*

22b. *Listar as informações que devem ser alteradas ou traduzidas.*

23. RISCOS

23a. *Descrever os riscos de desenvolvimento*

23b. *Descrever planos de contingência*

24. CUSTOS

Descrever os recursos a serem disponibilizados para o desenvolvimento.

25. DOCUMENTAÇÃO DO USUÁRIO

Descrever um plano de implementação da documentação de usuário

26. SALA DE ESPERA

Descrever os requisitos que não foram incluídos no produto na fase de negociação, mas que devem ser considerados em versões posteriores do mesmo.

ANEXO 3

MODELO DE TESTE DE VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE PROTÓTIPO EM PAPEL

1. ROTEIRO DE APLICAÇÃO

O teste será aplicado em 7 sessões, cobrindo os seguintes processos que o sistema de informação abrange:

- (1) Equipe de Recepção;
- (2) Equipe de Digitação;
- (3) Equipe de Laboratório – Exame Macroscópico;
- (4) Equipe de Laboratório – Processamento Técnico;
- (5) Equipe de Laboratório – Leitura de Lâminas (patologistas e citotécnicos);
- (6) Equipe de Laboratório – Arquivo;
- (7) Expedição

Este roteiro apresenta um dos 7 testes, o que será aplicado na Equipe de Recepção⁵⁴.

1.1. Instruções Gerais

A aplicação do teste de protótipo em papel tem o objetivo de verificar a consistência do mapeamento do modelo mental dos usuários presente na especificação do produto a ser desenvolvido. Portanto, a estética da interface gráfica não deve ser analisada. Os voluntários submetidos ao teste devem ser informados sobre esse objetivo, para que ajudem o moderador a encontrar as respostas que procura.

O moderador deve envolver os voluntários na atividade lúdica de se imaginar manipulando o sistema real. Utilizar a técnica de grupo focal.

Alguns processos foram alterados devido à introdução do sistema informatizado. Os voluntários devem ser informado sobre tais mudanças para compreender as figuras que serão apresentadas.

Siga o roteiro a seguir para aplicar o teste.

1.2. Roteiro para Teste na Equipe de Recepção

1. Cumprimente e agradeça.

2. Explique o teste: Este teste tem o objetivo de avaliar se a equipe responsável pela informatização do laboratório conseguiu traduzir todas as atividades realizadas na Recepção. Os projetistas propuseram alterações nos processos que vocês realizam na rotina de trabalho, que eles acham que poderá ajudar.

Seu objetivo é me ajudar a verificar se estamos caminhando para um produto que realmente irá ajudar na rotina. Para isso, nós vamos apresentar telas de mentira do sistema, em papel. Não se preocupe com a aparência das telas. Elas ainda vão mudar bastante. Lembre-se de focar sua análise nos processos que envolvem a sua rotina diária.

⁵⁴ Este Anexo contém apenas a descrição do teste para a Recepção. Os demais (5) testes foram suprimidos por utilizarem-se no mesmo modelo.

Aqui estão canetas e post-its que vocês poderão usar sempre que quiserem para propor mudanças nessas telas.

3. Apresente as mudanças específicas do setor: Com a ajuda do fluxo de atividades anexo ao teste, explique as mudanças do processo no setor do voluntário.
4. Comece o teste. Imagine que a primeira tela que você veria ao entrar no sistema seria essa...

Seqüência de telas a seguir: 1, 2, 3, e 4.

1.3. Telas⁵⁵

A interface de usuário é intitulada "RECEPÇÃO" e possui uma barra de navegação superior com os seguintes botões: "Receber novo caso", "Imprimir etiquetas", "Registrar caso", "Ver pendências" e "Mensageiro".

O formulário principal, "Receber Exame", contém os seguintes campos e elementos:

- Título: "Receber Exame"
- Informação: "Número exame: B06-105.496"
- Campos de entrada: "Digite o Nome paciente:" seguido de um campo de texto.
- Campos de entrada: "Dado secundário" (menu suspenso) seguido de um campo de texto.
- Campos de entrada: "Quantos Frascos?" seguido de um campo de entrada numérica.
- Botões de ação: "Cancelar", "Imprimir Etiquetas" e "Finalizar sem Imprimir".

Figura 16. Tela “Receber novo caso”

⁵⁵ As telas serão apresentadas aos usuários em papel A4 ou A3, dependendo do tamanho do grupo, em 4 cores.

RECEPÇÃO

Receber novo caso

Imprimir etiquetas

Registrar caso

Ver pendências

Mensageiro

Receber Caso: Histórico

Encontrei no Histórico 2 pacientes que parecem ser Maria Aparecida Carvalho. Algum dos casos abaixo é o seu paciente?

☐ B05-105.496 Maria Aparecida Carvalhi [Ver detalhes](#)

☐ B04-105.496 Maria Aparecida Carvallo [Ver detalhes](#)

Não é o mesmo paciente

Vincular exame ao paciente selecionado

Figura 17. Tela “Buscar histórico do novo caso”

RECEPÇÃO

Receber novo caso

Imprimir etiquetas

Registrar caso

Ver pendências

Mensageiro

Imprimir Etiquetas

Passe o leitor de código de barras ou digite o número do exame

Número exame:

Figura 18. Tela “Imprimir Etiquetas com código de barras para material e ficha do caso”

RECEPÇÃO

Receber novo caso

Imprimir etiquetas

Registrar caso

Ver pendências

Mensageiro

Registrar Caso

Passe o leitor de código de barras da Ficha

Figura 19. Tela “Entrada para Digitação dos Dados da Ficha”

RECEPÇÃO

Receber novo caso

Imprimir etiquetas

Registrar caso

Ver pendências

Mensageiro

Digitar Dados

Anexar Documentos

Controle de Qualidade

Número exame: B06-105.496

Nome paciente: Maria Aparecida Carvalho

Nome da Mãe: Benedita de Carvalho

Campo com os Dados da ficha (frente)

Cancelar

Finalizar

Figura 20. Tela “Digitação dos dados da ficha”

112

Figura 21. Fluxo da rotina de trabalho a partir da informatização