

Explicitação do conhecimento tácito: um estudo de caso no setor industrial

Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto¹

Resumo

Este estudo utilizou a tarefa simulada como uma ferramenta para auxiliar a explicitação do conhecimento tácito na tarefa de inspeção de produtos. Para o desenvolvimento da competência nas tarefas de inspeção, foram efetuadas duas fases: a primeira consistiu na coleta de dados da análise da tarefa e na análise dos resultados; e a segunda consistiu no treinamento visual. No primeiro momento, investigaram-se os principais fatores do rendimento visual, a fim de auxiliar na construção da competência em tarefas de inspeção visual. Foi fundamental para este estudo o apoio dado pelo Laboratório do Institut für Psychologie da Rheinisch Westphalische Hochschule-Aachen, na Alemanha. A simulação da tarefa de inspeção permitiu avaliar algumas questões envolvidas na tarefa visual, como a correta localização da região onde os defeitos não foram detectados. Com a simulação da tarefa visual, foi-nos possível também obter dados importantes sobre o comportamento individual dos inspetores.

Palavras-chave: psicologia do trabalho; ergonomia; conhecimento tácito; inspeção visual

¹Doutora em Engenharia de Produção pelo ESP/Universidade Federal de Santa Catarina, professora adjunta da Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (lucia.demec@ufpr.br).

Explicit statements of the tacit knowledge: a study of case in the industrial sector

This study used simulated task as a tool to help making explicit a tacit knowledge of product inspection. The development of competence in inspection task was made in two stages: the first one consisted in collecting data of the task analysis and result analysis; the second one was the visual training. Initially, the main factors of visual performance were investigated, in order to help the construction of the competence in visual inspection tasks. The support given to us by the "Institut für Psychologie" Laboratory, in the Rheinisch Westphalische Hochschule-Aachen, in Germany, was crucial for this study. The inspection task simulation let us evaluate some questions involved in the visual task, such as the correct position of the region where the defects weren't detected. With the inspection task simulation, it was also possible to obtain important data about the individual behavior of the inspectors.

Keywords: work psycholog; ergonomics; tacit knowledge; visual inspection

1. Introdução

Este estudo tem como objetivo o desenvolvimento de métodos de análise da tarefa a ser aplicado em situação que envolva diretamente o conhecimento tácito do operador, que em geral não pode ser explicado. Nestas situações, cabe ao operador adquirir esses conhecimentos através de suas habilidades, produzindo e melhorando as suas competências para a atividade. Uma vez a tarefa bem sucedida, ela estará tão integrada no comportamento do operador, que este acaba não tendo mais consciência de seu mecanismo e se torna incapaz de expressá-lo verbalmente ante um observador, encontrando dificuldades em repassá-lo aos operadores novatos. Escolhemos a tarefa de inspeção visual por ser muito utilizada pelas empresas – mesmo aquelas com alto grau de automatização. Pelas características da tarefa, a inspeção visual enquadra-se dentro dos aspectos do conhecimento procedural ou tácito.

Diferentemente de outras situações em que aplicamos a análise da tarefa onde há o predomínio do conhecimento procedural, é possível quantificar através de métodos adequados o rendimento do operador, a fadiga, as posturas, etc. Mas ponderamos que, para se avaliar a "performance" visual em uma atividade de inspeção, primeiramente precisamos compreender como o operador adquiriu o conhecimento perceptivo da tarefa. Verifica-se então, no caso da inspeção visual, a associação das habilidades aos conhecimentos tácitos. Quando um operador possui experiência na atividade, isso acontece porque ele adquiriu um conhecimento tácito, formulado a partir dos conhecimentos explícitos (prescritos na tarefa) e tácitos (no desenvolvimento de sua atividade). Entretanto, falar na aquisição do conhecimento tácito nos conduz ao estudo da aquisição de competências e também à definição de instrumentos que sejam facilitadores deste conhecimento.

Sveiby (1998) argumenta que o conceito de "competência" é muito mais abrangente do que o de "conhecimento". As regras de procedimentos (tácitas), na visão de Sveiby, desempenham um papel vital na aquisição e no aperfeiçoamento das habilidades. Transpondo para o nosso estudo a teoria de Sveiby,

quando o operador exerce a sua atividade de inspeção, ele está testando essas regras e procurando aprimorá-las. Desse modo, as regras estão atreladas aos resultados das ações obtidas na inspeção. As regras se desenvolvem durante a realização ou no aprendizado da tarefa. Quando o indivíduo apresenta o domínio das regras, ele tem a capacidade de mudá-las ou ampliá-las. Esse é o estágio em que a competência se forma, quando o indivíduo “aprende toda a estrutura de regras”, “revê regras pessoais de procedimentos” e se torna “capaz de modificá-las”. Na aplicação do conceito do domínio das regras pelo operador na realização de sua tarefa, Sveiby considera mais apropriado a utilização do termo “competência”. A competência de um indivíduo é formada por cinco elementos mutuamente dependentes: o conhecimento explícito, habilidades, experiências, julgamentos de valor e rede social, Sveiby (1998:42).

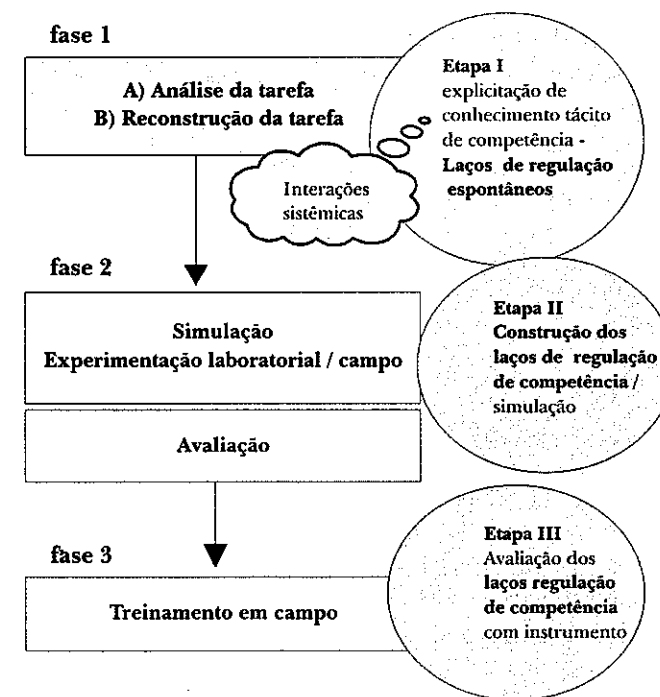
Fundamentados também nos *trabalhos da transposição didática mediada pela simulação* de Samurçay e Rogalski (1998), que consideram a simulação como uma ferramenta adequada para a aquisição das competências nas atividades de trabalho. A aquisição é facilitada de uma parte pela atividade engajada diretamente na situação de simulação e de outra parte pela própria mediação do sujeito. Assim, recorreremos, neste estudo, à simulação como elemento mediador no treinamento das atividades de inspeção por ser ele um elemento capaz de facilitar a aquisição das habilidades dos indivíduos para a execução de uma tarefa. A simulação é sugerida como um instrumento auxiliar de promoção das habilidades de inspeção. E o treinamento da atividade é visto como um processo que envolve instrumentos, operadores e instrutores, organizados de forma a promover nos recursos didáticos de forma a sensibilizar o conhecimento tácito inerte em conhecimento tácito pró-ativo (aquisição de competência) e explícito (conscientização e explicitação da competência). Sob estes conceitos formulamos a nossa proposta de estudo das atividades de inspeção.

O presente estudo das atividades de inspeção visual foi desenvolvido em um trabalho de parceria entre o Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina e o *Institut für Psychologie da Rheinisch Westphalische Technische Hochschule-Aachen*, na Alemanha.

2. Métodos

A análise da tarefa para um sistema informatizado implicou a construção de uma estrutura de análise e de diagnóstico próprios. A nossa proposta compreende três fases distintas: fase 1, a) análise da tarefa na situação real e b) reprodução da tarefa; fase 2, simulação, experimentação laboratorial; e fase 3, treinamento e avaliação. As etapas propostas para o desenvolvimento deste estudo estão representadas de forma esquemática pela Figura 1.

Figura 1 : estrutura metodológica proposta para o estudo das competências nas atividades de inspeção.



2.1. Fase 1

A) *Análise da tarefa - Situação real* - Deve conter o mapeamento das componentes variáveis do sistema industrial. Uma vez que a delimitação do sistema envolve o conhecimento do contexto do qual a tarefa é parte integrante; propomos o levantamento das seguintes variáveis:

- *Do sistema:*

- descrição do ambiente externo, fatores de interação com o meio, ações diretivas das políticas externas, fatores regionais de localização;

- condicionantes externas, políticas ambientais, localização de mercados, fatores culturais, políticos, sociais e econômicos.

- *Levantamento da situação de trabalho:*

Condições ambientais e organizacionais do sistema, incluindo:

- condicionantes internas do ambiente industrial, política industrial, tipo de ambiente industrial, tipo de indústria, legislação, forças sindicais;

- condicionantes de produção, sistema de produção, tecnologia de produção, ritmo de produção, organização do trabalho e ritmos de trabalho;

- condicionantes do produto, projeto, forma, material, peso;

- condicionantes do posto de trabalho, condições ergonômicas do local de trabalho, posturas corporais, adequações de iluminação, ventilação, cheiros, resíduos em suspensão, etc.

- *Descrição da tarefa prescrita e da tarefa executada*, elaboração do roteiro informacional da atividade gerando um modelo do processamento da tarefa visual, através das:

- condicionantes da análise da tarefa, exigências da tarefa, características físicas do produto.

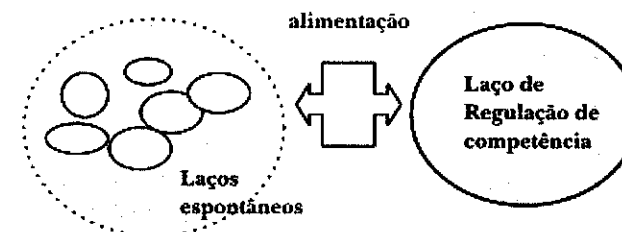
- *Levantamento dos dados dos atores envolvidos* (aspectos perceptuais e físicos); condicionantes dos operadores, condições físicas e psicológicas necessárias.

- *Protótipo mental da execução da tarefa*, com a elaboração do Modelo Mental de cada indivíduo e protocolo verbal da atividade desenvolvida.

B) Reconstrução da tarefa

- Estudo dos laços reguladores espontâneos. O objetivo desta etapa é a explicitação do conhecimento tácito envolvido na formação da competência para as tarefas de inspeção. Propomos a análise e avaliação dos laços reguladores, conforme figura 2.

Figura 2 : elementos iniciais para o estudo das competências nas tarefas de inspeção



O estudo deve contemplar o entendimento dos aspectos da organização, estrutura e processamento, que estão contidos na definição dos elementos do sistema e que podem ser explicitados pelo conhecimento dos seguintes itens: pelo conhecimento dos elementos autônomos dos mecanismos reguladores de alimentação; pelas variáveis em constante mutação, que afetam a estrutura e a forma do sistema; e pelos elementos de desequilíbrio da tarefa.

Visando a construção do sistema simulado o estudo iniciou-se a partir da tarefa visual (situação de referência) a qual foi dividida em sub-tarefas para facilitar a reconstrução simulada da tarefa (RT).

2.2. Fase 2 - Simulação

Nesta fase, é elaborada a tarefa simulada (TS), onde inicialmente deverão ser escolhidos os instrumentos técnicos necessários à produção do programa de simulação: escolha de software, hardware, local, participantes e outros equipamentos necessários ao seu desenvolvimento.

A etapa seguinte é a análise da tarefa simulada, onde são analisados os dados da tarefa prescrita e da tarefa efetiva e os mecanismos de regulação. Após, segue-se o diagnóstico da tarefa simulada com a descrição dos laços reguladores e associação dos fatores de exigência da tarefa aos fatores pessoais dos indivíduos.

Na formulação das exigências da tarefa, deve-se considerar o tamanho do alvo, a distinção das interferências e o número de alvos a serem estabelecidos. Quanto às exigências pessoais, deverão ser tomados os seguintes parâmetros: acuidade visual; experiência; tipo de estratégia do movimento dos olhos; declaração do tipo de estratégia utilizada para a localização das falhas.

No que se refere às estratégias visuais dos indivíduos, deve-se considerar no diagnóstico a maneira como elas foram criadas e se pertencem ao nível consciente ou inconsciente do indivíduo, isto é, se ele tem noção de que utiliza uma determinada estratégia. Recomendamos verificar, também, se os indivíduos conseguem identificar diferentes estratégias pelo grau de rendimento no reconhecimento de falhas, classificando-as como estratégias boas e ruins, ou de maiores e menores rendimentos visuais.

Para a avaliação dos laços de regulação espontâneos, recomendamos a avaliação das estratégias oculomotoras dos indivíduos, que podem ser obtidas por equipamentos apropriados de escaneamento dos movimentos dos olhos.

2.3. Fase 3 - Treinamento

A fase de treinamento envolve as atividades de experimentação laboratorial, experimentação em campo, pré-treinamento, treinamento e avaliação, com os seguintes objetivos:

- aplicação de técnicas para a regulação de aquisição das competências;

- avaliação do laço de regulação do sistema, através da avaliação dos resultados obtidos e da validação das hipóteses formuladas.

3. Resultados

3.1 Estrutura de análise

Após a fase de detalhamento e descrição dos modos operativos da metodologia, objetivou-se a sua aplicação em uma situação de trabalho, no ambiente industrial, obedecendo as etapas propostas.

Os estudos iniciais do sistema de simulação foram divididos em duas fases. Na primeira, identificaram-se as exigências da tarefa. Na segunda, definiu-se o perfil do comportamento da percepção do indivíduo durante a realização da sua atividade. Nos estudos na RWTH-Aachen, apontamos elementos determinantes para a construção da estrutura de análise e de diagnóstico das tarefas visuais, abaixo relacionados:

- *Tempo de inspeção*: Buscando-se uma grande aproximação com o tempo real da tarefa. Os indivíduos normalmente possuem um tempo limitado para a localização dos defeitos nos processos produtivos.

- *Fatores de visibilidade*: A identificação dos fatores de visibilidade das irregularidades que normalmente são determinadas pelo tamanho, cor, brilho, luminosidade, contraste e variações de contorno.

- *Sobre o processo decisório*: Decisão sobre a informação que foi percebida, se está ou não dentro dos critérios pré-definidos. Questionamento sobre as irregularidades formais encontradas pelos indivíduos, se altera ou não a estrutura anatômica, física, ou estética do produto; sobre o momento da decisão, se o produto será rejeitado, ou não, pelo indivíduo.

- *Sobre o rendimento de seleção*: Comparação de resultados pelo grau de evolução do aprendizado na execução das tarefas. Comparações entre indivíduos experientes e novatos.

- *Áreas inspecionadas*: Estas áreas nos fornecem determinadas tendências quanto aos locais de maior privilégio durante a inspeção, preferências pessoais, áreas não inspecionadas, uniformidade ou não no comportamento de inspeção. Propor-

cionando-se uma varredura nas áreas observadas do produto, pode-se concluir, em função do tipo de exigência solicitada na tarefa, as alterações e variabilidades de comportamentos.

- **Complexidade da tarefa:** A análise do tipo de tarefa exigida e o comportamento do escaneamento visual; por exemplo: a localização de irregularidades de forma específica ou genérica de um determinado produto, e as alterações de comportamento do escaneamento visual.

- **Subjetividade formal:** A análise dos fatores subjetivos formais podem afetar o rendimento visual na análise da tarefa. Por isso, o interesse do indivíduo pela tarefa pode ser um fator de motivação para o aumento do rendimento de inspeção. Em contrapartida, a homogeneidade da superfície em determinadas tarefas pode torná-las menos interessantes, desenvolvendo um maior grau de dificuldade da tarefa.

- **Âmbito das causas de erros na inspeção:** Avaliação dentro do sistema de informação sobre a localização das principais causas dos erros na inspeção, fornecidos pelos laços de regulação espontâneo. Kundel, Nodine e Krupinski (1990) dividem os erros em dois aspectos principais: a não identificação de determinadas irregularidades e os falsos diagnósticos. O primeiro refere-se aos *erros de descobrimentos*, quando uma falha ou irregularidade não é enxergada. O segundo refere-se aos *erros de decisão*, quando uma falha ou irregularidade pode até ser vista, mas não é identificada dentro do modelo-padrão determinado.

O estudo da competência das tarefas de inspeção visual foi proposto pelo estudo dos laços de regulação de cada inspetor. São eles: a observação das características do alvo que apresenta o produto a ser analisado (defeito a ser detectado, tais como brilho, contraste, cor, luminosidade e tamanho do alvo); análise das condições de acuidade visual dos indivíduos e captação do movimento dos olhos. No presente estudo, foram analisadas informações de indivíduos experientes e novatos em condições normais de visão (para visão normal) ou com uso de lentes corretoras.

O estudo de caso foi possibilitado pelo convênio estabelecido entre o *Institut für Psychologie* e a unidade da Philips em Aachen, do qual já haviam resultado vários estudos. No estudo da demanda, no setor de controle de qualidade da Philips em Aachen, foram identificados alguns aspectos envolvendo o ren-

dimento das atividades de inspeção, surgindo a necessidade de um estudo mais aprofundado que envolvesse considerações a respeito dos resultados obtidos na atividade de inspeção e os aspectos da detecção das falhas no produto, dando oportunidade ao presente estudo das competências visuais.

O objetivo do programa de simulação consistiu em reconstruir as informações da tarefa de inspeção visual, de forma a que se obtivesse um maior grau de similaridade entre a tarefa real e a tarefa simulada. Entretanto, é necessário ressaltar algumas considerações dos pontos positivos e negativos da simulação aplicada às tarefas visuais.

Pontos positivos da simulação

Os principais pontos positivos da simulação aplicada ao estudo da competência das tarefas de inspeção são os seguintes:

- fornece maiores subsídios de conhecimento sobre as variáveis envolvidas na tarefa;
- permite um treinamento oculomotor;
- permite uma mensuração sobre o rendimento individual;
- possui facilidade de aplicação no meio industrial.

Pontos negativos da simulação

Como pontos negativos da simulação no estudo da competência das tarefas de inspeção, encontramos os seguintes itens:

- limitação do meio de apresentação da informação (plano bidimensional);
- a reprodução da imagem real X imagem pixels; apresentam características diferentes.

Os pontos positivos e negativos foram ponderados no desenvolvimento da estrutura de análise. Os pontos negativos, limitantes das formas de representação do objeto real, foram minimizados pela utilização de monitores de alta resolução. Sugerimos que as condições ideais para se reduzir este problema e aumentar o grau de similaridade da tarefa poderia ser melhorada, por exemplo, com a utilização de técnicas de realidade virtual. A nossa proposta procurou, inicialmente, elaborar um sistema de simulação simples e prático, com o objetivo de facilitar

a análise da tarefa e fornecer subsídios necessários e suficientes ao diagnóstico e que seja de fácil reprodução e aplicação no ambiente de trabalho.

Partindo desta base de conhecimentos, o nosso principal ponto de investigação concentrou-se na identificação dos fatores que determinam a competência das tarefas visuais.

- **Condições técnicas:** Com relação às condições técnicas empregadas, faz-se necessário apresentar algumas considerações a respeito. Para aumentar o grau de similaridade da transposição da tarefa, utilizou-se um monitor de alta resolução, de menor radiação. Como as falhas encontradas na superfície vítrea da tela de vídeo da situação real apresentam variações de contraste entre tons do cinza ao preto, pode-se utilizar um monitor de alta resolução monocromático da marca Eizo Flexscan 6500 para realizar as tarefas simuladas, pois, neste caso, não foi necessária a aplicação de cores. A maior variação ocorrida entre os dois meios – do produto e da simulação – refere-se aos índices de reflexão gerado pelo monitor, e de seu brilho, características da formação da imagem por eletrodos das telas de terminais de computadores. Procuramos minimizar esse problema utilizando no fundo da tela um tom de cinza mais escuro, a fim de reduzir o brilho da imagem gerada.

- **Elaboração do cenário da tarefa:** Na etapa de reconstrução da tarefa, os defeitos foram fotografados, catalogados e identificados em tamanho, por pixel, e em cor, por tons de cinza. As imagens das irregularidades do produto foram então reproduzidas no Adobe Photoshop 5.0, permitindo uma flexibilidade na construção das imagens, variações no seu tamanho e no contraste, e possibilitando o uso de 256 tons de cinza. Essas características permitiram a reprodução dos vários tipos de falhas, utilizando-se os contrastes necessários do branco ao preto. Outra vantagem do uso desse software foi a possibilidade de apresentação no sistema Windows. As imagens foram arquivadas e reproduzidas em Visual Basic, para serem mais facilmente manipuladas.

- **Reproduções das falhas:** O programa foi utilizado para transpor os mesmos mecanismos encontrados na tarefa real. Da mesma forma, procurou-se reproduzir todos os tipos de sinais da tarefa, bem como a sua ausência. Na situação transposta no simulador, foram criadas telas que simulavam o produto com ou

sem defeitos, em diferentes localizações, dentro de um período equivalente ao do posto de trabalho, 12 segundos para inspeção de cada tela. As falhas foram então apresentadas em diferentes tamanhos, procurando reproduzir a própria variabilidade de reconhecimento de cada tipo de falha. As falhas variaram em tamanho entre 5 a 10 pixels, com exceção dos "riscos" que variam até 20 pixels na tentativa de reproduzir com a máxima fidelidade a imagem real. As falhas foram estruturalmente apresentadas conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Estrutura de representação dos defeitos

Tipo de falha	Representação da imagem
Bolha	claros pixels envolvidos em um anel escuro
Pedra	pixels escuros desalinhados de forma regular
Estiramento	pixels claros desalinhados de forma irregular
Estiramento com pedra	reduzidos pixels escuros internos e externamente pixels claros
Riscos	suave traço claro com pixels escuros no fundo
Sujeira	diversos pequenos traços escuros, espalhados
Falhas periféricas	manchas claras com bordas escuras

- **Prescrição da tarefa:** A tarefa para a transposição simulada foi prescrita, de forma a atender a todas as etapas desenvolvidas pelos indivíduos durante o reconhecimento da falha na situação real.

A fim de reproduzir a variabilidade e a imprevisibilidade da apresentação dos sinais na transposição da tarefa, o programa apresentou telas com falhas, intercaladas com outras isentas de falhas, dentro da seguinte sequência:

1. Inicialmente, surge a tela a ser inspecionada, contendo ou não falhas, num tempo máximo de 12 segundos. Esse é o período no qual o indivíduo exerce a tarefa, inspecionando a tela. Se for localizada uma falha, ela é marcada pelo "mouse", clicando-se sobre a região da falha.

2. Após essa etapa, uma nova tela é apresentada. Nessa nova tela, o indivíduo decide sobre o conteúdo da tela anterior. A decisão a ser tomada envolve os seguintes critérios sobre a falha:

- a tela está isenta de falhas?
- é uma falha dentro do padrão?
- é uma falha fora do padrão?
- ou é apenas sujeira no produto que pode ser removida com a limpeza?

Buscamos, na elaboração da prescrição da tarefa, a mesma carga imposta pela tarefa prescrita. Na situação real de reconhecimento de falhas, o indivíduo precisa verificar se a falha pode ser corrigida ou apenas limpa, ou o produto deve ser eliminado. Na transposição simulada, essa etapa procura conhecer o processo decisório do indivíduo junto ao reconhecimento das imagens.

3. Na sequência, apresenta-se uma tela com a classificação do tipo de falha, na qual deve ser assinalado o tipo de falha observada. Nessa tela, procura-se verificar os aspectos de competência da memória de curto prazo. O ciclo do programa continua seguindo sempre a mesma sequência.

As mesmas falhas são apresentadas cinco vezes em diferentes posições, procurando-se privilegiar todos os campos da tela, inclusive as bordas. A sequência estabelecida é apresentada para todos os indivíduos de forma idêntica. No final os indivíduos recebem a informação de quantas telas corretas inspecionou.

- *Ambiente da simulação:* Numa primeira etapa, a simulação das tarefas foi realizada em uma sala do Institut für Psychologie da RWTH. A luz natural foi encoberta por persianas para se evitar reflexões sobre a tela do monitor, a fim de se manter sempre o mesmo nível de luminosidade, independentemente das condições externas, que são sempre variáveis.

- *Segmentação da informação:* Utilizada no programa de simulação com dois propósitos: o primeiro como uma estratégia alternativa para se obter informações sobre as regiões inspecionadas, dispensando os equipamentos infra-vermelhos de captação dos movimentos dos olhos, e o segundo com o intuito de induzir uma determinada estratégia oculomotora.

Experimentação laboratorial - fase 1

Na fase 1, são feitos os primeiros testes práticos, executando-se os ajustes necessários no programa, com o número adequado de exercícios, a fim de evitar a fadiga dos indivíduos e a verificação do funcionamento correto do programa e da coleta de dados. Nessa etapa, foram avaliados 11 estudantes (novatos).

Experimentação em campo - fase 2

Antes do início oficial da execução da tarefa, os indivíduos executaram um treinamento durante 5 minutos, para se adaptarem ao computador e aos periféricos, pois no caso dos inspetores a maioria nunca teve contato com esse tipo de equipamento. Após todos os ajustes necessários na fase experimental, foi implantada a fase de coleta de dados com indivíduos experientes (inspetores da fábrica) com o registro dos movimentos dos olhos durante as tarefas simuladas no computador.

Avaliação e seleção das estratégias

Nesta etapa, as estratégias visuais dos inspetores foram comparadas, e analisadas em função do grau de acertos obtidos, do tempo gasto para o reconhecimento das falhas e da correta localização de regiões de reconhecimento das irregularidades da superfície. A grande maioria dos erros cometidos pelos inspetores, em torno de 15%, deve-se ao fato de as falhas se localizarem em regiões não privilegiadas durante a inspeção. Os grandes saltos dados pelos movimentos dos olhos foram responsáveis por cerca de 18% dos erros, ou seja, a grande distância entre os pontos fixados pelo olho encobre as regiões falhas do produto.

A utilização de modelos grosseiros de observação, isto é, modelos sem ritmo, de forma desorganizada, de busca aleatória, é responsável por 22 % dos erros dos indivíduos; esses modelos normalmente produzem poucos acertos.

As curtas fixações desenvolvidas pelos indivíduos em determinados pontos, com uma grande proximidade os mesmos pontos de fixação, privilegiam algumas áreas e reduzem o tempo de inspeção gasto para as demais áreas, não permitindo em alguns casos que o indivíduo completasse o escaneamento total da tela, o que contribuiu em 12% para o não reconhecimento das falhas.

O cansaço pela execução da tarefa em frente ao terminal de vídeo proveniente do brilho e luminosidade da tela e o tempo de duração da tarefa, em torno de uma hora, contribuem para a redução da concentração dos inspetores durante a realização das tarefas, e em 15% para o aumento dos erros dos indivíduos.

3.2. Treinamento como instrumento de aquisição do conhecimento tácito

Fase 3- Após a definição das metas, o programa de treinamento é testado de modo experimental, para a averiguação de sua eficiência. Os resultados são comparados ao desempenho de indivíduos novatos, em duas fases: primeiramente sem orientação, e posteriormente com treinamento oculomotor.

O programa de treinamento é posto em prática, tendo participado desta etapa 78 inspetores da Philips Glasfabrik-Aachen nas próprias instalações da fábrica, os quais executaram as duas etapas do programa de treinamento. Na primeira etapa, foram registrados os dados provenientes da inspeção livre: os inspetores executam a tarefa prescrita pelo programa no terminal de vídeo. As falhas representadas no programa procuram apresentar um maior grau de fidelidade formal e de dificuldade da tarefa real do posto de inspeção.

Na opinião geral dos inspetores, estes consideraram que a representação das pedras e bolhas no programa se assemelhava em muito com as da tarefa real, havendo também um consenso de que as falhas simuladas representando as "tensões" possuíam um menor grau de semelhança com o seu original na tarefa real. Isso se deve ao fato de que "tensões" originais se assemelham, na maioria das vezes, a um pequeno ponto brilhante e, infelizmente, não foi possível representar essas condições num monitor de vídeo.

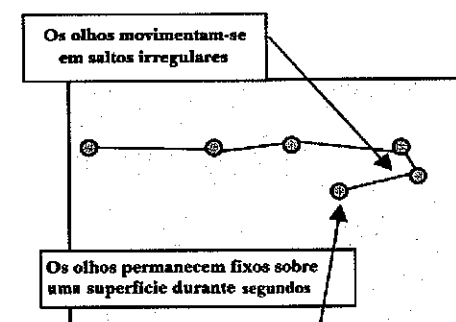
No resultado global da inspeção livre na simulação, das 50 telas com defeitos, foram identificadas em média 35 telas, isto é, uma média de 64,6% de reconhecimento. As telas sem defeito foram praticamente identificadas por todos os operadores.

Observou-se que os melhores resultados de identificação das falhas simuladas são provenientes de operadores com mais de um ano de experiência na tarefa de inspeção. Com isso concluímos que a tarefa de inspeção constitui um trabalho difícil, cujo sucesso depende de uma longa prática. Após o término dos exercícios de reconhecimento de inspeção livre simulada, os inspetores foram questionados sobre o tipo de estratégia utilizada para a execução da tarefa prescrita. A maioria dos inspetores responderam que procuram desenvolver as mesmas estratégias utilizadas no posto de inspeção, mas as diferenças do meio em que se apresentou a tarefa simulada foram as responsáveis pelos insucessos, sendo ressaltada principalmente a falta das faixas de luz existentes na mesa e o formato do monitor, diferente do produto inspecionado.

3.3 Etapa de esclarecimento do funcionamento do movimento dos olhos durante a realização da tarefa de inspeção

Nesta etapa, foram oferecidos aos operadores, individualmente, esclarecimentos a respeito do funcionamento do movimento dos olhos durante a execução da atividade de inspeção, ou seja: demonstração do comportamento do movimento dos olhos, em pequenos saltos não-uniformes, conforme a figura 3.

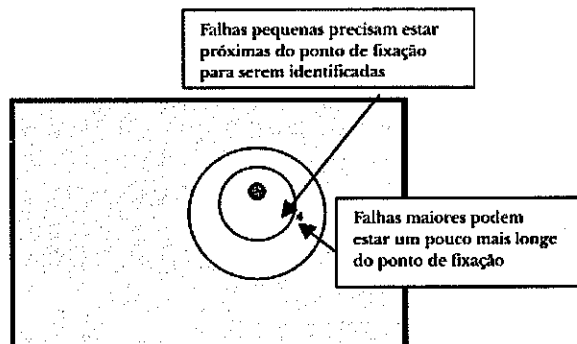
Figura3. Representação do movimento dos olhos no programa de treinamento da tarefa de inspeção.



Também se ressaltou o fato de que somente conseguimos ver claramente um alvo nos pontos de fixação, ou seja, quando o olho está parado. Quando os olhos se movimentam, temos uma visão sem foco; por isso, possíveis falhas existentes sob a região de movimento apresentam menor probabilidade de serem identificadas.

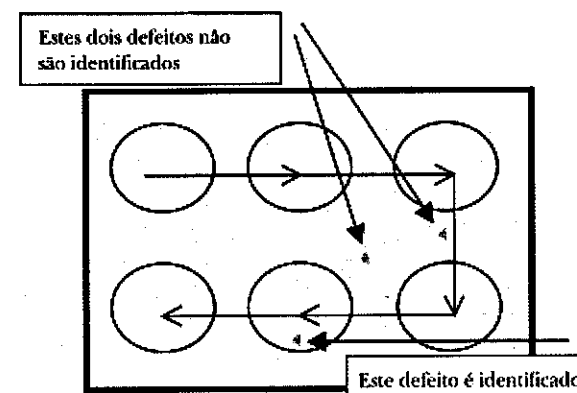
A visão binocular forma um cone de visão ótima em torno de 30°, permitindo assim que se possa enxergar as regiões próximas do ponto fixado, conforme os aspectos físicos da visão. No ponto onde o olho fixa a imagem, tem-se a imagem nítida; quanto mais afastado um alvo estiver desse ponto, pior será a sua nitidez. Procurou-se demonstrar este conhecimento de forma gráfica, por meio de um pequeno exercício no computador, apresentando distâncias diferentes de reconhecimento de pequenas ou grandes falhas, a partir do ponto fixado pelo olho, conforme ilustra a figura 4.

Figura 4. Quadro ilustrativo das distâncias relativas de identificação de diferentes tamanhos de falhas.



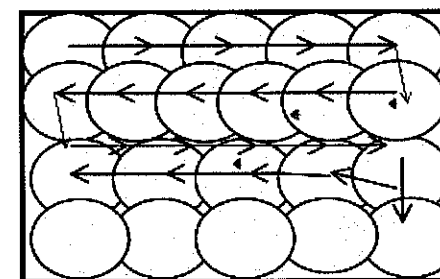
Foi proposto um exercício, demonstrando a situação acima descrita, definindo os pontos de fixação dos olhos sobre a tela simulada, como ilustra a figura 5.

Figura 5. Demonstração de fixação dos olhos sem a identificação dos defeitos.



Sugeriu-se como estratégia para a identificação de todos os tamanhos de falhas, um espaçamento homogêneo entre os pontos de fixação dos movimentos dos olhos, resultando numa cobertura completa da tela, conforme apresentamos na figura 6.

Figura 6. Divisão dos pontos de fixação do movimento dos olhos, garantindo uma completa varredura da superfície de inspeção.

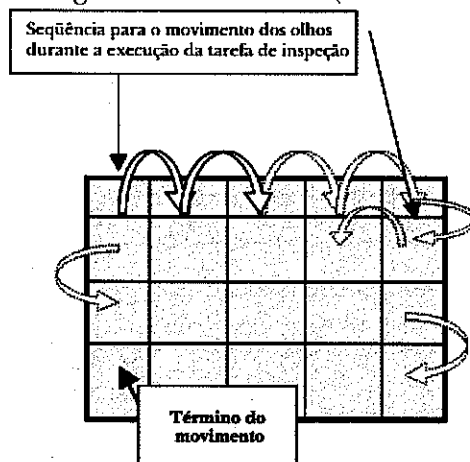


3.4 Inspeção orientada

Após a orientação do funcionamento dos movimentos dos olhos e da apresentação da divisão dos pontos de fixação do movimento dos olhos, garantindo uma completa varredura da superfície de inspeção, os inspetores desenvolvem a segunda etapa da tarefa de inspeção simulada. Nessa etapa, é sugerida uma inspeção com a condução dos pontos de fixação dos movimentos dos olhos de forma a cobrir toda a superfície a ser inspecionada. Essa estratégia é proveniente do estudo das estratégias adotadas pelos inspetores, através dos dados obtidos do escaneamento do movimento dos olhos. Adota-se o início do movimento à esquerda, no canto superior, de forma linear, percorrendo-se toda a linha até ao final, passando-se para a linha seguinte executando um movimento em sentido contrário ao da linha anterior, e assim sucessivamente, conforme a ilustração da figura 7. No exercício de treinamento, é apresentada uma tela segmentada, cujos retângulos internos cobrem toda a região do campo visual do ponto de fixação do movimento dos olhos, considerando-se uma distância ideal de trabalho de 50 cm, da tela aos olhos do operador.

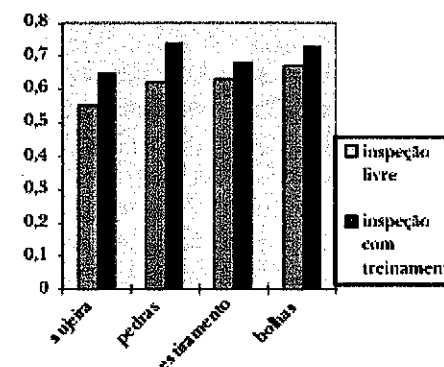
Figura 7. Representação da tela no treinamento oculomotor da tarefa de inspeção

No exercício de treinamento oculomotor, foi feito para fins didáticos um gradeamento da tela (numa malha de 5 colunas



por 4 linhas), sendo adicionado inicialmente um movimento sequencial no contorno do retângulo, de forma a induzir o tempo de fixação, distribuindo os 18 segundos (tempo de inspeção da tarefa real) entre os 20 retângulos, promovendo-se, assim, um treinamento da sequência dos pontos de fixação do movimento dos olhos. Os resultados do reconhecimento de falhas no produto na inspeção livre e na inspeção com treinamento se encontram na tabela 2. Todos os inspetores apresentaram melhoras significativas de desempenho na identificação dos defeitos utilizando o treinamento oculomotor para a execução da atividade.

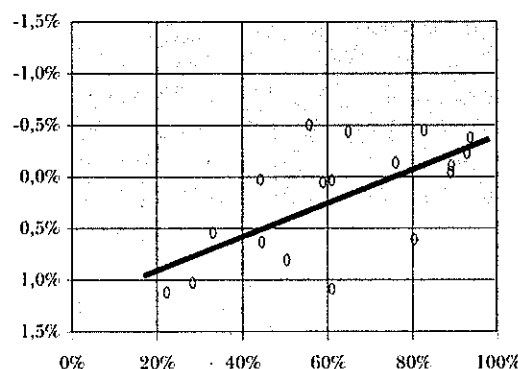
Tabela 2. Performance na inspeção livre e na inspeção com treinamento.



• *Performance no treinamento:* Os dados foram analisados considerando-se os diversos tipos de falhas existentes no produto, os quais podem apresentar distintos graus de visibilidade em função de suas características. Os tipos de falhas analisados foram os seguintes: sujeiras, pedras, estiramento e bolhas – conforme tabela. Os resultados obtidos nas tarefas simuladas, após o treinamento, procuraram contemplar as melhoras nas estratégias oculomotoras. Para verificação da validade dos dados, compararam-se os rendimentos obtidos dos inspetores no seu local de trabalho ao do rendimento obtido na simulação, considerando-se a porcentagem de defeitos identificados e retornos de peças após a inspeção. O coeficiente de correlação encontrado foi de 0,62 para 1% do significativo estatístico, conforme dados da tabela 3.

Tabela 3 - Rendimento de trabalho no posto real versus simulação.

Diferença do valor médio de rendimento no posto de trabalho



Reconhecimento de falhas na simulação

4. Discussão

Os dados apresentados na tarefa de reconhecimento de falhas simuladas com treinamento oculomotor mostraram claramente que os operadores conseguiram melhorar sua "performance" visual em relação à tarefa simulada com inspeção livre. A média de acréscimo de reconhecimento com treinamento oculomotor foi de 5 falhas. Alguns inspetores, que na inspeção livre haviam identificado poucas falhas, obtiveram uma grande melhora dos seus resultados, chegando a índice individual de 50% no acréscimo de reconhecimento. Apenas um dos 78 participantes do treinamento considerou o auxílio da grade como um fator de perturbação e de desatenção na execução da tarefa, e demasiado curto o tempo para a execução da tarefa – menor do que o da tarefa real. Para os demais inspetores, o gradeamento facilitou a tarefa de inspeção, tornando-se muito mais agradável o desenvolvimento da atividade, possibilitando uma melhor concentração na tarefa.

Na opinião dos demais participantes das atividades simuladas, os diversos defeitos simulados – “bolhas, sujeiras e pedras” –

puderam ser melhor identificados na inspeção orientada do que na inspeção livre; apenas as denominadas “estiramento” ou “tensões” foram consideradas como difíceis de serem reconhecidas tanto na inspeção livre quanto na orientada.

As pedras apresentaram os maiores aumentos de reconhecimento, de 62% na inspeção livre para 74% na inspeção orientada. Em segundo lugar vieram as bolhas, com índice de 68% de reconhecimento na inspeção livre e de 73% na inspeção orientada.

Na discussão com os inspetores, três deles sugeriram que o programa de simulação da tarefa de inspeção orientada deveria ser aplicado para os inspetores iniciantes, pois poderia contribuir no aprendizado da tarefa, e sugeriram um redimensionamento no tamanho do gradeamento da tela, de forma a que os retângulos fossem ampliados, a fim de que o movimento dos olhos tivesse um maior grau de liberdade de movimentação. Também foi sugerida uma ampliação de tipos de falhas, de forma a se ter uma maior variedade na tarefa.

As cinco condições facilitadoras para a aquisição da competência, “intenções, motivação, interação, conversão e interrupção”, apresentadas por Nonaka e Takeuchi (1997), puderam ser evidenciadas na simulação, permitindo a descrição dos aspectos relativos ao direcionamento das intenções do operador para atingir as metas de desenvolvimento das tarefas, com o seu envolvimento progressivo com o meio simulado. O envolvimento foi propiciado sobretudo pelo grau de novidade da tarefa simulada, com a aquisição de conhecimento dos aspectos do movimento dos olhos durante a realização da tarefa. Tal fato levou, também, a promover a segunda condição facilitadora: a motivação do indivíduo em desenvolver a tarefa simulada, permitindo-lhe o conhecimento imediato do resultado da tela inspecionada, uma vez que, a cada apresentação de uma tela simulada para a inspeção, após a sua identificação, foi fornecido o resultado da inspeção, se o defeito foi devidamente identificado ou não, ou se a tela era isenta de defeito.

A tarefa simulada, mesmo para os indivíduos “experts”, foi uma experiência nova, estimulando também as interações entre os demais colegas, categorizando-se assim, a terceira condição facilitadora proposta por Nonaka e Takeuchi (1997). A interação contribui principalmente para o levantamento dos aspectos críti-

cos da percepção durante a tarefa, pois os indivíduos sentiam a necessidade de falar sobre a experiência no meio simulado, recordando muitas vezes experiências anteriores ocorridas no posto real de trabalho. As interações contribuíram para a formação de juízos de valores no desenvolvimento da tarefa, e auxiliaram, também, o compartilhamento espontâneo entre os diversos grupos de inspetores: a quarta condição facilitadora da conversão do conhecimento. A tarefa simulada provocou uma interrupção no estado habitual de pensar e enxergar a tarefa de inspeção, criando novos conceitos na realização da tarefa, gerando a quinta condição facilitadora da aquisição do conhecimento.

As condições facilitadoras de aquisição da competência apresentadas no treinamento funcionaram como elementos de extrema importância para o sucesso do método de transferência da competência. Assim, podemos considerar que a ferramenta de simulação aplicada neste estudo foi eficaz, permitindo na tarefa de inspeção visual o uso do método de conhecimento pela tradição, no qual o indivíduo aprende fazendo, método ainda considerado mais produtivo de aquisição do conhecimento por Nonaka e Takeuchi (1997). Podemos, também, considerar a eficácia do método utilizado pela grande participação dos indivíduos no processo de regulação. A simulação da tarefa permitiu a inserção de dois elementos importantíssimos na aquisição da informação: a redundância e a ambigüidade na apresentação dos defeitos durante a realização da tarefa, o que não é possível na aprendizagem da tarefa na situação real.

A situação simulada permitiu desenvolver algumas dimensões da competência no nível das sensibilidades perceptivas e motoras, refletindo-se na intensidade das ações, na evolução dos parâmetros perceptivos e na redução do tempo de inspeção.

Com o auxílio da tarefa simulada, os indivíduos podem desenvolver um conhecimento mais profundo, envolvendo os processos e as relações que determinam as competências, através da formulação antecipada de um diagnóstico e das providências a serem tomadas na tarefa, explicitando as habilidades necessárias para a competência na tarefa de inspeção.

O controle da variabilidade dos sinais na tarefa simulada de inspeção, como nos ensina Gramopadhy (1997), permite a construção de esquemas mentais. Assim, a partir do conheci-

mento dos resultados das ações de inspeção, possibilita ao indivíduo a construção de novos esquemas mentais diante de novas situações. Utilizou-se a alimentação progressiva das informações, na medida em que estas eram absorvidas pelos indivíduos, de forma a facilitar a construção de modelos mentais a serem aplicados na fase seguinte. A alimentação progressiva das informações permite também um espaço para a inserção de questionamentos e a verbalização dos esquemas adotados.

Nos resultados obtidos, pudemos definir como mediadores na situação simulada: a transposição dos elementos da tarefa real, a atividade desenvolvida pelos operadores e a análise das regulações efetuadas no desenvolvimento da atividade. Na construção do programa de treinamento, definimos a decomposição da tarefa em módulos como um elemento decisivo para o bom desempenho dos operadores na tarefa simulada. Esse fato contribuiu para orientar as competências, a fim de atingir os objetivos maiores, baseados principalmente na análise da competência dos indivíduos experientes por meio do estudo das estratégias bem sucedidas, e no estudo da natureza das habilidades perceptivas decorrentes da tarefa de inspeção.

5. Conclusões

A nossa proposta, como se viu, procura fornecer subsídios para a análise das atividades visuais, e contribuir para a formação de competências nessas atividades. Na formulação das recomendações ergonômicas, procuramos contemplar tanto as bases teóricas de análise das atividades de trabalho quanto a sua implementação na prática, contribuindo, assim, para a integração entre a comunidade acadêmica e o setor industrial.

Concluimos, no desenvolvimento desta metodologia, que para o analista não é suficiente verificar resultados de inspeção, ou seja, obter resultados de rendimento e "performance" visual; é preciso ainda, e sobretudo, buscar soluções para que os operadores tenham melhores rendimentos. Este conceito norteou a nossa busca por métodos que possibilitassem um efetivo treinamento das tarefas visuais, com um ganho de aprendizagem

perceptiva. A metodologia apresentada concentrou-se sobretudo nos aspectos da aquisição do conhecimento perceptivo, mostrando um novo caminho para as avaliações ergonômicas.

A presente aplicação também nos elucidou vários aspectos intrínsecos do conhecimento tácito e da natureza da tarefa de inspeção visual, o que de certa forma engrandece o mapeamento desta atividade em termos de definição de cargas cognitivas necessárias ao seu desempenho.

Propiciar ao indivíduo um aumento da sua competência visual implicou na redução de erros durante a execução de suas tarefas, e envolveu variáveis complexas de várias ordens: psicológicas, cognitivas e físicas do operador, além daquelas referentes ao ambiente e à organização do trabalho, ou mesmo o grau de satisfação, motivação e remuneração obtido pelo indivíduo pelo seu trabalho. Assim, também nos deparamos com as variáveis intra-individuais que afetam o indivíduo, alterando o seu comportamento; verificamos que estes aspectos se refletem tanto na percepção do defeito quanto no processo decisório na escolha das estratégias oculomotoras.

A presente aplicação nos mostrou o quanto é desejável e eficaz um treinamento continuado, em que instrutores, aprendizes e operadores experientes trocam continuamente informações, mantendo em constante renovação os laços de regulação da atividade. Acreditamos que esta metodologia poderá ser aplicada no treinamento de operadores novatos, ou mesmo nos casos de alterações na linha de produção, com a introdução de novos produtos. A sua aplicação contribui para que se possa reduzir o tempo de aquisição das habilidades naturais, implementando uma familiarização da tarefa, através do conhecimento antecipado de uma maior quantidade de sinais que devem ser identificados na tarefa, minimizando-se, assim, os erros de inspeção.

Concluimos ainda, neste estudo, que o comportamento construído na execução da tarefa de inspeção varia de acordo com a tarefa a ser realizada, com o meio no qual ela se realiza, e também, sem dúvida nenhuma, de indivíduo para indivíduo. E os elementos de indeterminação na tarefa de inspeção mostraram claramente a diferença entre o trabalho prescrito (determinado) e o trabalho real (efetivamente desenvolvido), que pode ser claramente evidenciada neste estudo.

Referências

BEDENK, B.

Strategien als leistungbestimmende Faktoren bei visuellen Suchaufgaben. Alemanha: Institut für Psychologie der RWTH-Aachen, 1996.

DE KEYSER, V.; NYSSSEN, A.

Improving training in problem solving skills: analysis of anesthetists' performance in simulated problem situations. In: *Le Travail Humain*. Paris, tomo 61, nO 4, p.387-401, 1998.

DE KEYSER, V.; SAMURÇAY, R.

Théorie de l'activité, action située et simulateurs. In: *Le Travail Humain*. Paris, tomo 61, nO 4, p.305-312, 1998.

DRURY, C. G.; GRAMOPADHYE, A.

Visual search in industrial inspection. In: *Visual Search*, ed. David Brogan, Londres: Taylor & Francis, 1990, cap. 27, pp. 263-276.

GRAMOPADHYE, A. K. et al.

The effects of per-lot and per item pacing on inspection performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Elsevier Science B.V. 27, p. 291-302, 2001.

GRAMOPADHYE, A. K.; DRURY, C.G. e PRABHU, P.V.

Training strategies for visual inspection. In: *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, John Wiley & Sons, v.7, 171-196, 1997.

GRAMOPADHYE, A et al.,

The use of advanced technology for visual inspection training. *Applied Ergonomics*, Elsevier Science, v.29, n.5, p.361-375, 1998.

GRAMOPADHYE, ANAND K.; WILSON, K.

Noise, feedback training, and visual inspection performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Elsevier Science, v.20, 223-230, 1997.

GRANDJEAN, E.

Manual de Ergonomia: Adaptando o homem ao trabalho, 4. ed. São Paulo: Bookman, 1998.

GRAU, J.; DOIREAU, P.; POISSON, R.

Conception et utilisation de la simulation pour la formation: Pratiques actuelles dans le domaine militaire, *Le Travail Humain*, Paris, tomo 61, nO 4, p.361-385, 1998.

HELLER, D.; BEDENK, B.; NIES, U.V.

Endkontrolle von Bildschirmen Computer-simulation der Sortierung. Alemanha: Institut für Psychologie-RWTH-Aachen, 1995.

HELLER, D. BEDENK, B. NIES, U.V.

Produktion und Qualitätskontrolle von Bildschirm. Alemanha: Institut für Psychologie-RWTH-Aachen, 1995.

IIDA, I.

Ergonomia, Projeto e Produção. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

KUNDEL, H.L.; NODINE, C.F.; KRUPINSKI, E.A.

Computer-displayed eye position as a visual aid to pulmonary tumor interpretation. Invest Radiol, 1990.

OKIMOTO, M. L. L. R.

Estudo ergonômico das tarefas visuais aplicado à inspeção de produtos industriais.

Florianópolis, 2000. 242 f. Tese (doutorado em Eng. Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

MEGAW, E.D.;

RICHARDSON, J.

Eye movements and industrial inspection, *Applied Ergonomics*. Reino Unido, setembro 1979, p. 145-154.

NONAKA, I.;

TAKEUCHI, H.

Criação de conhecimento na empresa. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SAMURÇAY, R.; ROGALSKI, J.

Exploitation didactique des situations de simulation. In : *Le travail Humain*, Paris, Tomo 61, n4. p 333-359, 1998.

SANTOS, N. dos; FIALHO,

F. *Manual de Análise Ergonômica do Trabalho*, Gênese Editora, 1997.

SVEIBY, K.

A nova riqueza das organizações. Gerenciando e avaliando patrimônios de conhecimento. São Paulo: Editora Campus, 1998.

Recebido: 12/11/02

Revisado: 10/02/04

Aceito: 30/07/04