

APLICAÇÃO DA ANÁLISE DA TAREFA NA EXPLICITAÇÃO DO CONHECIMENTO TÁCITO : UM ESTUDO DE CASO NA INSPEÇÃO DE PRODUTOS

Prof. Dr.Eng. **Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto**

UFPR /DEMEC Centro Politécnico – Cx. P. 19011, CEP 81531.990 -Curitiba-PR
Telefone/fax 361 3240 / e.mail : lucia@demec.ufpr.br

Resumo

Este estudo apresenta uma aplicação da metodologia da “Análise da Tarefa” na construção de uma tarefa simulada, em uma situação específica de inspeção de produto. O foco do estudo centrou-se na utilização da tarefa simulada como uma ferramenta para gerenciar e explicitar o conhecimento tácito dos operadores experientes na de inspeção de produtos.

Palavras chaves : análise da tarefa, inspeção visual, conhecimento tácito

Abstract

This study shows an application of the Task Analysis Methods in the creation of simulated task, in specific situation of the product inspection. The center of this study was simulated task being used as a tool to manage and to explicit the tactic knowledge of experient workers in product inspection.

Keywords: task analysis, visual inspection, tactic knowledge

1. Introdução

Pelas características da tarefa, a inspeção visual enquadra-se dentro dos aspectos do conhecimento procedural ou tácito, que em geral não pode ser explicado. Cabe ao operador adquirir esses conhecimentos através de suas habilidades, produzindo e evoluindo as suas competências para a atividade de inspeção. Uma vez que a tarefa tenha sido bem sucedida, esta se encontrará tão integrada no comportamento do operador, que ele acaba não tendo mais consciência de seu mecanismo e se torna incapaz de expressá-lo verbalmente ante um observador, encontrando dificuldades em repassa-las aos operadores novatos.

Procuramos inicialmente neste estudo promover o aumento da "performance" visual para indivíduos inexperientes. 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 é por que ele adquiriu um conhecimento tácito, formulado a partir

dos conhecimentos explícitos (prescritos na tarefa) e tácitos (no desenvolvimento de sua atividade). Mas isto nos conduziu ao estudo da aquisição de competências e dos instrumentos facilitadores deste conhecimento.

Fundamentados 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. Na qual a aquisição é facilitada de uma parte pela atividade engajada diretamente na situação de simulação e de outra parte pela própria mediação do sujeito.

Recorremos à simulação, neste estudo, como elemento mediador no treinamento das atividades de inspeção, por ser um elemento capaz de mediar e facilitar a aquisição das habilidades dos indivíduos para a execução de uma tarefa. Assim a simulação é então, sugerida como um instrumento auxiliar de promoção das habilidades de inspeção. O treinamento da atividade é visto como um processo que envolve instrumentos, operadores e instrutores, organizados de forma a promover nos recursos didáticos a externalização do conhecimento tácito em conhecimento tácito (aquisição de competência) e explícito (conscientização e explicitação da competência). Sob estes conceitos formulamos 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. Nossa proposta compreende três distintas fases: Fase 1, A) Análise da tarefa na situação real e B) reprodução da tarefa; Fase 2, Simulação, experimentação laboratorial; Fase 3, treinamento e avaliação. As etapas propostas para o desenvolvimento deste estudo estão representadas de forma esquemática pela figura 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 no 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.

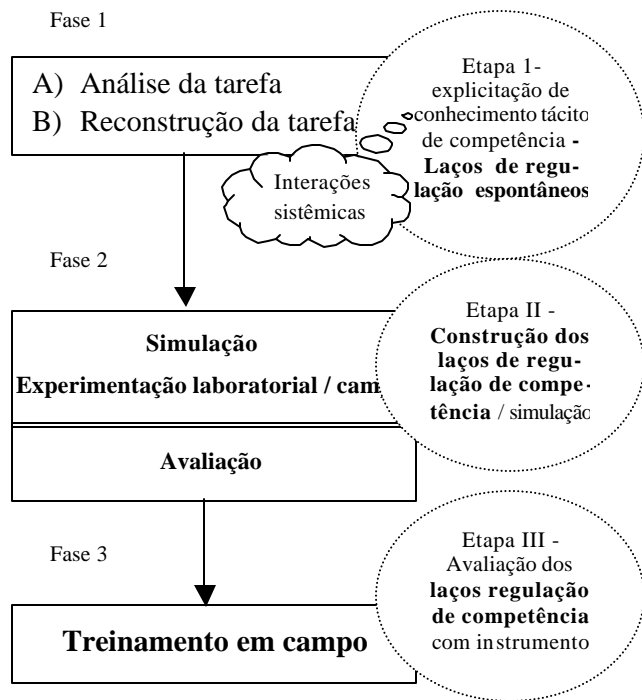


Figura 1. Estrutura metodológica proposta para o estudo das competências nas atividades de inspeção.

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 no 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*, e 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.

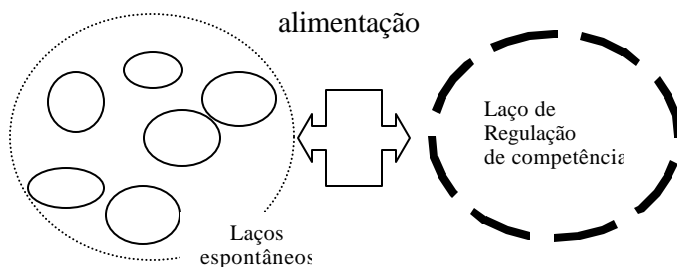


Figura 2. Elementos iniciais para o estudo das competências nas tarefas de inspeção

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; pelos elementos de desequilíbrio da tarefa.

Para a reconstrução da tarefa (RT) visando o sistema simulado, partindo da situação de referência da tarefa visual, dividindo-se em sub-tarefas.

FASE 2 – Simulação

Nesta fase procurar-se-á elaborar 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 (TS), 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 (TS) 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 refere-se às estratégias visuais dos indivíduos, deve-se considerar no diagnóstico 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 regulatórios espontâneos, recomendamos a avaliação das estratégias oculomotoras dos indivíduos, que podem ser obtidas por equipamentos apropriados de escaneamento dos movimentos olhos.

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 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 : a primeira, com a identificação das exigências da tarefa e a segunda com a definição do 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. Proporcionando-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 & 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 rendimento 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 constituiu-se na reconstrução das informações da tarefa de inspeção visual, de forma 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, 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

<i>Tipo de falha</i>	Representação da imagem
bolha	claros pixels envoltos 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 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 seqüência:

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”, sendo clicado 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 seqüência, 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 termo. O ciclo do programa continua seguindo sempre mesma seqüência.

As mesmas falhas são apresentadas cinco vezes em diferentes posições, procurando-se privilegiar todos os campos da tela, inclusive as bordas. A seqüência 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** - A simulação das tarefas foram, numa primeira etapa, realizadas em uma sala do Instituto 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, independente 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 um 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 foram comparadas as estratégias visuais dos inspetores 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 localizarem-se 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 colocado em prática, tendo participado desta etapa, 78 inspetores da Philips Glasfabrik-Aachen, em suas próprias instalações, 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, essas condições não foram possíveis de serem representadas 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 os 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 do 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 desuniformes, conforme a figura 3.

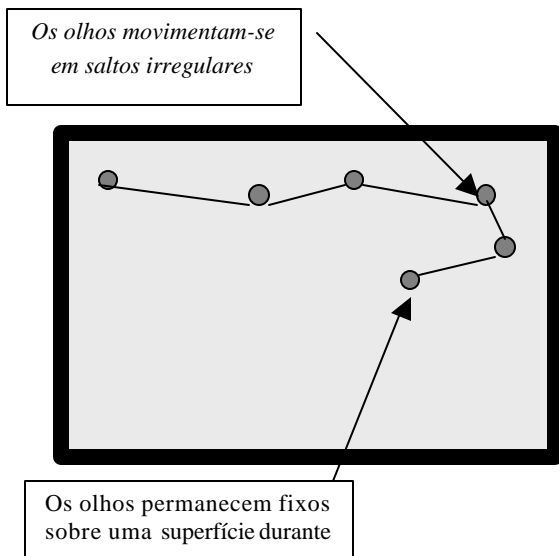


Figura3. Representação do movimento dos olhos no programa de treinamento da tarefa de inspeção.

Também, ressaltou-se 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 desfocada, 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.

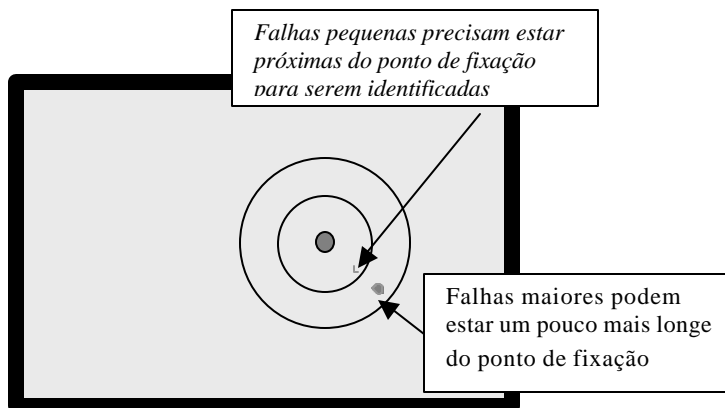


Figura 4 . Quadro ilustrativo das distâncias relativas de identificação de diferentes tamanhos de falhas.

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.

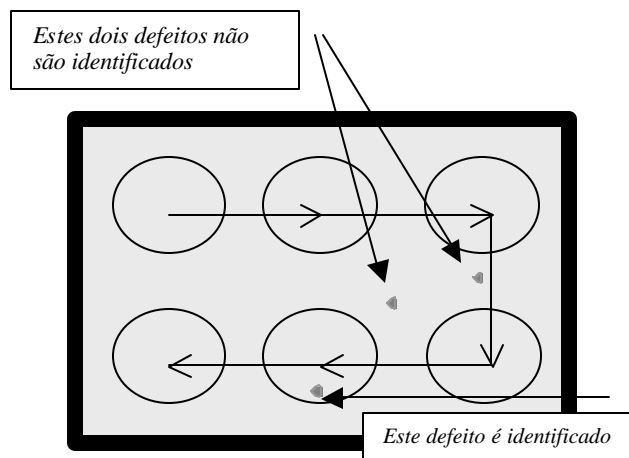


Figura 5. Demonstração de fixação dos olhos sem a identificação dos defeitos.

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.

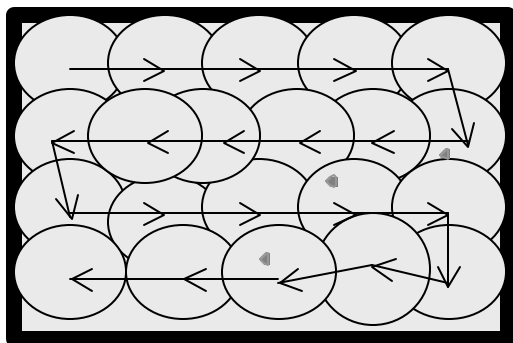


Figura 6. Divisão dos pontos de fixação do movimento dos olhos garantindo uma completa varredura da superfície de inspeção.

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 então, 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, adotando-se o início do movimento á esquerda, no canto superior, de forma linear, percorrendo toda a linha até o 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 uma distância ideal de trabalho de 50 cm, da tela aos olhos do operador.

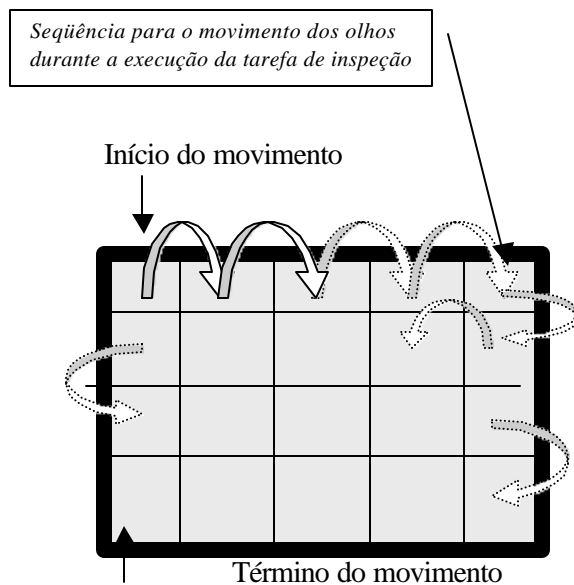
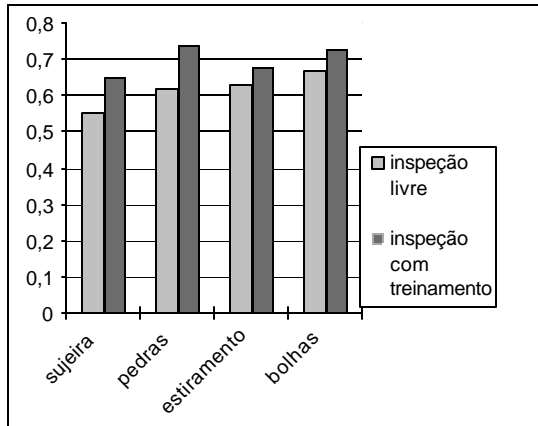


Figura 7. Representação da tela no treinamento oculomotor da tarefa de inspeção.

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 seqüencial 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 também, um treinamento da seqüência dos pontos de fixação do movimentos dos olhos. Os resultados obtidos do índice de reconhecimento da tarefa, foram comparados: todos os inspetores apresentarem melhoras significativas de desempenho na identificação dos defeitos utilizando o treinamento oculomotor para a execução da atividade.

3.5 Rendimento do reconhecimento de falhas no produto

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



- **Performance no treinamento**

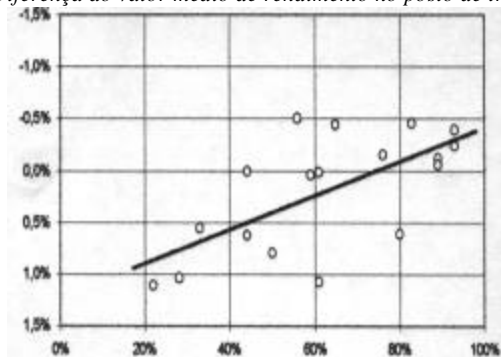
Os dados foram analisados considerando-se os diversos tipos de falhas existentes no produto, os quais podem apresentar distintos graus de visibilidade em função de suas características. Foram considerados na análise os seguintes tipos de falhas: sujeiras, pedras, estiramento e bolhas, conforme tabela .

Os resultados obtidos nas tarefas simuladas, após o treinamento, procurou contemplar as melhoras estratégias oculomotoras, sendo considerados satisfatórios para os tipos de falhas selecionadas e para o meio em que estava sendo realizada a simulação da tarefa.

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 X 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 o tempo para a execução da tarefa muito pequeno, 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, as bolhas com índice de 68% de reconhecimento na inspeção livre e 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 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. Fato que levou, também, a promover a segunda condição facilitadora: a motivação do indivíduo em desenvolver a tarefa simulada, permitindo a ele 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 críticos 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 juízo 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; uma vez que o método de conhecimento pela tradição, o indivíduo aprende fazendo, e é o método mais produtivo de aquisição de conhecimento. Consideramos o método utilizado eficaz, também, 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.

Pelo auxílio da tarefa simulada, os indivíduos podem desenvolver um conhecimento mais profundo, envolvendo os processos e as relações que determinam as competências. Pela formulação antecipada de um diagnóstico e das ações 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 conhecimento 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. E, 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

Assim, a presente proposta 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 sua efetiva implementação na prática, contribuindo assim, para a integração entre a comunidade acadêmica e o setor industrial.

Concluimos pelo desenvolvimento desta metodologia, que não basta apenas ao analista verificar resultados de inspeção, ou seja, obter resultados de rendimento e "performance" visual, mas sobretudo buscar soluções para que os operadores tenham melhores rendimentos. Este conceito norteou as nossas buscas 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. Concluimos com a presente metodologia, que é fundamental para a exteriorização de competências nas tarefas visuais um treinamento sistematizado e orientado para suas metas. A presente aplicação nos mostrou o quanto é desejável e eficaz um treinamento continuado, onde instrutores, aprendizes e operadores experientes, trocam continuamente informações, mantendo em constante renovação os laços regulatórios 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. 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.

6. Referências Bibliográficas

- BEDENK, Birgit. *Strategien als leistungbestimmende faktoren bei visuellen suchaufgaben*. Deutschland : 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*. London, , Taylor & Francis, Edited by David Brogan, Chapter 27, p263-276, 1990.
- GRAMOPADHYE, Anand 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 Willey & Sons, v.7, 171-196, 1997.
- GRAMOPADHYE, Anand et all, The use of advanced technology for visual inspection training. *In: Applied Ergonomics*, Elsevier Science, v.29, n.5, p.361-375, 1998.
- GRAMOPADHYE, ANAND, K; WILSON, Kim. *Noise, feedback training, and visual inspection performance*. In: *International journal of industrial Ergonomics*, Elsevier Science, v.20, 223-230, 1997.
- GRAU,J.; DOIREAU,P.; POISSON,R. Conception et utilisation de la simulation pour la formation: Pratiques actuelles dans le domaine militaire. In : *Le Travail Humain*. Paris, tomo 61, n^o 4 , p.361-385, 1998.
- HELLER, Dieter; BEDENK, Birgit; NIES, Ulli. Visuelle Endkontrolle von Bildschirmen Computer-simulation der Sortierung. Deutschland: Institut für Psychologie-RWTH-Aachen, 1995.
- _____. *Produktion und Qualitätskontrolle von Bildschirm*. Deutschland: Institut für Psychologie-RWTH-Aachen, 1995.
- KUNDEL, NODINE & KRUPINSKI, 1990.
- OKIMOTO, Maria Lucia L. R. Estudo ergonômico das tarefas visuais aplicado à inspeção de produtos industriais. Florianópolis, 2000. 242 f. Tese (doutorado em Eng. Produção). Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina.
- MEGAW, E.D.; RICHARDSON, J. Eye movements and industrial inspection. In: *Applied Ergonomics*. UK. Setembro, p. 145-154, 1979.
- NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka,. *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.