



# CARACTERIZAÇÃO DE UMA AMOSTRA DE PROFISSIONAIS DA ÁREA DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL PARA O ESTUDO DE CONFIABILIDADE HUMANA

Elaine Tavares<sup>1</sup>, Marinilda Souza<sup>1,2</sup> e Camila Pereira-Guizzo<sup>1,3</sup>

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

E-mails: [tavaresarmando07@gmail.com](mailto:tavaresarmando07@gmail.com), [marinilda.lima@fieb.org.br](mailto:marinilda.lima@fieb.org.br),  
[camilarsp@hotmail.com](mailto:camilarsp@hotmail.com)

## RESUMO

Na era tecnológica torna-se cada vez mais propício o desenvolvimento e aperfeiçoamento de ferramentas que auxiliem na redução de falhas humanas principalmente no campo industrial. Este estudo tem como objetivo caracterizar uma amostra de profissionais da área de manutenção industrial para o estudo de confiabilidade humana. Foi analisado o desempenho de 48 participantes sendo estes separados em dois grupos: GE-Grupo dos Experientes (com mais de 10 anos de atuação na atividade) e GN - Grupo dos Novatos (com no máximo 05 anos de atuação na atividade). Os resultados desta pesquisa permitiu identificar as diferenças na trajetória de busca visual entre os grupos dos profissionais: GE – experientes e GN – novatos. As análises das métricas mostraram diferenças entre instante para primeira fixação, tempo de fixação, números de fixações e números de visitas entre os grupos. Conclui-se que o tempo de atuação na atividade influencia na trajetória visual.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos relacionados à confiabilidade humana têm ganhando espaço a cada ano. O artigo “Aplicação do API 770 para Confiabilidade Humana” [1] discute a importância de analisar os fatores humanos que originaram erros de processos, assim como o desempenho de profissionais que trabalham em prol da melhoria de indicadores em geral, subsidiados pelo o API 770 (*Application Programming Interface*, norma). Bem como análise de situações de riscos que possibilitam para indústrias e, por fim, impactos ambientais. Somando-se a isso, estudos que envolvem a melhoria da confiabilidade humana na empresa de refino de petróleo, tendo como base API770 (norma, manual) que possibilitou os avanços dos indicadores de empenho da empresa. Segundo o API 770, a falha ocorre no contexto organizacional, sendo que o erro humano está inserido em um ambiente de trabalho contendo equipamentos, procedimentos, políticas de gestão e interações entre equipes.

A importância da imagem no contexto que envolve a confiabilidade humana com a finalidade de reduzir os erros e dar suporte ao operador para que este desempenhe melhor as suas tarefas o utilizando métodos (como cadernetas que auxiliam a memória)



que envolvem a linguagem visual nos procedimentos padrões na área de manutenção [2].

O estudo “Confiabilidade humana aplicada ao reparo de bombas centrífugas” [3] procurou extrair métodos a partir de conceitos de falha humana e com isso, encontrar soluções para problemas na área de manutenção, procurando reduzir o número de erros, e observando que os motivos que levam ao incidente estão inseridos dentro de um contexto organizacional e operacional, ou seja, a relação entre o operador e o sistema que compõem os processos nas indústrias. Com o objetivo de elaboração de uma nova metodologia, que tem como base a confiabilidade humana, assim como expandir o desempenho e a qualidade dos serviços de manutenção, e com isso reduzir perdas de bombas nos processos de produção, redução do tempo de reparo, diminuição dos custos e aumento da quantidade de equipamentos disponível. As técnicas abordadas foram a Análise de Tarefas (“Task Analysis”) e o método CARNAM (Consensus based Approach to Risk Management) consequentemente os temas redesenho dos procedimentos, identificação das necessidades de formação dos mecânicos e redefinição dos papéis dos executantes e técnicos de manutenção. Fazendo associações às tarefas, o reparo de bombas, e dando ênfase ao executor dos procedimentos.

O artigo “Confiabilidade humana no trabalho” [4] permite entender a relação entre o homem e a máquina principalmente na questão da falha de comunicação entre eles ocasionando o erro, observando que a falha humana está inserida dentro de um conjunto de fatores. Este artigo tem por finalidade demonstrar a importância da ergonomia cognitiva inserida nos contextos operacionais, principalmente no que diz respeito à confiabilidade humana no trabalho, assim como, a busca da redução máxima de falhas em processos industriais através da análise dos motivos que levam a isso e o melhor método a ser utilizado para tais fins, procurando sempre auxiliar o operador com melhores condições de trabalho, para que este o desempenhe da melhor maneira. Este estudo consiste em analisar o modo de produção em uma empresa de laticínios (produtos aromatizados). Este processo é composto por várias etapas, sendo estas: mistura esterilização, envase e embalagem do produto. As máquinas são responsáveis por executar o processo através de operadores que trabalham em toda linha de produção, o que totaliza 21(vinte e um) funcionários. A entrevista semiestrutura aplicada nesta pesquisa consta na organização dos itens descritos árvores de causas da falha humana de [5]. O autor descreve os seguintes itens: deslize, condição ergonômica inadequada, falta de aptidão física e mental, falta de capacidade, falta de informação e motivação incorreta.

A análise do artigo “Noções básicas sobre acidentes de causas de variabilidades” [6] propõe demonstrar uma variedade de ações que impulsiona o acidente, através de fatores que levam ao erro. Além de abordar a falha sob uma nova ótica, procurando entender os motivos que levam ao erro e não mais o erro em si. Os principais objetivos são estudar os modelos de acidentes, assim como a participação do homem no incidente, sob a ótica de que o erro é uma condição inerente ao homem e a partir daí estudar os motivos que levam a ocorrência da falha. Os modelos sequenciais fazem a análise de acidentes sob a ótica de que o acidente é o resultado de uma sequência de eventos e causas, uma vez que eles foram encontrados, pode ser eliminado ou encapsulado efetivamente com o intuito de prevenir futuros acidentes. O modelo epidemiológico analisa o acidente, a partir de uma pesquisa para portadores e condições latentes, assim como indicadores de confiança que tem como base à saúde. Essa pesquisa é para



desvios de desempenho característico, sendo que estes podem ser tanto simples manifestações como complexas. Neste modelo, as defesas e barreiras podem ser postas em prática ou reforçadas para evitar novos acidentes aconteçam ou para diminuir os efeitos. Para o modelo sistêmico, análise é uma busca de dependência incomum e condições comuns, associadas a acidentes. Essa análise é feita por monitoramento que visa detectar qualquer suspeita na variabilidade no desempenho do sistema, sendo esta necessária para os usuários aprender a distinguir o potencial útil e o prejudicial.

✓ Os estudos anteriores chamam a atenção para o desempenho humano na área de manutenção visando melhorar a segurança nessa área. Dentre as diferentes ações que podem ser tomadas, vale a pena verificar os aspectos cognitivos desses profissionais, já que a atenção e a concentração no trabalho são funções muito requisitadas nas tarefas. Nessa perspectiva, o eye tracking ou rastreador ocular (RO) pode ser uma componente chave uma vez que ter boa capacidade de varredura visual, correlaciona-se com hábitos de perceber eventos anômalos e de se obter melhor condução e ação perante aos eventos. O fenômeno da atenção visual tem sido estudado há mais de um século. A definição de eye tracking pode ser entendida como caminho do escaneamento dos olhos ou simplesmente, movimento ocular (fixações e movimentações) [7]. A partir do exame destes movimentos: fixações, dilatação da pupila, piscar de olhos e uma variedade de outros comportamentos, a utilização do eye tracking torna-se uma ferramenta poderosa não somente para registro e análise dos dados coletados, mas, sobretudo, para entender como os usuários “olham” e o que eles fazem com o que olham. Ou seja, as pesquisas sobre a utilização do eye tracking permite entender melhor como os usuários fazem uso da informação coletada através do olhar [8].

Pesquisas realizadas em outras áreas do conhecimento possibilitou identificar as vantagens que o eye tracking poderia impactar no campo industrial, com a finalidade de aumentar a confiabilidade humana (maior chance de êxito em uma tarefa realizada pelo operador em qualquer fase operacional dentre um intervalo de tempo mínimo) e com isso auxiliar na redução de falhas operacionais. Neste sentido, o objetivo do estudo foi analisar as características de profissionais da área de manutenção industrial visando à identificação de dois grupos: experientes e novatos com a utilização da tecnologia eye tracking. Este estudo está associado com uma pesquisa de mestrado [9].

## 2. METODOLOGIA

Para cumprir o objetivo proposto, ao longo do estudo, os seguintes procedimentos foram utilizados: a) questionário para caracterização da amostra; b) a utilização do dispositivo rastreador ocular (*eye tracking*).

A amostra da pesquisa foi composta por 48 profissionais atuantes nas atividades de monitoramento e tomada de decisão em tarefas críticas de manutenção. Os participantes foram divididos em dois grupos: GE - Grupo dos Experientes (com mais de 10 anos de atuação na atividade) e GN - Grupo dos Novatos (com no máximo 05 anos de atuação na atividade).

O questionário para caracterização da amostra é um instrumento elaborado com a finalidade de caracterizar as variáveis dos participantes: Idade, Sexo, Nível Educacional, Profissão, Função, Tempo de Exercício na Profissão, Tempo de atuação na Atividade, Regime de trabalho (turno diurno ou noturno), Carga Horária Semanal.

Após a aplicação do questionário durante a participação desses profissionais de manutenção em cursos de qualificação na instituição, os participantes foram divididos em dois grupos: GE - Grupo dos Experientes (com mais de 10 anos de atuação na atividade) e GN - Grupo dos Novatos (com no máximo 05 anos de atuação na atividade) para realização das análises métricas por intermédio do eye tracking.

O Eye tracking é uma tecnologia de monitoramento do movimento ocular realizado por intermédio de leitores infravermelhos que medem os movimentos relativos da córnea e da pupila por meio de metodologias Físicas e Computacional [10]. A sua análise depende do tipo de estímulo aplicado, neste estudo foi utilizado o modelo Tobii. É um aparelho que grava os movimentos dos olhos do participante quando o mesmo é submetido a determinados estímulos áudio e visual, neste caso específico utilizou-se imagens que retratava o ambiente de trabalho dos profissionais de manutenção industrial.

Para analisar o rastreamento do olhar o sistema utiliza raios infravermelhos e uma câmera que fica incorporada para efetuar o registro do ponto de reflexão e o centro da pupila e assim, a direção do olhar é calculada a partir da distância entre estes dois pontos [11]. Enquanto dispositivo, o eye tracking vem se consolidando pela capacidade de promover experimentos, avanços científicos e inovação tecnológica. A Figura 1 a seguir ilustra o modelo de eye tracking utilizado neste estudo

**Figura 1-** Eye Tracker Modelo Fixo



Fonte: Manual Tobii. Adaptado Souza (2014).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura 1 apresenta os resultados relacionados ao nível de escolaridade da amostra de profissionais da manutenção do grupo de experientes.

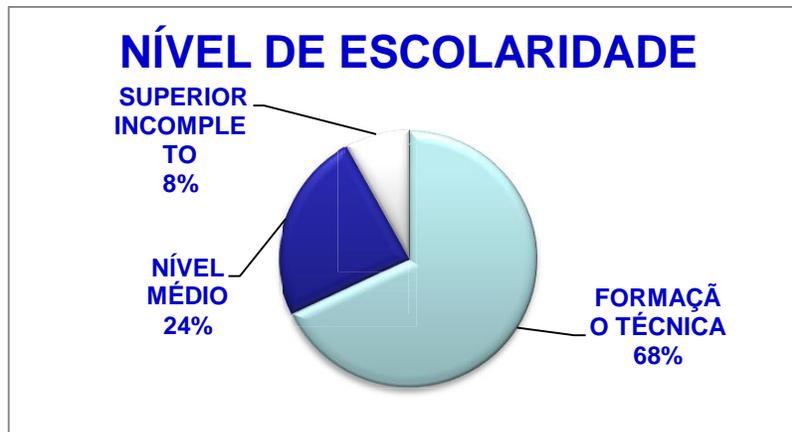


Figura 1 – Frequência relativa dos níveis de escolaridade do G1- Grupo dos Experientes.  
Fonte: Souza, 2014.

Observa-se na Figura 1, que a maioria dos participantes do G1 possui formação técnica. Na sequência, nível médio, e por fim nível superior incompleto. Obtiveram-se respectivamente as seguintes frequências: 68%, 24% e 8%.

Quanto ao Tempo de Experiência e Tempo na Atividade, a Figura 2 a seguir ilustra estes dados.



Figura 2 – Frequência absoluta da experiência profissional média em anos.  
Fonte: Souza, 2014.

Na Figura 3 o tempo de experiência do grupo de profissionais experientes medida em anos, totalizando uma faixa de 16 anos para atuação na profissão enquanto 15 anos de atuação da atividade.

A Figura 3 analise o nível de escolaridade dos grupos de novato.

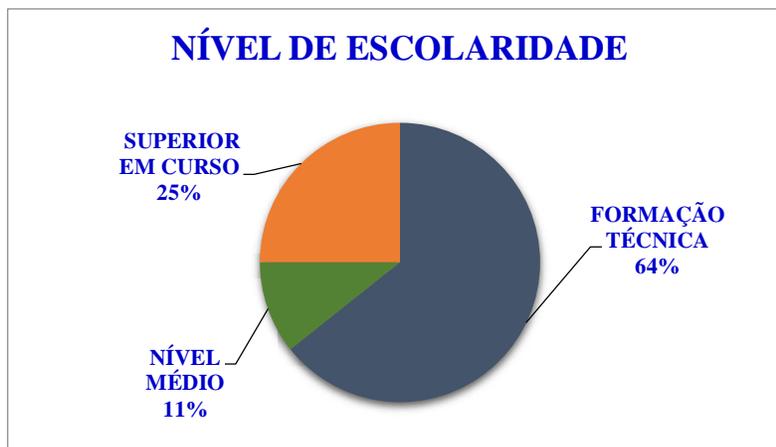


Figura 3 – Frequência relativa dos níveis de escolaridade do grupo G2- Grupo dos novatos.  
Fonte: Souza, 2014.

Observa-se que a formação técnica representa o maior número, na sequência, nível superior em curso, e por fim nível médio como sendo a menor dentre eles. Obtendo respectivamente as seguintes frequências: 64%, 25% e 11%.

Observa-se na caracterização da amostra um paralelo entre os dois grupos (GE-Experientes e GN- Novatos), no qual foram observadas as variáveis: número de participantes, faixa etária, nível de escolaridade, gênero, tempo de atuação na profissão e tempo de atuação da atividade.

Tabela 1: Característica da amostragem.

CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA		
	GE - EXPERIENTES	GN- NOVATOS
NÚMERO DE PARTICIPANTES	27	21
FAIXA ETÁRIA	36 a 63 anos	19 A 33 anos
NÍVEL DE ESCOLARIDADE	68% nível técnico	64% nível técnico
GÊNERO	Masculino	*02 Feminino
TEMPO DE ATUAÇÃO NA PROFISSÃO	16 anos	02 anos
TEMPO DE ATUAÇÃO NA ATIVIDADE	16 anos	02 anos

Fonte: Souza, 2014.

A faixa etária reduziu aproximadamente pela metade em comparação com os grupos (GE-36 a 63 anos e GN- 19 a 33 anos). Ambos os níveis de escolaridade se assemelham apresentando em maior número o nível técnico (GE-68% nível técnico e GN- 64% nível técnico). Em relação a gênero observa-se a predominância do sexo masculino, e duas do sexo feminino no grupo dos novatos. Tanto no tempo de atuação na profissão quanto na atuação na atividade ambos representam 14 anos de variação de um grupo para o outro.

Após a amostra composta, [9] analisou o desempenho dos participantes em tarefas críticas de manutenção com o apoio da tecnologia eyetracking. Os principais resultados do estudo de [9] mostraram que há diferença na trajetória de busca visual entre os grupos dos profissionais: GE – experientes e GN – novatos. As análises das métricas mostraram diferenças entre instante para primeira fixação, tempo de fixação, números de fixações, números de visitas entre os grupos.



As diferenças nos padrões de rastreamento visual também foram demonstradas através das representações gráficas: GazePlot - sequência dos movimentos correspondente à posição das fixações (ponto a ponto) observadas pelo participante durante o experimento; HeatMap – através da diferenciação das tonalidades de cores é possível verificar os pontos com a maior frequência de fixação; e Cluster - é a representação gráfica das áreas com alta concentração de pontos de dados do olhar.

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo permitiu a identificação do perfil de uma amostra de profissionais do setor de manutenção industrial com da tecnologia eye tracking como ferramenta de subsídio na redução de falhas humanas em tarefas críticas. Com este estudo pode-se verificar que o tempo de atuação em determinada atividade influencia na tomada de decisão, isso foi comprovado na análise métrica com a diferença na trajetória entre os dois grupos de profissionais. Este estudo possibilitou identificar as vantagens que o eye tracking poderá impactar no campo industrial, melhorando a confiabilidade humana e com isso auxiliando na redução de falhas operacionais.

#### REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> Marques, F. A. P.; David, A. A. A.; Lima, A. L. Aplicação do API 770 para Confiabilidade Humana. Rio de Janeiro: 4th Latin American Conference on Process Safety, 2012, 12.
- <sup>2</sup> Figueirôa C. L. S.; Souza, M. L. *Confiabilidade Humana: Importância da gestão visual nos procedimentos de manutenção*. Salvador: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **2011**, 11.
- <sup>3</sup> Guedes, S. R., Pimentel, C. F., Filho, C. L. F. Lima, A. R. *Confiabilidade humana aplicada ao reparo de bombas centrífugas*. Salvador: SENAI CIMATEC, **2009**.
- <sup>4</sup> Barros, M. B. (UTFPR) e Prof. Dr. Scandelari, L. (UTFPR). *Confiabilidade humana no trabalho*. São Paulo: XII SIMPEP, **2006**.
- <sup>5</sup> Couto, H.A. (*Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana*), **1996**. In: Barros, M. H. B.; Scandelari, L. *Confiabilidade humana no trabalho: uma Abordagem ergonômica na prevenção da falha humana em um processo de reestruturação Produtiva*. In: SIMPEP, XIII, **2006**, Bauru. Anais.
- <sup>6</sup> Hollnagel E. *Understanding accidents - from root causes to performance variability*. 2002. Disponível em: <http://libra.msra.cn/Publication/50283129/understanding-accidents-from-root-causes-to-performance-variability>, acessado em 20 de outubro de **2012**.
- <sup>7</sup> Duchowski, A. *Eye tracking methodology: theory and practice*. Springer, **2007**, 328.
- <sup>8</sup> Souza, M. L. PEREIRA-GUIZZO, C. S. e SANTOS, A. A. B. O uso do rastreador ocular (eye - tracking) como instrumento de investigação e aplicação na indústria. VIII



Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação, Salvador-Bahia, **2013**.

<sup>9</sup>Souza, M. L. *Atenção e Tomada de Decisão em Tarefas Críticas de Manutenção: Um Estudo de Confiabilidade Humana com a Tecnologia Eye Tracking*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, BA, **2014**.

<sup>10</sup> Tavares, T. F. *Eye Tracking e Fonoaudiologia: teoria e práticas atuais*. New York: Rev Soc Bras Fonoaudiol, **2008**, vol.13,4, 413.

<sup>11</sup>Drewes, H., Schmidt, A. Interacting with the computer using gaze gestures. Paper presented at the INTERACT'07 Proceedings of the 11<sup>th</sup> IFIP TC 13 international conference on Human-computer interaction, Rio de Janeiro, Brasil, 2007. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/>> Acesso em dezembro, 2012.