

ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO INSPEÇÃO ÓTICA EM SUBSTITUIÇÃO AO PROCESSO DE TESTE "IN-CIRCUIT": NA INTELBRAS, SÃO JOSÉ/SC

Leandro da Silva (UNISUL)

toquinhobr@hotmail.com

paulo roberto may (UNISUL)

paulo.may@unisul.br

Charles Irati Barreto da Silva (UNISUL)

charles.irati@intelbras.com.br



O trabalho apresentado teve como objetivo analisar e apresentar o estudo de caso da alteração da tecnologia de testes de placas eletrônicas do teste in-circuit para inspeção ótica, tendo como foco a melhoria no índice de qualidade dos produtos na empresa Intelbras S/A. A fim de tornar possível esse trabalho, foram descritos os métodos de inspeção visual, in-circuit tester (ICT), e Automated Optical Inspection (AOI). Foi realizada a apresentação dos setores de Inserção Automática (SMT) e Montagem de Telefones Sem Fio, dentro da empresa Intelbras S/A. Por fim, foi descrito o estudo que levou a empresa a alterar seu método de testes do teste in-circuit para inspeção ótica. O trabalho apresentado se provou eficaz, comprovando que as máquinas de inspeção ótica apresentaram uma garantia de qualidade superior aos testes in-circuit, detectando defeitos que não seriam detectados com o método anterior.

Palavras-chave: Qualidade. Inspeção Ótica, Processo Produtivo, Tecnologia de Montagem em Superfície (SMT)

1 Introdução

Para os estudiosos da segurança, de forma geral, foi constatado que a segurança é uma das necessidades humanas primárias; posterior apenas às necessidades fisiológicas (Maslow, 1970), ou animais, como alimentar-se, abrigar-se das intempéries e reproduzir-se. Dentro de sua abrangência, uma em especial, a patrimonial, faz-se necessária diante de uma era de grande desenvolvimento e surgimento acelerado de empresas e instituições que estão expostas a inúmeros riscos e perigos. (Centro de Produções Técnicas, 2016).

Além do setor de segurança, o setor de Telecomunicações é um setor de muita importância para o país, já que ele é um dos responsáveis pela comunicação à distância. Com a popularização da internet esse setor perdeu um pouco de força, mas ele ainda apresenta uma economia significativa no seu mercado.

A Intelbras hoje atua nas áreas de Telefonia Residencial, Centrais PABX, Segurança Patrimonial, Equipamentos contra Incêndios, Fechaduras Eletrônicas, entre outros. Hoje ela é líder em praticamente todos os segmentos em que atua: em centrais de PABX, telefones, câmeras, gravadores de imagem e em centrais de alarmes monitoradas, sendo o setor de segurança patrimonial o setor mais rentável da empresa.

Para as equipes de desenvolvimento da empresa, acompanhar essa evolução do mundo da tecnologia é uma tarefa difícil. É sempre necessário estar se atualizando com o que existe de mais novo no mercado, e conhecer sobre novas tecnologias de desenvolvimento para que seus produtos atendam as expectativas do mercado.

Para a área produtiva, cabe receber esses novos produtos, que por sua vez apresentam um aumento crescente na sua dificuldade de manufatura, e produzi-los com qualidade e velocidade suficiente para atender à demanda do mercado.

Com o constante aumento da tecnologia e a exigência pela qualidade cada vez maior, novas tecnologias de produção também precisam ser adotadas. Neste contexto, os testes ICT (*In-Circuit Tester*) já não conseguiam mais garantir a qualidade dos produtos.

Esse modo de testes necessita da existência de regiões no produto projetadas especialmente para receber os contatos que irão permitir o teste, e com o produto mais compacto, denso e sensível, essas regiões tornam-se mais limitadas. No cenário atual, apenas 40% do produto consegue ser testado com essa tecnologia.

Com base nos fatos apresentados acima, esse estudo tem por objetivo avaliar solução para o problema enfrentado:

- O teste ICT pode ser substituído de maneira confiável, garantindo a qualidade dos novos produtos?

1.1 Objetivo geral

Avaliar se o teste de Inspeção Ótica atende às necessidades da empresa e substitui com vantagens o teste ICT.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Descrever os métodos de teste *in-circuit* e Inspeção Ótica;
- Comparar os métodos ICT e Inspeção Ótica, analisando suas vantagens e desvantagens para a utilização na organização em estudo;
- Descrever o processo de implantação do método de testes por inspeção ótica.
- Propor, se necessário, melhorias.

2. Metodologia

Este trabalho é uma pesquisa aplicada, com abordagem quali-quantitativa, sendo que, em relação ao objetivo ela é explicativa, utilizando-se de procedimentos documentais e de estudo de caso.

A unidade de análise será a empresa INTELBRAS, em sua unidade Matriz São José, linha de produção Inserção Automática.

As técnicas utilizadas para coleta e análise de dados foram a Análise documental e a Observação Participante.

Para se usar o método de estudo de caso deve se levar em consideração a compreensão de todos envolvidos no assunto e investigar todos os aspectos que estão relacionados ao caso.

De acordo com Gil (2008, p.54) “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados”.

Godoy (1995) comenta que o estudo de caso consiste em analisar profundamente um tipo de pesquisa cujo objetivo é detalhar um ambiente em uma situação particular. Estudos realizados nas empresas para responder o motivo de ocorrerem as mais determinadas situações. Os dados de um estudo de caso são coletados pelo pesquisador por uma fonte primária ou secundária da própria observação do problema ou em entrevistas, os dados devem ser coletados em pesquisas qualitativas, o que não quer dizer que não possa usar a pesquisa quantitativa, vai depender muito da situação em que vai ser aplicado.

Segundo Yin (2001) a principal intenção em estudos de caso, é atrair esclarecimentos pelo qual mostre motivos para definir quais decisões serão tomadas em um conjunto de motivos, quais resultados foram alcançados e quais decisões foram tomadas e implementadas. Ao investigarmos um fenômeno queremos vida real dentro de um contexto, o estudo de caso é a forma ideal para se pesquisar.

Por isso, entende-se que o método de coleta foi a observação participante, que segundo Yin (2001, p. 116) “[...] é uma modalidade especial de observação na qual o pesquisador não é apenas um observador passivo. Em vez disso, o observador pode assumir uma variedade de funções dentro do estudo de caso”.

De acordo com que diz Campomar (1991):

O estudo intensivo de um caso permite a descoberta de relações que não seriam encontradas de outra forma, sendo as análises e inferências em estudo de casos feitas por analogia de situações, respondendo principalmente às questões por quê? E como?

Segundo Triviños (1995), ao desenvolver um procedimento metodológico de estudo de caso, as decorrências são corretas para o caso que se está analisando. De acordo que o resultado da pesquisa também é relevante para outras situações, com medidas aprofundadas em uma realidade cujo resultado permite encaminhar hipótese e soluções em outras pesquisas com situações similares.

Ao desenvolver uma pesquisa de estudo de caso é preciso que redobre seus cuidados nas coletas de dados quanto no seu planejamento. O propósito do estudo de caso é identificar

possíveis problemas ou fatores que são influenciados ou influenciam em alguns objetos a serem questionados. (GIL 2008).

Esse estudo de caso está buscando modelos para propor melhorias no processo de inspeção de placas eletrônicas no setor de produção com tecnologia SMT, este estudo permitirá pelos seus diversos aspectos envolvidos que futuros profissionais em diferentes empresas semelhantes possam utilizar-se das conclusões deste trabalho.

Além do estudo de caso foi, também, desenvolvida uma pesquisa bibliográfica que segundo Marconi; Lakatos (2010, p.166):

toda a literatura já tornada pública em relação ao tema pesquisado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, periódicos, livros, bases de dados etc. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto.

Para desenvolver esse estudo foi utilizada a própria organização, que serviu como laboratório em sua implantação. Para a obtenção do número de não conformidades ocorridas no setor de SMT, foi utilizado o método de MQA em processos posteriores. Essa coleta foi realizada antes e depois da implantação do método estudado, a fim de se possuir dados numéricos, permitindo demonstrar a evolução do processo com a utilização do novo método.

3. Referencial teórico

3.1 Matriz de qualidade assegurada (MQA)

Pela definição de Seniuk (2016), a MQA é um sistema de priorização das não conformidades de uma planta, fábrica, processo ou posto de montagem, representados em uma matriz. Com ela, é possível identificar diretamente qual o processo que está gerando o maior número de defeitos, facilitando a identificação da origem do problema, e conseqüentemente, permitindo atuar na causa do problema, independente de um índice de defeitos pré-definido.

A matriz é usada para registro de todos os defeitos de um produto, onde todas as oportunidades de falha são registradas. Com isso, é possível saber quais tipos de defeitos ocorreram em determinado dia, ao invés de apenas a quantidade absoluta ou relativa de produtos defeituosos. Além disso, é possível armazenar histórico de períodos anteriores, para fins de análises.

Quando um produto apresenta defeito na linha de produção, ele é separado para que o técnico de reparos verifique a causa do defeito. Uma vez que a causa é descoberta, o produto é consertado e volta para a linha de produção, e o seu defeito é registrado na MQA.

3.1 *In-Circuit Tester* (ICT)

Poole (2016) afirma que os testadores ICT são uma tecnologia bastante popular para a realização de testes em placas eletrônicas. O teste é realizado através de um gabarito e uma cama de pregos (conhecido como Kit Fixture), onde a placa é encaixada, e agulhas entram em contato com a placa em pontos bastante específicos, previamente definidos e projetados na placa eletrônica. Um exemplo de equipamento é apresentado na figura 1.

Figura 1: Equipamento de Testes ICT



Fonte: TRI (2016)

As agulhas então irão testar a continuidade da corrente elétrica entre um ponto e outro, com o objetivo de verificar se o circuito está devidamente interligado, indicando que o produto está com seus componentes posicionados conforme o especificado.

Como pontos fortes do *In-Circuit Tester*, ele é considerado um método de testes simples e eficiente, detectando facilmente os defeitos. Possui software de simples programação. Resultados do teste são fáceis de interceptar.

Como pontos fracos, os Kits Fixture possuem um alto custo de aquisição (cada modelo de produto necessita de um Kit diferente), além de que a sua atualização é difícil de ser realizada.

Com os produtos cada vez menores e mais densos, está cada vez mais difícil projetar os pontos de acesso para as agulhas de teste.

3.2 *Automated Optical Inspection (AOI)*

Segundo Poole (2016), máquinas com tecnologia AOI, figura 2, apresentam um novo conceito de testes. A placa eletrônica é verificada através de scanners, fazendo a verificação de toda a superfície da placa e procurando por pontos não conformes.

Figura 2: Máquina de Inspeção Ótica AOI



Fonte: Saki (2016)

Como esse método de testes é realizado por imagem, o objetivo do teste não é verificar a continuidade do circuito, como os testes ICT. Mas verificar se os componentes estão devidamente aplicados em suas posições.

Baseado na imagem capturada, o software faz o uso de muitos algoritmos diferentes para checar os diversos tipos de potenciais de falhas visíveis do produto, com o objetivo de garantir a qualidade necessitada. (SAKI, 2016)

O processo de AOI tem como pontos fortes: o teste pode ser realizado em toda a região visível da placa eletrônica; a placa não precisa ser previamente projetada para receber esse tipo de teste; e o teste pode ser realizado em placas com os mais diversos níveis de complexidade.

Já seus pontos fracos são: a máquina não consegue verificar a maioria dos componentes inseridos com valor incorreto; e também não consegue verificar pontos em que a solda está fora do campo de visão.

O quadro 1 apresenta a comparação entre as diferentes áreas de cobertura para os testes AOI e ICT.

Quadro 1: Comparação das capacidades de detecção de defeitos de AOI e ICT

Defect type	AOI	ICT
Soldering defects		
Open circuits	Y	Y
Solder bridges	Y	Y
Solder shorts	Y	Y
Insufficient solder	Y (not heel of joint)	N
Solder void	N	N
Excess solder	Y	N
Solder quality	N	N
Component defects		
Lifted lead	Y	Y
Missing component	Y	Y
Misaligned or misplaced component	Y	Y
Incorrect component value	N	Y
Faulty component	N	Y
BGA and CSP defects		
BGA shorts	N	Y
BGA open circuit connections	N	Y

Fonte: http://www.radio-electronics.com/info/t_and_m/ate/aoi-automatic-automated-optical-inspection.php;
Acesso em 09/04/2016

3.3 Implantação do método de inspeção ótica

A matéria-prima da empresa Intelbras consiste basicamente de componentes eletrônicos, placas de circuito impresso, e diferentes polímeros. Os componentes eletrônicos são montados de acordo com a lista de materiais do produto a fim de garantir a sua funcionalidade, enquanto os polímeros dão as características mecânicas dos produtos. Esses materiais são então integrados, formando o produto final. Todo esse processo acontece em vários setores produtivos diferentes.

A montagem SMT de produtos da linha de Telefones Sem Fio realiza a inserção de muitos componentes pequenos e complexos, cruciais para o funcionamento do produto.

Com o avanço da tecnologia, os componentes se tornam cada vez menores e mais complexos, e o processo de produção se torna cada vez mais desafiador. Independente do processo e da

dificuldade, é muito importante a garantia da qualidade da produção, evitando custos desnecessários com reprocessamento e aumentando a confiabilidade dos produtos. Dessa maneira, após o processo de montagem das placas existe um processo de inspeção delas, visando verificar a presença de possíveis defeitos ocorridos durante a produção.

Esse processo estava sendo realizado através de testes elétricos na placa, os quais testavam a corrente elétrica em diversos pontos do circuito, garantindo a funcionalidade nesses pontos. Devido à mudança da tecnologia dos produtos, o circuito eletrônico apresenta uma densidade muito grande de componentes, e o teste ICT já não consegue mais testar os produtos por completo, conseguindo cobrir apenas 40% do circuito elétrico dos produtos, permitindo assim que muitos defeitos passassem despercebidos para os próximos processos produtivos.

Então surgiu a necessidade da busca de um novo método de inspeção dos produtos, para que eles pudessem ser inspecionados de maneira mais eficiente. Para isso, foram visitadas feiras, realizadas visitas em outras fábricas, e entrado em contato com fornecedores de equipamentos.

A partir desta pesquisa foi percebida a existência das máquinas AOI (*Automated Optical Inspection*). Essas máquinas realizam a inspeção das placas, não verificando a continuidade dos circuitos, mas escaneando a superfície da placa e verificando pontos incomuns (Inspeção Óptica).

Todos os tipos de testes possuem as suas vantagens e suas limitações. Nesse caso ambos foram avaliados em todos os detalhes, para que fosse tomada ou não a decisão da mudança do método de teste dos produtos. Alguns pontos avaliados foram: Confiabilidade, garantia de qualidade, área de cobertura, ergonomia, facilidade na troca de setup, realização de *feedback* para o processo produtivo, etc.

Após a avaliação, foi verificado que a grande vantagem do teste de Inspeção Óptica é que, por fazer um escaneamento da superfície da placa, essa inspeção consegue verificar 100% do produto, oferecendo confiabilidade e garantia de qualidade muito maiores, se comparados ao teste elétrico.

Porém, um método de testes até então desconhecido dentro da empresa apresenta certa rejeição por parte dos envolvidos. Como primeiro e principal ponto, existiu a preocupação de que o produto deixaria de ser testado eletricamente, o que diminuiria a confiabilidade da

fabricação. Para que esse receio fosse superado, foi demonstrado que a principal função do setor de inserção automática é garantir a solda dos componentes nas placas. Esta garantia pode ser realizada através de imagens, destaca-se ainda, que através de imagens é possível avaliar se uma placa eletrônica está devidamente soldada.

Outro ponto que mereceu bastante atenção foi a divulgação de informações que as máquinas AOI possuíam um grande índice de falsos erros. Estes falsos erros acontecem quando a máquina identifica um ponto como defeito, mas na verdade não existem defeitos. Assim os falsos erros exigem um grande e desnecessário trabalho por parte do operador da máquina. Para superar esse problema, foram buscados no mercado cinco fabricantes de máquinas AOI, os quais seus folders comerciais apresentam-se anexos a esse trabalho. Dos cinco fabricantes, três foram selecionados para um maior aprofundamento nos estudos do equipamento, com o objetivo de conhecer ao máximo suas características técnicas positivas e negativas. Dos três fabricantes, um se destacou por apresentar métodos eficientes de inspeção dos produtos, demonstrando um baixo índice de falsos erros.

Por fim, existiu a preocupação de que as máquinas apresentariam um método de programação difícil de ser realizado, sendo esse um ponto de extrema importância para o bom desempenho do equipamento. Para solucionar esta preocupação, o fabricante do equipamento garantiu 40 horas de treinamento intensivo sobre o método de programação, além de acompanhamento nas primeiras semanas de instalação, com o objetivo de garantir o máximo de absorção dos conhecimentos sobre a máquina.

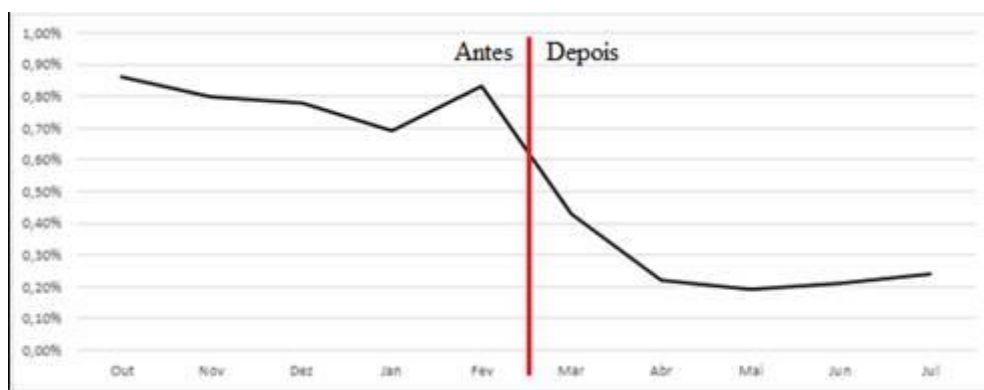
Antes da implementação, foram realizados testes de inspeção com uma máquina de demonstração pelo período de um mês. Este teste foi realizado em paralelo com o funcionamento normal da linha de produção, não interferindo na mesma. Produtos já testados e aprovados pelo ICT foram testados na AOI, aonde foram evidenciados diversos defeitos que não haviam sido detectados no teste ICT. Da mesma maneira, produtos reprovados pelo ICT foram também testados na AOI, e essa confirmou a identificação dos defeitos que foram filtrados no teste ICT.

Após a conclusão dos estudos, foi decidido que seria implantado o novo método de inspeção. Foram adquiridas as máquinas de inspeção, e depois de realizada a instalação e treinamento dos colaboradores, as máquinas começaram a sua operação, substituindo o teste elétrico.

O primeiro produto recebeu o método de inspeção ótica no mês de fevereiro de 2015. O índice de defeitos na linha de produção do setor de Sem Fio foi monitorado constantemente em todo o processo de implementação, através da MQA. Foi possível perceber que o índice de defeitos médio reduziu de 0,80% para 0,20%. Todos os índices apresentados são valores da quantidade de defeitos por peças produzidas.

O gráfico 1 mostra o gráfico do índice de defeitos na linha de montagem Sem Fio antes e depois da implementação.

Gráfico 1: Índice de defeitos da MQA para o produto Base Sem Fio

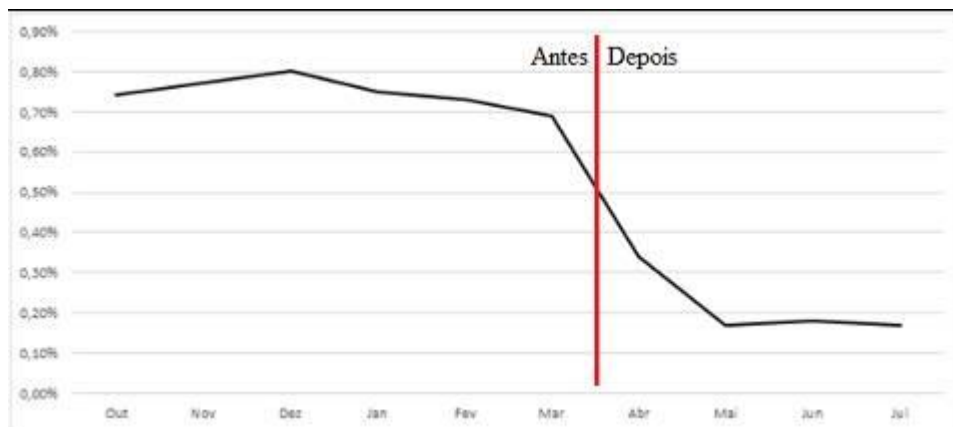


Fonte: Dados da empresa (2016)

O segundo produto recebeu o novo método no mês de março de 2015. Da mesma maneira, o índice de defeitos na linha de montagem do setor de Sem Fio, deste segundo produto, recebeu um monitoramento constante, onde foi possível perceber a redução do índice de defeitos de 0,75% para 0,17%.

O gráfico 2 mostra o gráfico do índice de defeitos na linha de montagem Sem Fio antes e depois da implementação.

Gráfico 2: Índice de defeitos da MQA para o produto Portátil Sem Fio



Fonte: Dados da empresa (2016)

Após a análise dos índices de defeitos no processo posterior, foi percebido que o processo de inspeção ótica (AOI) apresentou uma eficiência muito maior que o método de teste *in-circuit* (ICT). Com um índice de defeitos em média quatro vezes menor que o método anterior, a inspeção ótica foi definida como um método mais eficiente para a realidade da Intelbras, sendo capaz de identificar com muito mais precisão os defeitos da linha de produção, permitindo a manufatura de produtos com maior qualidade e confiabilidade.

É importante salientar que o processo de inspeção ótica não é o responsável pela redução do índice de defeitos. Mas, por ser um filtro muito mais eficaz, ele detecta os defeitos antes que passem para o próximo processo, onde o índice de defeitos é gerado. Ele facilita a rápida detecção dos problemas e permite uma rápida atuação na causa dos problemas, resultando em um processo produtivo com mais qualidade.

O índice de defeitos foi monitorado durante todo o ano de 2015 e início de 2016, conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1: Índice de defeitos das linhas que possuem atualmente processo de inspeção ótica

	1ºT 2015	2ºT 2015	3ºT 2015	4ºT 2015	1ºT 2016
Linha 1	0,80%	0,20%	0,18%	0,21%	0,18%
Linha 2	0,76%	0,17%	0,16%	0,18%	0,18%

Fonte: Dados da empresa (2016)

A redução de custos com o novo método foi comprovada, somente seus valores não puderam ser apresentados nesse estudo em função da necessidade de sigilo solicitada pela empresa.

4 Conclusão

Neste trabalho foi realizada a avaliação da mudança de métodos de inspeção dos produtos fabricados no setor de Inserção Automática da Intelbras. Foi realizada a comparação entre os dois métodos, e avaliada a possibilidade do teste de Inspeção Ótica (AOI) substituir o teste elétrico *in-circuit* (ICT).

Conforme o objetivo geral deste trabalho, a mudança do método de inspeção se mostrou como altamente eficaz para a qualidade dos produtos fabricados. Pelo acompanhamento dos dados da Matriz de Qualidade Assegurada (MQA), foi possível perceber que o índice de defeitos baixou de 0,8% para 0,2%.

A melhoria do índice de qualidade aumentou a confiabilidade dos produtos, e trouxe muitas melhorias para a linha de produção. Reduzindo o número de produtos defeituosos, também há a redução de produtos parados no processo, além do custo de retrabalho, que agora precisa atuar em apenas um quarto dos produtos retrabalhados no cenário anterior.

O estudo apresentado possuiu um foco específico para o índice de qualidade dos produtos, mas a mudança da tecnologia possui outras consequências. Para os produtos avaliados, o tempo de inspeção da máquina AOI foi 20% maior que o tempo do teste ICT. Como o processo de inspeção não é o gargalo da linha de produção, esse aumento não causou impactos na produtividade. É importante salientar que anteriormente, o teste permitia que apenas 40% dos componentes presentes no produto fossem testados. Com o novo teste é possível testar 100% dos componentes presentes nos produtos.

A programação adequada do equipamento é um ponto crucial para garantir o bom desempenho. Os algoritmos de detecção precisam ser muito bem explorados para que consigam identificar os defeitos. Caso essa etapa não seja realizada, o equipamento pode não identificar os defeitos nos produtos, ou identificar muitos defeitos onde o produto está em boas condições, popularmente conhecido como falso defeito.

Como já era planejado, existe a fase de adaptação do novo método. O novo equipamento é mais complexo que o anterior, portanto exige treinamento mais especializado, tanto de programação quanto de operação.

Além disso, o processo anterior testava o produto eletricamente, enquanto esse processo faz análise visual. Para muitos profissionais da área, o método anterior possuía uma natureza mais

confiável, então existe a necessidade de apresentar com clareza a nova tecnologia, esclarecer todas as dúvidas e convencer os envolvidos sobre a eficácia do novo método.

Mesmo com um método de detecção mais eficaz, o equipamento ainda depende fortemente do julgamento do operador, pois quando o equipamento encontra um defeito, cabe ao operador a palavra final para julgar o defeito encontrado como real ou como um falso defeito. Portanto ele precisa ter conhecimento sobre os produtos para que possa filtrar adequadamente os defeitos e evitar que cheguem aos próximos processos.

O custo de aquisição do equipamento de Inspeção Ótica chega a ser o dobro de um equipamento de teste *in-circuit*. Esse custo inicial afeta negativamente na escolha do equipamento. Porém, na utilização do teste *in-circuit*, para cada produto diferente é exigida a confecção de um novo gabarito e cama de pregos, o qual possui um alto custo de fabricação. Enquanto na Inspeção Ótica, é necessária apenas uma programação em software diferente para os produtos, e um acompanhamento inicial da produção para apuração e detecção adequada dos defeitos.

A tecnologia de testes por Inspeção Ótica tem provado a sua eficácia nas mais diferentes fábricas por todo o mundo. Esse método é recente, e desde que foi lançado recebeu muitos aprimoramentos, aumentando cada vez mais a sua confiabilidade. Com base nessas informações, existe uma forte tendência de migração dos testes elétricos para os testes de Inspeção Ótica.

Como sugestões de melhorias para a empresa, é recomendada a avaliação da implantação do método nas outras linhas de produção, sejam linhas de montagem SMT ou linhas de inserção manual. Também é recomendado o monitoramento e acompanhamento constante do índice de defeitos, melhorando continuamente a biblioteca de erros da máquina de inspeção ótica para que ela seja cada vez mais eficaz na detecção de defeitos. Outro aspecto de grande importância é realizar treinamentos sempre que novos colaboradores iniciem suas funções nas máquinas, além de treinamentos de reciclagem para colaboradores já atuantes nos equipamentos, mantendo assim a mão de obra sempre capacitada a operar as máquinas com qualidade e confiança.

Por fim, recomenda-se que a empresa se mantenha atualizada em novas tecnologias de inspeção que sejam lançadas no mundo, mantendo assim seu processo produtivo com a máxima garantia de qualidade possível.

REFERÊNCIAS

CAMPOMAR, Marcos C. **Do Uso de “Estudo de Caso” em Pesquisas para Dissertações e Teses em Administração**: Revista de Administração, São Paulo v. 26, nº 3, p. 95 – 97 Julho/Setembro 1991.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, Rio de Janeiro, v. 35, 1995.

Intelbras. Disponível em: <<http://www.intelbras.com.br/>>, Acesso em 11 de março de 2016.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, EVA Maria. Fundamentos de metodologia **científica**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MASLOW, A. H., FRAGER, R., COX, R. **Motivation and personality**. Eds. James Fadiman, and Cynthia McReynolds. Vol. 2. New York: Harper & Row, 1970.

POOLE, I. Automatic optical inspection, AOI systems. Disponível em: <http://www.radio-electronics.com/info/t_and_m/ate/aoi-automatic-automated-optical-inspection.php>, Acesso em 09 de abril de 2016.

POOLE, I. ICT, In Circuit Test Tutorial. Disponível em: <http://www.radio-electronics.com/info/t_and_m/ate/ict-in-circuit-test-tutorial.php>, Acesso em 09 de abril de 2016.

SAKI, 2D AOI Technology. Disponível em: <<http://www.sakicorp.com/en/2d-aoi-technology-en/>>, Acesso em 09 de abril de 2016.

Centro de produções Técnicas, **Segurança patrimonial é investimento que traz tranquilidade**. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-gestaoempresarial/artigos/seguranca-patrimonial-investimento-gasto>>, acesso em 26 de março de 2016

SENIUK, A. C. **Manual de Ferramentas WCM**. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/AntonioCarlosSeniuk/wcm-manual-de-ferramentas-cnh-contagem>>, Acesso em 18 de abril de 2016.

TRI, In-Circuit Tester (ICT). Disponível em: <http://www.tri.com.tw/en/product/product_detail-14-2-13-1.html>, Acesso em 09 de abril de 2016.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo. Atlas, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.