

Breno Sant'Anna Santos

Relatório de Estágio Supervisionado

Campina Grande, Brasil

18 de fevereiro de 2021

Breno Sant'Anna Santos

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI

Departamento de Engenharia Elétrica - DEE

Orientador: George Acioli Júnior, D.Sc.

Campina Grande, Brasil

18 de fevereiro de 2021

Breno Sant'Anna Santos

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Trabalho aprovado em: / /

George Acioli Júnior, D.Sc.
Orientador

Rafael Bezerra Correia Lima, D.Sc.
Convidado

Campina Grande, Brasil
18 de fevereiro de 2021

Dedico este trabalho aos meus pais, Roneival Carvalho dos Santos e Sheila Silva de Santana Santos.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por ter me proporcionado diversas bênçãos durante minha vida. Em segundo, a todas as pessoas que sempre me incentivaram e apoiaram meus estudos, meus pais Roneival Carvalho dos Santos e Sheila Silva de Santana Santos, meus avós Durval Galeão, Neide Carvalho, João Álvaro e Francismar Silva e também aos meus tios-avós Teomar Soledade Junior e Maria Luiza Santana Soledade. Por último, porém não menos importante, gostaria de agradecer a todos os meus professores, colegas e amigos, sendo digno de destaque meu grande amigo Rodrigo Kalil Prisco que se tornou um irmão para mim nesses anos de graduação.

*"Dê-me uma alavanca longa o suficiente e um suporte forte o suficiente que eu poderei sozinho movimentar do mundo."
Arquimedes de Siracusa*

Resumo

Este relatório é referente ao estágio supervisionado realizado pelo aluno Breno Sant'Anna Santos, na empresa Tecnolens Laboratório Ótico Feira Ltda., situada em Feira de Santana-BA e tivera uma duração total de 228 horas. O estagiário fez parte da equipe de manutenção da Tecnolens realizando principalmente as atividades de: manutenções corretivas, calibrações e comissionamento de novos equipamentos. Além destas atividades, o estagiário passou por treinamentos de NR-10 e de Controle de Produção na etapa de superfície, tendo em vista, respectivamente, a segurança e a gestão de processos.

Palavras-chaves: Laboratório Ótico; Manutenção; Comissionamento; NR-10; Controle de Produção.

Abstract

This report refers to the supervised internship carried out by the student Breno Sant'Anna Santos, at the company Tecnolens Laboratório Ótico Feira Ltda., Located in Feira de Santana-BA and had a total duration of 228 hours. The intern was part of the Tecnolens maintenance team performing mainly the following activities: corrective maintenance, calibrations and commissioning of new equipment. In addition to these activities, the intern underwent NR-10 and Production Control training in the surfacing stage, with a view to safety and process management, respectively.

Key-words: Optical Laboratory; Maintenance; Commissioning; NR-10; Process Management.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fachada TecnoLens.	3
Figura 2 – Processo de Produção.	4
Figura 3 – Processo de Modelagem	5
Figura 4 – Processo de Fitagem	6
Figura 5 – Processo de Blocagem	7
Figura 6 – Processo de Corte	8
Figura 7 – Máquinas Polidoras	9
Figura 8 – Unidade de aplicação de verniz	10
Figura 9 – Processo de PVD	11
Figura 10 – Máquina de corte da montagem	12
Figura 11 – Manutenção MC-380-X	18
Figura 12 – Máquina CDC-1000	19
Figura 13 – Fonte: autoria própria	19
Figura 14 – Ciclo completo CDC-1000.	20

Lista de tabelas

Lista de abreviaturas e siglas

PCP	Plano de Controle de Produção
PVD	<i>physical vapor deposition</i>
AR	<i>Anti-risco/Anti-Reflexo</i>
NR	Norma Regulamentadora
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	2
3	LOCAL DO ESTÁGIO	3
3.1	Processo de Produção	4
3.1.1	Surfaçagem	6
3.1.2	AR	9
3.1.3	Montagem	11
4	TREINAMENTOS RECEBIDOS	13
4.1	PCP Surfaçagem	13
4.2	NR10	14
5	ATIVIDADES REALIZADAS	17
5.1	Manutenções Corretivas	17
5.2	Calibragem e Troca de Ferramentas	18
5.3	Comissionamento da CDC-1000	19
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
	REFERÊNCIAS	23

1 Introdução

Por meio do estágio é possível desenvolver atividades que permitam aplicar o conhecimento teórico adquirido na universidade, além de possibilitar o engrandecimento profissional do aluno por meio do desenvolvimento de novas habilidades e aptidões durante o período de realização.

Neste relatório são descritas as atividades desenvolvidas durante o período de estágio supervisionado do aluno Breno Sant'Anna Santos, que fora realizado na Tecnolens Laboratório Ótico Feira Ltda., situada em Feira de Santana-BA e tivera uma duração total de 228 horas, com uma carga horária de 40 horas semanais compreendida no período de 26 de outubro de 2020 à 04 de dezembro de 2020.

Foram desenvolvidas atividades relacionadas: ao aumento de produtividade e diminuição do número de retrabalhos na etapa de superfície por meio de treinamentos, reuniões e implementação de um Plano de Controle de Produção; à troca de ferramentas e calibragem das máquinas dos setores de superfície, AR e montagem; à instalação da máquina CDC 1000 produzida pela SCL, participando do processo completo de comissionamento da máquina e treinamento dos operadores. Além disso a empresa forneceu ao estagiário um treinamento de 40 horas da NR10. As atividades realizadas, treinamentos e rotina são descritos neste relatório bem como são feitas considerações sobre a empresa.

2 Objetivos

Os objetivos definidos no início do estágio foram:

- Familiarizar-se com o processo de produção;
- Acompanhar a linha de montagem;
- Desenvolver melhorias de processo/produção com foco em aumento de produtividade;
- Compor equipes multidisciplinares para auxiliar na manutenção dos equipamentos;

3 Local do Estágio

O laboratório ótico Tecnolens nasceu em 1991 e atua na produção de lentes oftálmicas, apesar de jovem, tem se firmado no mercado como uma empresa madura nas relações comerciais, em qualificação de pessoal e no investimento em tecnologia de ponta. Em 2015, a Tecnolens se tornou parte do grupo Essilor, uma multinacional francesa líder mundial em lentes oftálmicas e detentora das marcas Varilux®, a marca de lente multifocal número 1 no mundo, e Crizal®, a marca de lente antirreflexo número 1 no mundo, além das marcas Transitions®, Lentes KODAK®, OPTIFOG®, etc.

Atualmente a Tecnolens está situada na cidade de Feira de Santana-BA, Figura 1, é gerida por Fernando Ribeiro, diretor comercial, e Cláudio Ribeiro, diretor operacional, a empresa conta hoje com, aproximadamente, 500 clientes ativos distribuídos por toda a Bahia e parte dos estados de Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Piauí e Pará e com um quadro funcional com quase cem colaboradores.

Figura 1 – Fachada Tecnolens.



Fonte: autoria própria.

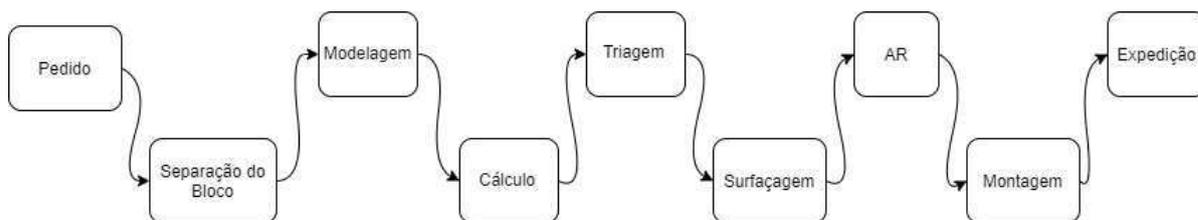
A empresa foi premiada duas vezes pela Transitions, em 1998 e 2000, como uma de suas maiores parceiras. Em setembro de 2002, a Tecnolens ganhou o Prêmio Sesi de Qualidade no Trabalho na categoria Pequena Empresa, no estado da Bahia. Hoje, a

empresa figura entre os maiores laboratórios ópticos do país.

3.1 Processo de Produção

O processo de produção da lente oftálmica ilustrado na Figura 2 começa com o pedido do cliente, que trará informações para selecionar o bloco e realizar os cálculos.

Figura 2 – Processo de Produção.



Fonte: autoria própria.

O cliente poderá escolher o bloco de acordo com sua preferência, sendo que as diferenças entre os blocos são dadas principalmente no tipo de material e no índice de refração. A escolha do material, que de forma geral podem ser divididos em orgânicos e inorgânicos, implicará na resistência do material, no peso da lente, no índice de refração e também no preço. O índice de refração do bloco implicará na espessura final da lente, quanto maior o índice de refração, menor será a espessura da lente. No caso das lentes positivas (ou convergentes), quanto maior o índice de refração, mais finas elas ficam no centro; já no caso das lentes negativas (divergentes), mais finas elas ficam nas bordas (SILVEIRA,). Dessa forma, se o cliente desejar que sua lente seja mais fina, ele deverá optar por um bloco com índice de refração maior.

Após separar o bloco que o cliente escolheu, é realizada então a etapa de modelagem, em que a armação do cliente será modelada e também será identificado qual o tipo de armação: acetato, metálica, parafusada, fio de nylon. Essas informações serão de altíssima importância para a etapa do cálculo e da montagem.

Figura 3 – Processo de Modelagem



(a) Máquina Modeladora



(b) Modelando Armação

Fonte: autoria própria

Na etapa do cálculo são feitos os cálculos matemáticos de acordo com o tipo de bloco e com o tamanho, tipo e formato da armação, para determinação da espessura de centro e curvatura interna da lente, dados necessários para formação da dioptria em relação ao tipo de material do bloco oftálmico.

A etapa seguinte é a triagem, aonde é verificado se o bloco que irá para a produção não possui nenhum defeito e os cálculos realizados anteriormente são revisados.

Continuando o fluxo do processo, tem em sequência os três setores que compõem a linha de produção da lente: a surfacagem, o AR e a montagem. Esses setores serão discutidos de forma mais aprofundada nas seções seguintes, porém de uma maneira resumida: a surfacagem é o processo que trata o bloco de lente para garantir a dioptria correta à lente; o AR aplica tratamentos na lente de: anti-risco, anti-reflexo e a nova tecnologia de anti-embaçamento; a montagem trata a lente para adequá-la à armação do cliente e realiza a montagem da lente na armação. E, por fim, tem a expedição em que o óculos pronto será encaminhado para o cliente.

3.1.1 Surfaçagem

A surfaçagem é o processo de transformação dos blocos oftálmicos em lentes. Nessa etapa acontecem uma série de procedimentos para garantir que as lentes sejam produzidas com a dioptria correta. Os principais procedimentos realizados nessa etapa são: fitagem, blocagem, corte, polimento e desblocagem.

Na fitagem, o operador irá revestir a face convexa do bloco oftálmico, utilizando uma fita especial, com o intuito de protegê-lo nas próximas etapas da surfaçagem, na Figura 4 é possível observar a máquina que realiza o processo e o bloco oftálmico já fitado.

Figura 4 – Processo de Fitagem



(a) Máquina de Fitagem



(b) Bloco Fitado

Fonte: autoria própria

Em seguida é feita a blocagem, onde acontece a fixação do bloco e posicionamento do eixo, em um suporte de alumínio necessário para o processo de corte do bloco. Essa fixação é realizada por uma liga metálica, que em estado líquido é despejada entre o bloco e o suporte e então é resfriada até solidificar. Na Figura 5 é possível observar a máquina que realiza o processo de blocagem e o bloco oftálmico após a blocagem. Antes de passar para o processo de corte, é necessário que o bloco descanse por um tempo determinado, evitando que o bloco seja cortado com pequenas deformações, provenientes da dilatação térmica que ocorre durante o processo de blocagem.

Figura 5 – Processo de Blocagem



(a) Máquina de Blocagem



(b) Bloco após blocagem

Fonte: autoria própria

O processo de corte é feito em Geradores de Curvas, que tem a finalidade de gerar a curvatura interna, reduzir o diâmetro e espessura do bloco de acordo com os dados gerados no setor de cálculo. Somente nesta etapa acontece a transformação do bloco em lente, pois até então, o bloco permanece conforme veio do fabricante. Na Figura 6a e 6b é ilustrado os blocos entrando no Gerador e as lentes saindo do Gerador, respectivamente.

Figura 6 – Processo de Corte



(a) Blocos oftálmicos entrando no Gerador



(b) Lentes saindo do Gerador

Fonte: autoria própria

Terminado o processo de corte, a lente é encaminhada para as polidoras que serão responsáveis por tirar pequenas imperfeições na superfície da lente, é neste processo, que a lente adquire a sua transparência característica. Na figura 7 estão as máquinas polidoras da TecnoLens.

Figura 7 – Máquinas Polidoras



Fonte: autoria própria

Após o polimento, as lentes serão desblocadas, sendo retirados da lente o suporte de alumínio e a fita de proteção. A liga metálica que foi aplicada na etapa da blocagem, fica grudada no suporte de alumínio e para reaproveitá-la eles são depositados em um aquecedor com água quente que é responsável por derreter a liga e separá-la para ser reutilizada no processo de blocagem. Por fim a lente será inspecionada para verificar a sua qualidade, e então será encaminhada para o setor de AR.

3.1.2 AR

O AR é o setor responsável por aplicar tratamentos na lente. Os tratamentos aplicados neste setor são anti-risco, anti-reflexo, anti-embaçamento e prevenção, sendo este último o tratamento responsável por filtrar seletivamente a luz azul nociva à nossa visão. Os principais procedimentos realizados nessa etapa são: destrata da lente, aplicação de verniz e PVD.

O destrata da lente é a etapa em que será retirado o verniz original do bloco, que possui uma qualidade inferior ao verniz que será aplicado na etapa seguinte, e também pelo fato da lente nesse momento do processo só possuir verniz em uma das suas faces, a face que não foi desbastada durante o processo de corte. Este processo consiste em uma lavagem da lente, que será banhada por tempos determinados em mistura de água com soda cáustica, em um detergente especial, em água bruta e em água deionizada não necessariamente nessa ordem.

Em seguida ocorre a etapa de aplicação do verniz, na qual a lente totalmente

seca e limpa será imersa primeiramente no primer que irá preparar a sua superfície e em seguida, com essa primeira camada seca, será aplicado o verniz que irá conferir a proteção anti-risco e irá receber os tratamentos aplicados no PVD. Na Figura 8 está ilustrada a máquina que realiza a aplicação do verniz nas lentes.

Figura 8 – Unidade de aplicação de verniz



Fonte: autoria própria

O procedimento de PVD (*physical vapor deposition*) é o responsável pelos outros tratamentos: anti-reflexo, anti-embaçamento e prevenção. Processos de PVD são processos de deposição em que o material é vaporizado de uma fonte sólida ou líquida na forma de átomos ou moléculas, transportado na forma de vapor por meio de vácuo ou baixa pressão para o substrato onde se condensa (MATTOX, 2010).

Para cada tratamento existe uma receita específica, com elementos, quantidades e variáveis de processo específicos. É possível observar na Figura 9a a estrutura em que as lentes são montadas para que possam ser levadas à máquina e na Figura 9b a máquina que realiza o processo de PVD.

Figura 9 – Processo de PVD



(a) Estrutura de montagem das lentes



(b) Máquina de PVD

Fonte: autoria própria

3.1.3 Montagem

A montagem é o último setor da linha de produção em que as lentes finalmente ganharão o formato adequado para as suas armações, sendo cortadas em qualquer tipo de forma, bisel, ranhura, furo e perfil em geral. Nessa etapa as informações da modelagem da armação são enviadas para a máquina que realizará os cortes na lente para garantir seu formato adequado.

Diferentemente da parte de corte presente na superfície, os cortes realizados na montagem são puramente estéticos e não irão influenciar de maneira alguma a dioptria da lente. Na Figura 10 está ilustrada a máquina que realiza os cortes nas lentes no setor da montagem. Por fim, as lentes são montadas nas armações de forma manual.

Figura 10 – Máquina de corte da montagem



Fonte: autoria própria

4 Treinamentos Recebidos

Durante o período de estágio, o estagiário participou de dois treinamentos um relacionado a um Plano de Controle de Produção (PCP) no setor de superfície e outro de NR10, norma regulamentadora de instalações e serviços em eletricidade.

4.1 PCP Superfície

De acordo com (LUSTOSA; MESQUITA; OLIVEIRA, 2008), o PCP surgiu no início do século XX, tendo como um de seus pioneiros Henry Gantt, que desenvolvia cálculos manuais baseados no tempo e na capacidade de produção. Desde então, o PCP vem evoluindo constantemente na busca por melhorias capazes de suprir o avanço do setor produtivo.

Em termos simples, o planejamento e controle da produção determina o que vai ser produzido, quando vai ser produzido, como vai ser produzido, onde vai ser produzido, quem vai produzir (PASQUINI, 2015). Por meio do planejamento, controle e programação dos processos produtivos a empresa consegue garantir mais qualidade e produtividade. Além disso, permite reduzir os custos operacionais.

Essa ferramenta permite controlar todo o fluxo do processo de produção da empresa. Isso significa que os dados estarão sempre à mão e poderão ser consultados sempre que necessário. Além disso, facilita a identificação de problemas e falhas. A partir dessa constatação, a gerência e direção podem tomar decisões com base em dados reais, definindo o que deve ser feito para resolver o problema. O PCP possui algumas etapas, sendo estas:

- **Previsão de demanda:** Para que a empresa saiba quando precisa de cada produto;
- **Planejamento e capacidade de produção:** Analisa a capacidade de produção da empresa para verificar se deverá ser feito algum tipo de adaptação no setor;
- **Planejamento agregado de produção (PAP):** Define a melhor estratégia de produção para a empresa;
- **Plano mestre de produção (PMP):** Considera a execução de curto prazo dos planos de produção;
- **Programação detalhada de produção (PDP):** Mostra como a empresa realizará suas operações diariamente ;

- **Controle de produção:** Acompanha para garantir que esteja andando conforme o esperado.

Para elaborar o PCP algumas ferramentas podem ser utilizadas sendo algumas delas:

- **Kanban:** Um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção ou transportes em uma indústria.
- **Six Sigma:** Um conjunto de práticas originalmente desenvolvidas pela Motorola para melhorar sistematicamente os processos ao eliminar defeitos.;
- **Kaizen:** Refere-se à filosofia ou às práticas que incidem sobre a melhoria contínua dos processos de manufatura, engenharia, gestão de negócios ou qualquer processo;
- **Poka-yoke:** Uma ferramenta de inspeção criada com o objetivo de prevenir falhas humanas e corrigir erros eventuais.

Com o intuito de padronizar os processos nos laboratórios óticos do grupo Essilor, e conseqüentemente diminuir a quantidade de retrabalhos - lentes que precisam refazer o processo de superfície por não passarem pelo controle de qualidade - que ocorriam no setor de superfície, um PCP direcionado para este setor, foi elaborado pela equipe de melhoria contínua do grupo Essilor.

O estagiário acompanhou o treinamento deste PCP durante um período de 5 dias, transmitindo para os colaboradores do processo de superfície quais as instruções presentes no plano e os problemas que poderiam ser ocasionados caso estas não fossem seguidas. Além disso, foram elaborados *checklist* específicos para cada etapa da superfície, permitindo que os colaboradores acompanhassem e registrassem os dados dos processos e as atividades solicitados no PCP.

4.2 NR10

Para tentar garantir a segurança do trabalhador, conscientizar os riscos e cuidados com eletricidade o ministério do trabalho criou através da portaria n.º 3.214 no ano de 08 de junho de 1978 a norma regulamentadora número 10, sendo que foi atualizada/modificada em 1983, 2004, 2016 e por fim teve sua última atualização em 2019.

Conforme item 10.1.1 da NR – 10: "Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade."(BRASIL, 2019).

Segundo o item 10.1.2 da NR – 10, ela se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades.

O treinamento oferecido ao estagiário foi o curso básico - Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade, com o intuito de instruí-lo a realizar os procedimentos de manutenção nos equipamentos elétricos com segurança. O curso possuiu uma carga horária de 40 horas e abrangeu os seguintes tópicos:

1. Introdução à segurança com eletricidade.
2. Riscos em instalações e serviços com eletricidade: o choque elétrico, mecanismos e efeitos; arcos elétricos; queimaduras e quedas; campos eletromagnéticos.
3. Técnicas de Análise de Risco.
4. Medidas de Controle do Risco Elétrico: desenergização; aterramento funcional (TN/TT/IT); de proteção; temporário; equipotencialização; seccionamento automático da alimentação; dispositivos a corrente de fuga; extra baixa tensão; barreiras e invólucros; bloqueios e impedimentos; obstáculos e anteparos; isolamento das partes vivas; isolação dupla ou reforçada; colocação fora de alcance; separação elétrica.
5. Normas Técnicas Brasileiras - NBR da ABNT: NBR-5410, NBR 14039 e outras.
6. Regulamentações do MTE - NRs, qualificação, habilitação, capacitação e autorização.
7. Equipamentos de proteção coletiva.
8. Equipamentos de proteção individual.
9. Rotinas de trabalho - Procedimentos: instalações desenergizadas; liberação para serviços; sinalização; inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamento.
10. Documentação de instalações elétricas;
11. Riscos adicionais: altura; ambientes confinados; áreas classificadas; umidade; condições atmosféricas.
12. Proteção e combate a incêndios: noções básicas; medidas preventivas; métodos de extinção; prática.
13. Acidentes de origem elétrica: causas diretas e indiretas; discussão de casos.

14. Primeiros socorros: noções sobre lesões; priorização do atendimento; aplicação de respiração artificial; massagem cardíaca; técnicas para remoção e transporte de acidentados; práticas.
15. Responsabilidades.

5 Atividades Realizadas

As atividades do estagiário se concentraram nos setores de Superfície, AR e Montagem. Elas estão separadas em algumas categorias e descritas abaixo. São elas: Manutenções Corretivas; Calibragem e Troca de Ferramentas; Comissionamento da CDC-1000.

5.1 Manutenções Corretivas

A Manutenção Corretiva é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma falha (ou pane), destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

Durante o período de estágio, o estagiário fez parte do grupo de manutenção da Tecnolens, composto por 5 integrantes, e atuou principalmente nas soluções de problemas elétricos. Estas atividades tiveram uma forte interdisciplinaridade com as disciplinas instalações elétricas, laboratório de instalações elétricas, sistemas de automação industrial e instrumentação eletrônica.

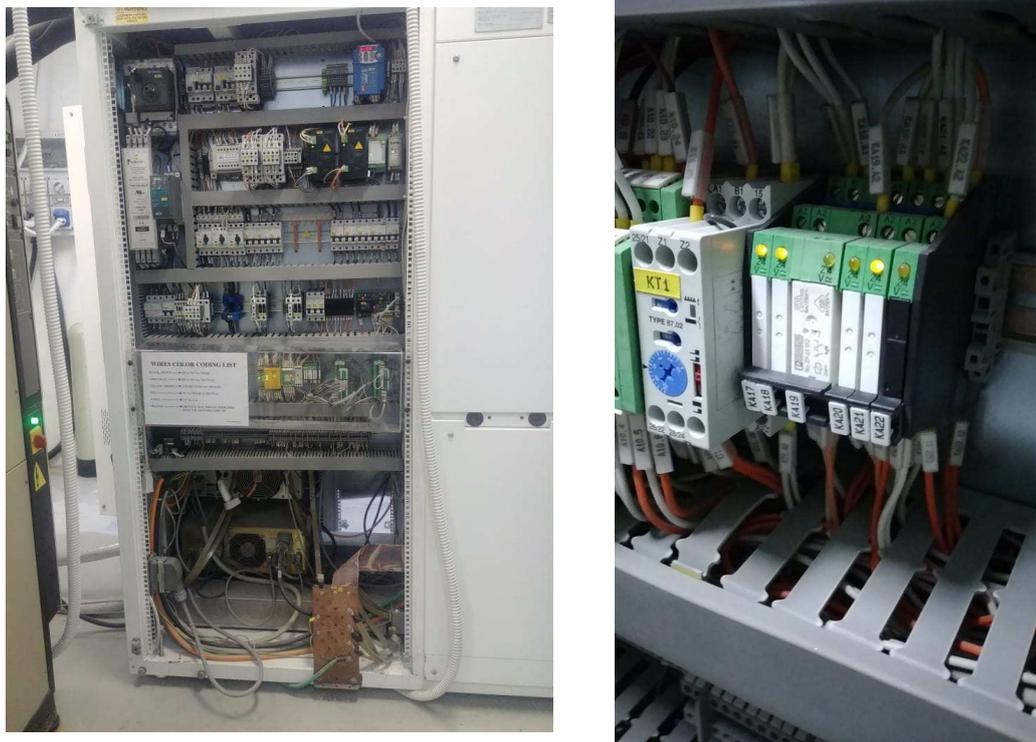
Especificando os problemas de cunho elétrico, algumas vezes a equipe de manutenção foi chamada, pois a máquina não ligava, ou não executava um comando adequadamente. Para identificar qual era o problema, a equipe realizava uma análise sobre circuito de potência e o circuito de comando, munidos dos diagramas elétrico e de comando da máquina, multímetro e outras ferramentas que fossem necessárias para a máquina em questão.

Utilizando os diagramas, hipóteses eram levantadas a respeito do problema e para confirmá-las fazia-se uso do multímetro. Caso a hipótese fosse descartada, era pensado uma nova hipótese até que o problema fosse identificado. Com o problema identificado, ações eram tomadas para solucioná-lo.

Os principais problemas de cunho elétrico que houveram durante o período de estágio foram:

- Mau contato: A maior parte dos problemas eram porque alguma parte do circuito não estava estabelecendo uma ligação ou conexão de forma correta. A ação corretiva tomada era justamente reestabelecer esta conexão.
- Componentes Danificados: Outras vezes algum componente do sistema não estava funcionando adequadamente. A ação corretiva tomada era a substituição do componente.

Figura 11 – Manutenção MC-380-X



(a) Quadro Elétrico da MC-380-X

(b) Contator KA21 substituído.

Fonte: autoria própria

Na Figura 11 foi registrado algumas partes da manutenção corretiva na máquina MC-380-X que não estava ligando. O componente identificado como defeituoso foi um Relé de potência miniatura plug-in, com contato de potência (KA21). Após a sua substituição a máquina voltou a funcionar normalmente.

5.2 Calibragem e Troca de Ferramentas

Algumas das instruções presentes no PCP de surfacagem estavam associadas à rotinas de calibração e troca de ferramentas. Por serem atividades que já eram realizadas pela equipe de manutenção e também por falta de treinamento dos colaboradores do setor, que não possuíam o conhecimento de como realizá-las, estas tarefas continuaram a ser feitas pelo grupo de manutenção.

Seguindo às orientações do PCP, cada equipamento era calibrado com uma determinada frequência e com parâmetros específicos, garantindo que as máquinas operassem sempre nas melhores condições e de forma que toda a linha de produção estivesse harmonizada, isso pois, algumas vezes um ajuste em uma máquina tinha influência em outras etapas do processo.

Em relação à troca de ferramentas, eram seguidas as recomendações no manual do fabricante, relativas ao número limite de lentes trabalhadas por ferramenta.

5.3 Comissionamento da CDC-1000

Outra atividade desenvolvida pelo estagiário foi o comissionamento da máquina CDC-1000 Figura 13, uma recente aquisição da Tecnolens, para o setor de AR. A CDC-1000 possui uma linha de limpeza com 6 tanques, 3 fornos para secar a lente e realizar a cura dos revestimentos, 1 tanque de primer e 2 tanques de verniz sendo capaz de realizar a etapa de destrate e a aplicação do verniz. Todo o processo é automatizado, e o operador precisa apenas alimentar a máquina com as lentes e retirá-las no fim do processo.

Figura 12 – Máquina CDC-1000



(a) CDC-1000 vista de frente

(b) CDC-1000 vista por trás

Figura 13 – Fonte: autoria própria

Segundo a própria fabricante, sua capacidade de produção é:

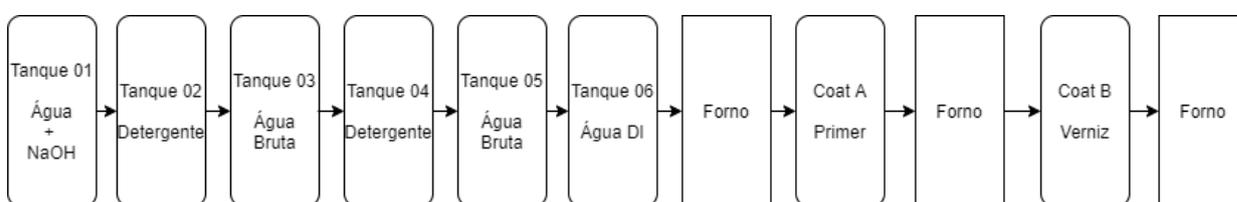
- Tempo de ciclo: 5 minutos;
- Lentes/Ciclo: 12 à 16;
- Lentes/8 horas: 1000 à 1200 (teórico);
- Lentes/16 horas: 2100 à 2600 (teórico);

- Lentes/24 horas: 3100 à 3800 (teórico);

A cada ciclo podem sair no máximo 16 lentes, e o ciclo corresponde à passagem de um *rack* por uma etapa do processo. O *rack* é uma espécie de haste de ferro que possui 16 ranhuras aonde são encaixadas até 16 garras e em cada garra é fixada uma lente.

O processo que as lentes passarão irá depender da receita que for selecionada para o *rack* em questão, pois a depender da receita algumas etapas do processo podem ser puladas. Mas o processo completo, sem o Coat C que foi desativado durante a instalação, esta descrito na Figura 14.

Figura 14 – Ciclo completo CDC-1000.



Fonte: autoria própria

As atividades realizadas pelo estagiário abrangeram:

- **Posicionamento e nivelamento da máquina:** Ao ser entregue, a máquina vem separada em dois módulos, o que realiza o destrate e o que realiza o revestimento. Conforme as instruções do engenheiro responsável pelo comissionamento, os dois módulos foram posicionados, conectados e por fim nivelados. Como o braço do rôbo transita entre os dois módulos durante a operação, o nivelamento destes é essencial para o seu referenciamento, evitando assim possíveis colisões.
- **Montagem de peças e periféricos:** Após posicionar e nivelar a máquina, iniciou-se a montagem de peças e conexão de periféricos. A CDC-1000 possui inúmeras peças, dentre elas: rôbo, filtros, bandejas, tampas, refills, algum adereços, etc. E um total de 5 periféricos: um desumidificador, dois aquecedores e dois chillers. Todos eles foram conectados adequadamente na máquina conforme o manual.
- **Conexões elétricas:** A máquina vem separada em dois módulos e cada modulo já vem com suas conexões feitas, no entanto as conexões entre os módulos não vem prontas e é necessário realizá-las. Para facilitar esse processo os cabos são marcados com Tags que o identificam e apontam para a página do manual que ele é citado. Sendo assim é possível saber de onde ele vem e para onde ele vai, facilitando o trabalho de conexão. Por último antes de energizar a máquina verificou-se se a tensão de alimentação estava adequada à tensão de operação da máquina.

- **Limpeza dos tanques e tubulações:** Com a máquina energizada, encheu-se os tanques de 1 à 6 com água DI, e ligou as bombas, circulando a água DI pelas tubulações. O mesmo processo foi realizado com os coats A e B, porém utilizando álcool metílico. Esse processo teve duração de aproximadamente 1 dia e foi repetido 3 vezes.
- **Ajuste de parâmetros:** Em paralelo com o processo de limpeza dos tanques e tubulações, alguns parâmetros começaram a ser ajustados, sendo estes: aberturas das entradas e saídas de ar dos aquecedores, temperatura de referência dos chillers, aberturas da entrada e saída de ar do desumidificador, ajuste dos pressostatos e termostatos e potência dos ultrassons. Para ajustar as aberturas das entradas e saídas de ar, utilizou-se um anemômetro medindo as vazão de ar e controlando a abertura até alcançar a vazão desejada.
- **Calibragem e ajuste de referências:** Esta parte foi realizada com o auxílio da IHM. Todas as referências de aquecimento dos tanques, e fornos foram ajustadas para os valores adequados à produção, e o robô foi referenciado em seus eixos vertical e horizontal em todas as etapas do ciclo.
- **Registro das Receitas:** Ainda com auxílio da IHM, gravou-se na máquina os procedimentos operacionais que seriam executados em cada receita. A receita, de forma simples, é o passo a passo que a máquina irá passar o *rack* com as lentes, trazendo informações de tempo de imersão, velocidade de imersão, velocidade de emersão, tempo de ciclo, quais atuadores serão ligados e por quanto tempo permanecerão ligados, etc. Nessa etapa foram registradas duas receitas, uma para lentes novas e outra para retrabalhos.
- **Testes:** Por fim, alimentou os tanques e coats da máquina adequadamente, e iniciou-se os testes com lentes de teste. Estes testes tiveram como objetivo observar as espessuras do revestimento aplicados no primer e no verniz. Para controlar as espessuras e adequá-las nos parâmetros recomendados, foi necessário alterar o tempo de imersão nos coats e a velocidade de emersão das lentes. Com a espessura do verniz dentro dos parâmetros a máquina foi então liberada para operar.

6 Considerações Finais

Este relatório se propôs a apresentar as atividades realizadas no período de estágio do aluno Breno Sant'Anna Santos, na Tecnolens Laboratório Ótico Feira Ltda. Durante o estágio todas as atividades foram desenvolvidas com o apoio das equipe de manutenção e gestão da Tecnolens e também de alguns profissionais do grupo Essilor.

O estagiário teve a oportunidade de aplicar conhecimentos construídos ao longo de sua graduação, com destaque para as disciplinas de Instalações Elétricas, Instrumentação Eletrônica, Sistemas de Automação Industrial, Administração, Controle Analógico e Controle Digital, além da base ferramental e pedagógica construída ao longo do curso. E também foi possível adquirir novos conhecimentos com os treinamentos e a experiência de participar de um ambiente industrial.

Desenvolveu habilidades de planejamento e de gerenciamento da linha de produção, constatando a importância de um plano de controle de produção e aprendendo a implementá-lo e transmitir sua importância aos colaboradores. Observou a importância das boas práticas de manutenção, exercitando os conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação. E acompanhou o comissionamento completo de uma máquina industrial, de sua instalação ao treinamento dos operadores.

O estágio na Tecnolens possibilitou uma vivência inédita ao aluno, com a obtenção de experiência no mercado de trabalho e aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso de graduação, sendo assim um período de grande importância para a formação do profissional em Engenharia Elétrica.

Referências

- BRASIL. *Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*. 2019. Acesso em: 08/12/2020. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-10.pdf>. Citado na página 14.
- LUSTOSA, L. J.; MESQUITA, M. A. de; OLIVEIRA, R. J. *Planejamento e controle da produção*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2008. Citado na página 13.
- MATTOX, D. M. *Handbook of physical vapor deposition (PVD) processing*. [S.l.]: William Andrew, 2010. Citado na página 10.
- PASQUINI, N. C. Planejamento e controle da produção (pcp): estado da arte. *Revista Tecnológica da Fatec Americana*, v. 3, n. 2, p. 17p–17p, 2015. Citado na página 13.
- SILVEIRA, E. *GUIA DE LENTES OFTÁLMICAS - ÍNDICE DE REFRAÇÃO (IR)*. Acesso em: 08/12/2020. Disponível em: <<https://lentesoftalmicas.ofthalmologista.soblec.com.br/o-guia/características-das-lentes-oftálmicas/índice-de-refrac~ao-ir>>. Citado na página 4.