



FELIPE MACIEL VIANA

**PROJETOS, AUTOMAÇÕES E ROTINA EM UMA
INDÚSTRIA FARMACÊUTICA**

LAVRAS – MG

2019

FELIPE MACIEL VIANA

**PROJETOS AUTOMAÇÕES E ROTINA EM UMA INDÚSTRIA
FARMACÊUTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em forma de Relatório Técnico apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Controle e Automação, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Wilian Soares Lacerda
Orientador

LAVRAS – MG

2019

FELIPE MACIEL VIANA

**PROJETOS, AUTOMAÇÕES E ROTINA EM UMA INDÚSTRIA
FARMACÊUTICA**

**PROJECTS, AUTOMATION AND ROUTINE IN A PHARMACEUTICAL
INDUSTRY**

Trabalho de Conclusão de Curso em forma de Relatório Técnico apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Controle e Automação, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 18 de novembro de 2019.

Prof. Dr. Cleber Carvalho de Castro UFLA

Eng. Alberto Carlos de Oliveira Andrade UFLA

Prof. Dr. Wilian Soares Lacerda
Orientador

LAVRAS – MG

2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Viana, Felipe Maciel.

PROJETOS, AUTOMAÇÕES E ROTINA EM UMA
INDÚSTRIA FARMACÊUTICA/ Felipe Maciel Viana. - 2019.

38 p.

Orientador(a): Wilian Soares Lacerda.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2019.
Bibliografia.

1. Produção Farmacêutica 2. Instrumentação Industrial. 3.
Automação. 4. Manutenção Industrial I. Lacerda, Wilian Soares. II.
Projetos, automações e rotina em uma indústria farmacêutica.

*A mim e a minha família,
Dedico*

Agradecimentos

A mim mesmo por não ter desistido, à uma parte da minha família como meu irmão Caio, minha irmã Camila, minha avó Maura e tia Paula, ao meu Avô Murilo e ao apoio financeiro do meu tio Murilo. À minha mãe Adriana por ter falado da importância de ter o diploma.

À todos os professores que vieram a somar na Universidade Federal de Lavras, aos técnicos da biblioteca que me ajudaram o dia que passei mal, aos amigos que pensam na coletividade e entendem da importância do trabalho em equipe, sendo alguns como Betão, Jean, Fernando, Cirilo, Eduardo Godinho, Mohamma, Clayton, Cleverson, Camila Pereira pelos excelentes resumos caprichados e todos os outros que não listei aqui.

À Universidade Federal de Lavras pela estrutura, oportunidades, qualidade, eventos, corpo técnico e corpo docente.

Às atividades físicas que me permitem oxigenar o cérebro e pensar com clareza, à todas as lindas moças de Lavras que conheci e me fizeram feliz, à cerveja gelada, festas e amizades.

Aos carismáticos cidadãos de Lavras e a própria Lavras e seus eventos.

Muito Obrigado!

“Inteligência se traduz na forma que você recolhe, julga, maneja e, sobretudo, onde e como aplica esta informação.” Carl Sagan

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas em quatro áreas de uma indústria farmacêutica, agregando dessa forma vasto conhecimento e prática profissional ao estagiário. Inicialmente o trabalho discorre sobre automações e atividades desenvolvidas na área de Manutenção Industrial como forma de melhorar os processos da área. Em um segundo momento o relatório é centrado na explanação de um projeto black belt e yellow belt na área de Produção Farmacêutica, bem como atividades correlatas. A terceira e quarta fase do trabalho são correspondentes respectivamente a atividades desenvolvidas no departamento de Automação e de Instrumentação.

Palavras-Chave: Automação, instrumentação, manutenção, produção.

Abstract

This paper aims to describe the activities developed in four areas of a pharmaceutical industry, thus adding vast knowledge and professional practice to the intern. Initially the work discusses automation and activities developed in the area of Industrial Maintenance to improve the processes of the area. Secondly, the report focuses on explaining a *black belt* and *yellow belt* project in the area of Pharmaceutical Production as well as related activities. The third and fourth phase of the work correspond respectively to the activities developed in the Automation and Instrumentation department.

Keywords: Automation, instrumentation, maintenance, production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Blistadeira	14
Figura 2 – Encartuchadeira	14
Figura 3 – Encaixotadeira	15
Figura 4 – Desenho blistadeira	17
Figura 5 – Blíster	18
Figura 6 – TrakSYS™	19
Figura 7 – Formulário Análise de Causa Raiz	24
Figura 8 – Fluxo de automações	26
Figura 9 – Análise gráfica e estatística	28
Figura 10 – Matriz de esforço e impacto	28
Figura 11 – Teste de normalidade e capacidade	29
Figura 12 – Sistema supervisor do setor de utilidades	30
Figura 13 – Sistema de visão de uma linha de embalagem	31
Figura 14 – Forno de calibração	32
Figura 15 – Padrão para calibração	33
Figura 16 – Padrões de calibração calibrando múltiplos sensores	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Sobre a Empresa	12
1.2	Processo produtivo da empresa	13
1.3	Áreas de atuação do estágio.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.2	Encartuchadeira	18
2.3	Encaixotadeira	18
2.4	TrakSYS™	18
2.5	Lean Six Sigma.....	19
2.6	Belts	20
2.7	Eficácia geral do equipamento (OEE)	20
2.8	Sistemas, Aplicativos e Produtos (SAP)	20
2.9	Tipos de manutenção e Manutenção Produtiva Total (TPM).....	21
2.10	Análise de Causa Raiz	21
2.11	Calibração	22
2.12	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)	22
2.13	Sistema de Visão	23
2.14	Controlador Lógico Programável (CLP)	23
2.15	Controlador Proporcional, Integral e Derivativo (PID).....	23
3	ATIVIDADES REALIZADAS.....	24
3.2	Segunda Fase – Produção Farmacêutica	27
3.3	Terceira Fase – Automação	30
3.4	Quarta Fase – Instrumentação	32
4	CONCLUSÃO	35
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

A implementação de sistemas automatizados na indústria farmacêutica aumentou durante os últimos anos. A utilização de sistemas supervisórios, de aquisição de dados e controles por controladores lógicos programáveis permite robustez e eficiência no processo produtivo. Mesmo sendo tendência a utilização de conceitos da indústria 4.0 como *machine learning* e *big data*, nesse setor as automações tem que ser robustas o bastante para garantir a qualidade da produção, pois são produtos que impactam a saúde humana e animal. Ademais é fundamental a preocupação com integridade de dados, conceito amplamente utilizado no ramo devido a importância da rastreabilidade de processos como forma de mapear possíveis falhas em processo.

O objetivo deste trabalho é descrever as atividades desenvolvidas no estágio em áreas distintas do conhecimento em uma indústria farmacêutica, que fazem parte da matriz curricular do curso de engenharia de controle e automação, bem como a capacidade para desenvolver trabalho de gestão, técnico e analítico.

1.1 Sobre a Empresa

Para iniciar a descrição das atividades desenvolvidas nesse trabalho, fez -se necessário uma breve introdução sobre a empresa, o *core job*, processos e valores.

A empresa a qual as atividades foram desenvolvidas denomina-se Boehringer Ingelheim, é uma multinacional alemã fundada em 1885 do ramo farmacêutico com filiais em todos os continentes. Tem em torno de 50.000 funcionários e uma receita na ordem de bilhões.

A planta fabril onde o estágio foi realizado encontra-se nas proximidades do município de São Paulo e possui cerca de 450 funcionários, possuindo prêmios por ser lugar de excelência para se trabalhar. Ademais possui grande reconhecimento no mercado pela qualidade dos produtos e das oportunidades para os colaboradores. Oferece também autonomia aos estagiários não só de realizar, mas iniciar reuniões com chefia, bem como

participação em projetos.

A empresa é rigorosa com os padrões de qualidade seguindo as normas da ANVISA, FDA e INVIMA. Fabrica remédios para diabetes, coração, AVC, cólicas, pressão alta, etc.

A Boehringer é rígida com segurança de dados e há regras específicas para histórico dos dados e modificações, pois por ser uma produtora de fármacos é fundamental o rastreio de qualquer modificação em qualquer setor, pensando em casos em que possam ocorrer *Recalls*, para tanto os acessos aos sistemas utilizam *Audit Trail* (trilha de auditoria).

1.2 Processo produtivo da empresa

A empresa possui as áreas de produção e de embalagem de fármacos líquidos e sólidos. Produz sólidos nos formatos de comprimidos, cápsulas e drágeas. Há a separação entre a área de produção e de embalagem.

Na produção de sólidos ficam as máquinas drageadeiras, leitos fluidizadores, granuladores, compressoras, balanças, durometros, etc. Essas máquinas são responsáveis por dar o tratamento da matéria prima (conhecido como granel) em produto acabado.

Nas linhas de embalagem de sólidos tem-se embalagem dos produtos para serem encaixotados e entregues ao almoxarifado. Tem-se na linha de sólidos as máquinas blistadeiras, encartuchadeiras e encaixotadoras que seguem essa ordem no processo produtivo.

As blistadeiras, Figura 1, são responsáveis por inserir o material acabado no interior de bolsas (blisters) e selar os materiais inferior e superior.

Figura 1: Blistadeira



Fonte: do autor (2019)

As encartuchadeiras, Figura 2, tem o papel de colocar as cartelas de remédio dentro dos cartuchos com a bula.

Figura 2: Encartuchadeira.



Fonte: do autor (2019).

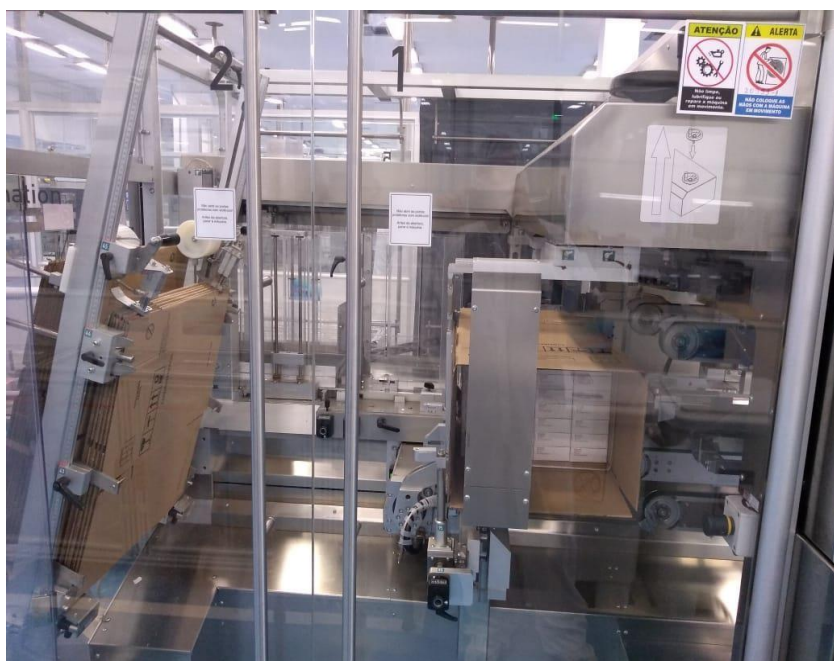
No final da linha de embalagem há as encaixotadoras, Figura 3, onde as caixas são automaticamente armadas e os cartuchos são inseridos. Por fim as caixas são entregues ao almoxarifado por meio de um sistema automatizado movendo as caixas em um sistema de roletes.

Na produção de líquidos encontram-se os reatores, misturadores, balanças, bombas de transferências, etc.

Na parte de embalagem de líquidos estão as encartuchadeiras, encaixotadeiras, rotuladeiras, disco de acúmulo, posicionadoras de frascos, sopradoras de frascos, e enchedoras.

Todas essas áreas são compostas de sistemas supervisórios interfaceados com CLP's, atuadores e sensores para garantir as automações. Em alguns pontos das linhas de produção há os sistemas de visão para detectar falhas nos processos.

Figura 3: Encaixotadeira



Fonte: do autor (2019)

1.3 Áreas de atuação do estágio

O estágio ocorreu no horário das 7:30 às 16:30, iniciou-se em 14 de janeiro de 2019 e tem duração de um ano, com possibilidade de extensão para 2 anos.

Foi realizado em 4 áreas distintas e para discorrer sobre as atividades desenvolvidas, dividiu-se o trabalho em 4 fases seguindo a ordem cronológica. Ainda que houvesse atividades sendo feitas em paralelo considerou-se o início destas.

As primeiras duas fases do estágio se passaram no departamento de produção farmacêutica sendo a primeira fase no setor de Manutenção Industrial e a segunda no setor de Embalagem Farmacêutica. A terceira e quarta fase ocorreram no departamento de

engenharia, a terceira ocorreu no setor de Automação e a quarta no setor de Instrumentação.

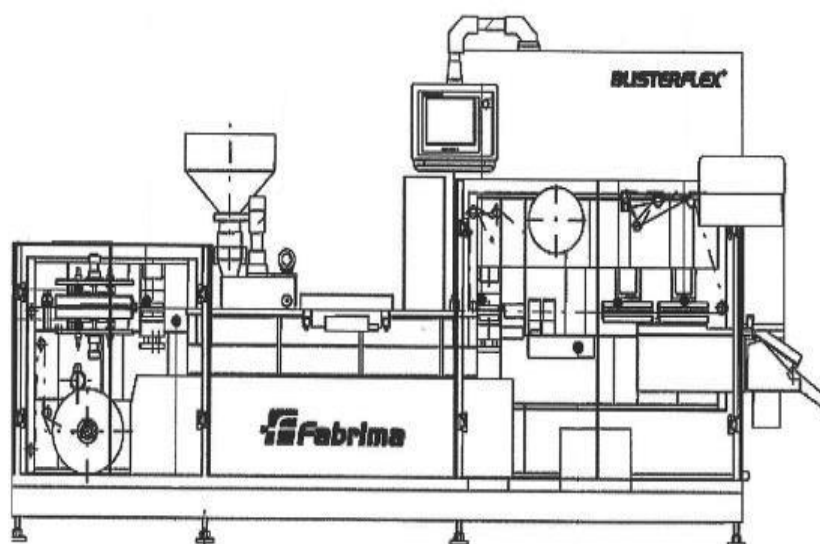
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Blistadeira

Blistadeira, Figura 4, é a máquina responsável por guarnecer os remédios nas cartelas, naquela ocorre a formação do blíster (bolsas) pelo processo de aquecimento do PVC (Policloreto de Polivinila), material utilizado por ser termoformável.

Essas bolsas, Figura 5, são preenchidas com o produto (comprimidos, drágeas, cápsulas) e vedadas. A vedação ocorre por processo a quente que unta o alumínio e PVC (PILCHIK, 2000).

Figura 4 : Desenho blistadeira



Fonte: PILCHIK, 2000

Figura 5: Blíster



Fonte:FABRIMA, 2005

2.2 Encartuchadeira

Depois de pronta, a cartela de remédios fabricadas na blistadeira saem para encartuchadeiras. Nessa máquina rótulos de medicamentos são colocados juntamente com as cartelas dentro de cartuchos. Os cartuchos são dobrados e fechados automaticamente. A máquina conta com ferramentais como guias e empurradores para conduzir o processo. Para fechar os cartuchos a máquina o faz por meio de uma cola quente (YAM, 2009).

2.3 Encaixotadeira

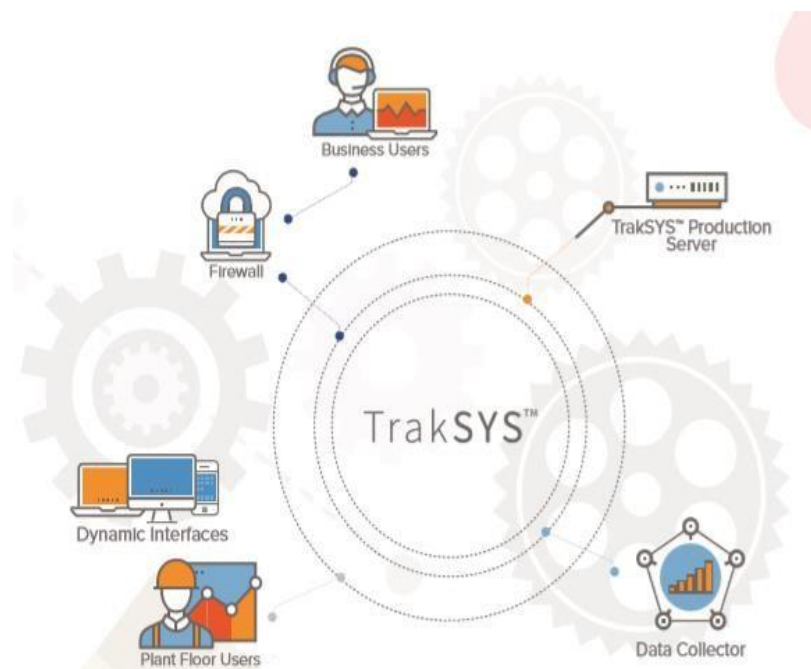
A armadora de caixas é a máquina responsável por empilhar os cartuchos que saem da encartuchadeira e inseri-los nas caixas que são armadas e fechadas. O processo ocorre todo de maneira automática. Há um sistema de visão que controla a posição das pilhas de cartucho na máquina (YAM, 2009).

2.4 TrakSYS™

Software responsável por coletar dados do processo produtivo automaticamente com objetivo de analisar e identificar oportunidades de melhorias, bem como aprimorar eficiência de produção. É componente dos programas Lean Six Sigma e de eficácia geral do equipamento (OEE – *Overall*

Equipment Effectiveness). Figura 6 ilustra a aplicação do Traksys (FROST & SULLIVAN, 2005).

Figura 6: TrakSYS™



Fonte: PARSEC™, 2016

2.5 Lean Six Sigma

Lean e Six Sigma têm um relacionamento complementar hoje amplamente aceito, e mais empresas estão estabelecendo esses programas, especialmente após a capacidade comprovada de Lean e Six Sigma em empresas líderes como Toyota e Motorola (SALAH et al., RAHIM e CARRETERO, 2010).

No entanto, existem algumas diferenças fundamentais entre as duas abordagens de gerenciamento e melhoria de processos, como a aplicação da metodologia Six Sigma requer treinamento mais intenso em comparação à metodologia Lean, e o Lean é fundamentalmente usado para combater a ineficiência do processo, enquanto o Six Sigma é usado principalmente para abordar questões de eficácia do processo (ANTONY, 2011).

Portanto, existem muitas definições diferentes de Lean Six Sigma (LSS). No entanto, o fundador e presidente do The George Group, a maior prática de consultoria em LSS nos EUA, George (2002) define o LSS como “Uma metodologia que maximiza o valor para o acionista, alcançando a taxa mais rápida de melhoria na satisfação, custo, qualidade e processo do cliente. Velocidade e capital investido” (MUSTAPHA; MUDA, 2019).

2.6 Belts

Quanto aos projetos, seguindo a metodologia Lean Six Sigma, há classificações da complexidade do projeto e o líder de projeto tem que ser capacitado para liderar o mesmo.

A classificação baseada na ordem de faixas do judô, os *white belts*, *yellow belts*, *green belts*, *black belts* e *master black belts*.

Para conduzir o projeto o líder deve passar por treinamento e realizar uma prova para se certificar. O treinamento consiste em aplicação de ferramentas da qualidade, ferramentas quantitativas e qualitativas e estatística aplicada. Se ao final do projeto alcançar os resultados será certificado também pelo projeto.

2.7 Eficácia geral do equipamento (OEE)

OEE (do inglês *Overall Equipment Effectiveness*) é um indicador que leva em consideração a disponibilidade, performance e qualidade de um processo (ABDUL, 2019).

A disponibilidade mostra quanto tempo de fato o equipamento produziu em relação ao tempo considerando paradas não planejadas. A performance nos mostra se houve variação da velocidade ou microparasas enquanto o equipamento estava operante. A qualidade indica o percentual de itens bons em relação ao total de itens alocados para o processo.

2.8 Sistemas, Aplicativos e Produtos (SAP)

O software SAP é um pacote integrado de aplicativos de negócios que possui diversos módulos que permite a gestão de ativos e de negócios. É um software de Gestão Empresarial (ERP *Enterprise Resources Planning*) (MARTINOVIC; DELIBASIC, 2014).

SAP ERP tem vários módulos, como exemplo: SAP MM - *Material Management* (Gestão de Materiais), SAP WM - *Warehouse Management* (Gerenciamento de Armazenagem), SAP SD - *Sales and Distribution* (Vendas e Distribuição) e SAP PM - *Plant Maintenance* (Planejamento da Manutenção) (SHKURSKII; SABEL'NIKOVA, 2014).

2.9 Tipos de manutenção e Manutenção Produtiva Total (TPM)

Manutenção é um conjunto de tarefas que tem como objetivo manter as máquinas, instalações, equipamentos e sistemas em operação com objetivo de manter a produtividade.

A maneira de gerir a manutenção mudou de uma visão voltada a custos inerentes do processo sem planejamento para uma abordagem voltada a qualidade do produto, planejamento de manutenções e análise para entender principais defeitos (CORDEIRO; ASSUMPCAO, 2019).

Considera-se como principais tipos de manutenção as manutenções corretivas, preventivas e preditivas. As corretivas referem-se à atuação após a máquina apresentar alguma falha. As preventivas são centradas em planejamento de manutenções com base nos manuais, no histórico de falhas e no *know-how* dos técnicos. As preditivas por sua vez são direcionadas para coleta de dados para verificar os desgastes das máquinas.

A TPM (*Total Productive Maintenance*) considera um estágio avançado de gestão centrada numa visão macro da manutenção que considera segurança, análises, uso de ferramentas da qualidade, coleta de dados, planejamento baseado na coleta de dados e ferramentas. Manutenção autônoma é o processo em que os operadores estão envolvidos na manutenção de seus próprios equipamentos, enfatizando a manutenção proativa e preventiva (AGUSTIADY, 2018).

2.10 Análise de Causa Raiz

Análise em que por meio de ferramentas da qualidade chega-se à causa raiz de um processo, muitas vezes utiliza-se a ferramenta dos 5 porquês, Espinha de Peixe ou Diagrama de Pareto.

A primeira é semelhante ao questionamento de uma criança sobre algo, sendo as respostas das perguntas cascadeadas na próxima pergunta, até chegarmos à resposta raiz, ou causa raiz.

Quanto a Espinha de Peixe, é uma ferramenta que categoriza as possíveis causas de maneira gráfica semelhante a uma espinha de peixe.

Diagrama de Pareto é uma ferramenta gráfica que mostra valores individuais em ordem decrescente representados por barras e o total acumulado das causas representado por uma linha (ARTHUR, 2019).

2.11 Calibração

De acordo com o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM), calibração é numa primeira etapa a leitura de valores com suas incertezas de medição em diversos tipos de equipamentos e numa segunda etapa o ajuste desses equipamentos para corresponder a padrões de medição estabelecidos em norma e nova leitura de suas medições e incertezas afim de garantir que as regulagens foram corretas.

Segue algumas definições de equipamentos calibráveis bem como definições mais gerais.

Segundo Ribeiro (2011, cap.5, p.28) “Transdutor em engenharia é qualquer dispositivo que converte um sinal de entrada em um sinal de saída de forma diferente “.

Ainda de acordo com Ribeiro (2011, cap.5, p.28) “Transmissor é um instrumento que tem como entrada uma grandeza física e gera um sinal eletrônico ou pneumático proporcional ao valor da variável.”

Indicador é um instrumento que indica a variável de saída. podendo também indicar a variável de entrada. Sensor é um transdutor que também é um indicador.

Chave é um equipamento que comuta entre estados podendo ligar, desligar ou selecionar um circuito. A chave pode ser de natureza manual ou automática. Chave automática é aquela que é acionada ou desacionada ao atingir determinado valor configurado. Chaves automáticas clássicas são: pressão (pressostato), temperatura (termostato), nível, vazão, posição (chave fim de curso) (RIBEIRO, 2011).

Termopar é um sensor de temperatura que por meio da comparação de uma temperatura de referência gera uma tensão proporcional a diferença de temperatura medida com aquela usada para referência (RIBEIRO, 2011).

Manômetro é o instrumento responsável pela medição da pressão (RIBEIRO, 2011).

2.12 Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)

Segundo os inventores os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC- do inglês HVAC: *heating, ventilating and air conditioning*) trabalham de maneira a controlar a temperatura, umidade e pressão de acordo com a especificação solicitada.

Os sistemas AVAC removem impurezas por meio de filtros e ventilação adequada, proporcionando higienização e climatização. Dessa forma ocorre o

insuflamento e exaustão do ar, sendo o primeiro responsável pela injeção de ar fresco e o segundo pela retirada do ar com filtragem do mesmo.

2.13 Sistema de Visão

Os sistemas de visão têm como objetivo em processos industriais detectar falhas automaticamente e atuar no processo corrigindo de maneira veloz. Na indústria farmacêutica atua na inspeção: do nível de líquidos, de posição e qualidade dos dados de produto, de empilhamento de cartuchos dentro das caixas, de conferência de blisters vazios entre outros.

O módulo mais importante do software são os algoritmos de inspeção, que devem ser capazes de aplicação precisa e em alta velocidade. Fatores como iluminação, posição de ajustes físicos da máquina pode influenciar a leitura das imagens no sistema. Para tanto a parametrização correta deve ser feita com base em padronização dos ajustes de máquina (ZHANG, 2018).

2.14 Controlador Lógico Programável (CLP)

De acordo com a NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*) é um equipamento digital eletrônico que possui memória reprogramável com armazenamento interno. Possui a capacidade de implementar lógicas de programação em diversas linguagens que possuem contadores, operações aritméticas, temporizadores e operações de comparação para acionar, controlar, monitorar por meio de módulos de entrada e saída atuadores e sensores. Possui entradas e saídas digitais e analógicas além de módulos de expansão.

2.15 Controlador Proporcional, Integral e Derivativo (PID)

É amplamente utilizado nas indústrias de processo devido à sua simplicidade, robustez e amplas faixas de aplicabilidade na camada de controle regulatório. É comum esses controles em processos industriais referentes a nível, temperatura e vazão. O controlador compara um valor de referência (*Setpoint*) com o valor atual do processo e realiza os ajustes a fim de se manter uma faixa próxima ao valor de referência (SHAMSUZZOHA, 2013).

3 ATIVIDADES REALIZADAS

3.1 Primeira Fase – Manutenção Industrial

Nessa fase do estágio trabalhou-se com a criação de planos de manutenção preditiva e preventiva utilizando o software SAP no módulo PM (*Plant Maintenance* – planejador de manutenção) junto ao time de planejamento.

Foram realizadas atividades rotineiras e administrativas como envio de peças para consertos relativos à causas mecânicas e elétricas, inclusões de estoque e *imputação* de dados provenientes do sistema TrakSYS™ em planilhas que compõe os indicadores da área.

Houve acompanhamento junto aos técnicos na rotina para entender as preventivas e corretivas tanto pelo setor da mecânica quanto de elétrica. Para os indicadores eram importantes relatórios de horas apropriadas via SAP, índice de ACR's, índice de qualidade e segurança e índice de erro de apontamento via TrakSYS™.

Para otimizar os processos da área foram automatizadas diversas ferramentas que faziam o corpo técnico desprender muito tempo. Utilizou-se para isso a linguagem Microsoft VBA (Visual Basic for Applications) Excel® para automatizar relações entre planilhas, entre planilhas e o sistema TrakSYS™ e entre o Microsoft Excel® e Microsoft Outlook® com envio automático de e-mails.

Figura 7: Formulário Análise de Causa Raiz

ACR

Página 1 | Página 2 | Página 3

Análise de Causa Raiz

Mês Ordem SAP

Técnico EVENT ID(PLANILHA ACR/TRAKSYS)

Ocorrência(Descrição)

Pontos Avaliados/Ação Imediata

Houve set-up?

Fonte: do Autor(2019)

Primeiramente aprimorou-se o antigo formulário para preenchimento de ACR's, Figura 7 acima, gerado via TrakSYS™, para isso utilizou-se a criação de formulários com linguagem de programação VBA Excel bem como o uso de *querys* (conexões no Excel).

Por meio da depuração do código fonte do TrakSYS™ (que fica hospedado em um servidor em linguagem ASP.NET) criou-se uma conexão com o Excel fazendo algumas modificações e quebrando *Strings* (tipo de dado de programação) para puxar os relatórios pretendidos.

No formulário antigo havia muitos erros que faziam o processo ser trabalhoso e havia retrabalho em puxar dados já *inputados* no TrakSYS™. Então três categorias no preenchimento são puxadas automaticamente, porém com a opção de edição. O formulário foi baseado na requisição dos técnicos para sintetizar o processo.

A criação de planos de manutenção via SAP estava centralizada em uma pessoa, mas por meio de estudo do módulo PM, foi possível estabelecer um tutorial de como criar um plano de manutenção para os técnicos planejadores, que também se tornaram aptos a criar planos possibilitando descentralização da tarefa para distribuir melhor o *workload* dos interessados.

Também se automatizou a extração dos dados mensais de paradas relevantes apenas à manutenção (e não à operação), e para todas as paradas que precisam de preenchimento do formulário de ACR, criou-se o envio automático por e-mail para os nomes dos mantenedores responsáveis pelo preenchimento das ACR's. Feito o preenchimento das ACR's esses dados vão para uma base de dados que faz interface com a planilha GUT-Matriz de gravidade urgência e tendência, onde são feitas as tratativas das ACR's, a transferência de dados é automática também.

A extração de dados para a planilha de FTA (*Fault Tree Analysis*) foi automatizada, bem como a planilha de *Downtime*, que mostra o tempo das paradas de máquina.

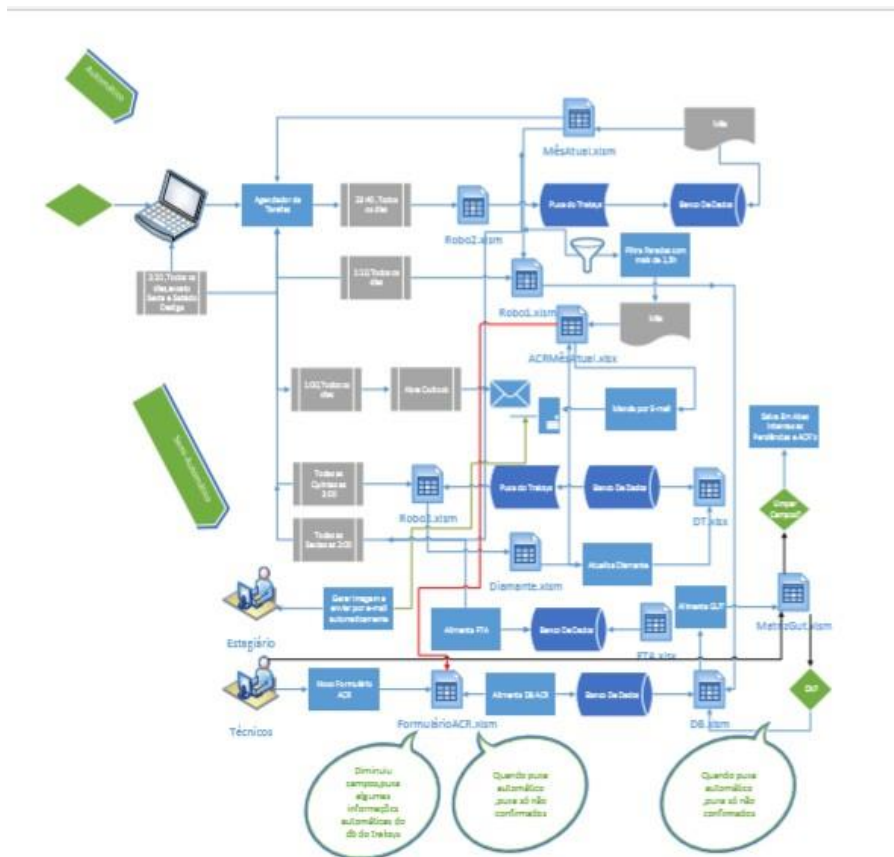
O lançamento de horas extras foi aprimorado para alimentar o banco de dados de horas apropriadas e lançar automaticamente e-mail solicitando permissão para acesso dos colaboradores ao almoxarifado nos horários de horas extras.

Para garantir as automações criou-se *triggers* no Excel ao abrir as planilhas, mas para abrir tais planilhas utilizou-se o *Task Manager* (Gerenciador de tarefas do Windows®), que permite programar tarefas por eventos ou por tempo. Com horários pré-definidos abre-se as planilhas, além do desligamento automático do Windows® para não haver consumo excessivo de energia. Cada tarefa tem dias e horários específico para funcionar, e na Figura 8 podemos ver o fluxo resumido depois do processo de

automatização.

Utilizou-se em VBA a técnica de depuração para garantir que não haveria erros, também foi feito um acompanhamento para ver possíveis erros. Como desfecho os processos foram automatizados livres de defeitos.

Figura 8: Fluxo de automações



Fonte: do autor (2019)

Houve também participação no suporte às atividades de TPM, por meio de cartões que ficam nas linhas, os quais os operadores abrem para sinalizar as melhorias, que serão avaliadas pelos técnicos se procedem ou não. Existe um fluxo com datas limite para possíveis tratativas, bem como reuniões periódicas e extração de dados do SAP com os cartões que foram aprovados e o status desses.

3.2 Segunda Fase – Produção Farmacêutica

Durante o desenvolvimento do estágio após a implementação das atividades desenvolvidas na primeira fase houve o convite para participar de um treinamento *yellow belt*, bem como um projeto de tal complexidade utilizando a metodologia Lean Six Sigma e acompanhamento de projeto utilizando o conceito de PDCA (Plan-Do-Check-Act).

O projeto tinha como objetivo diminuir o número de válvulas amassadas no posicionador de válvulas. Por meio de ferramentas da qualidade como Diagrama de Espinha de Peixe fez-se o levantamento das principais paradas junto aos operadores e manutentores. Utilizando-se do software Minitab® fez-se o levantamento estatístico das paradas utilizando os dados pelo sistema TrakSYS™ e por um sistema interno da empresa. Após coordenar a implementação de ações dos técnicos mecânicos para melhorar o sistema fez-se um acompanhamento de dados pós-melhoria bem como criação de ferramentas para garantir a sustentabilidade da melhoria.

Como o projeto foi concluído com destreza e qualidade, um novo convite foi feito para participação de um projeto que inicialmente acreditou-se ter complexidade *green belt*, que já estava em andamento pois pertencia a um antigo colaborador da empresa. O projeto tem como objetivo aumento de OEE de uma linha de embalagem.

Nesse projeto utilizou-se o conceito de DMAIC (*Define-measure-analyse-implement-control*) e ferramentas da qualidade, além das ferramentas utilizadas no projeto anterior como testes de normalidade, capacidade, utilizou-se ferramentas como matriz de causa e efeito, matriz de esforço e impacto, bem como a ferramenta 5W2H para implementação. Esse projeto além de possuir a complexidade de gerenciar uma equipe maior, possui interface com muitas áreas da empresa, com muitos *targets*, e análises mais aprofundadas.

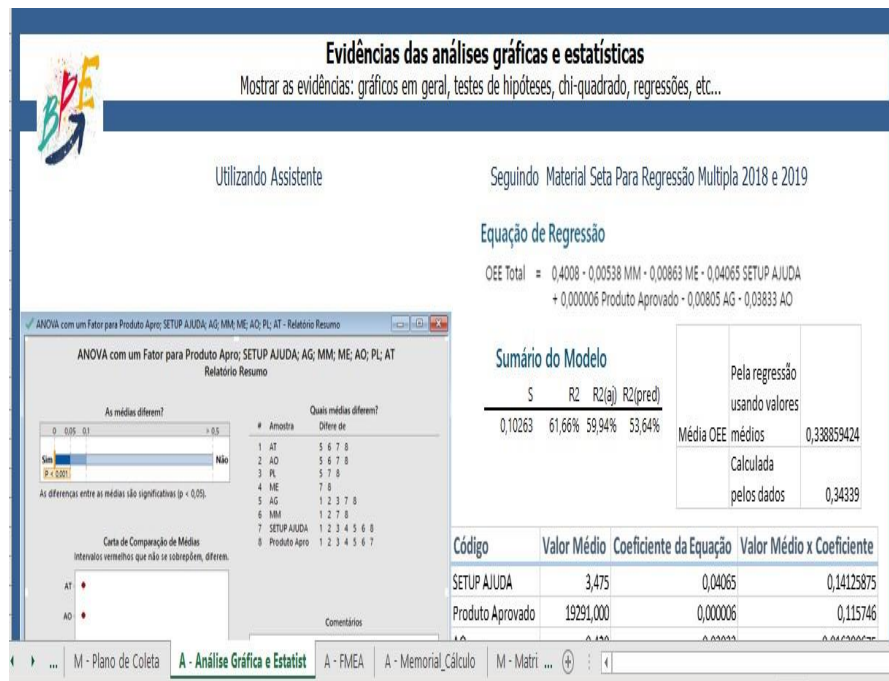
O conhecimento técnico no projeto é uma parte importante, mas o *feeling* analítico em detrimento de uma abordagem *by the book* de como proceder no projeto e a capacidade de liderança são determinantes para o êxito. No projeto são mandatórias apresentações para fábrica e diretoria sobre os atingimentos.

Durante essa atividade notou-se que alguns alcances do projeto não estavam sendo possíveis devido ao uso de ferramentas do escopo *green belt*, para suprir isso foi feito um estudo sobre algumas ferramentas *black belt* para chegar aos resultados. Depois de

entregue os resultados à equipe de suporte do projeto já próximo a etapa de fechamento percebeu-se que o mesmo tem na realidade complexidade *black belt*. Como tais projetos são orçados no início, apesar de alcançar a meta, a classificação tem que ser mantida tanto para fins de certificação quanto de documentação e caso necessário pode ser feito um novo projeto com a complexidade modificada.

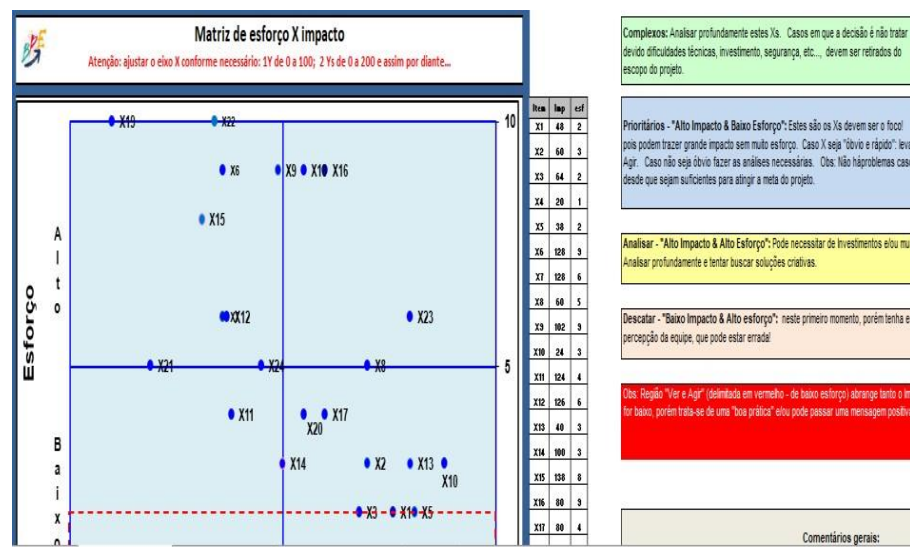
O projeto encontra-se em andamento e tem alcançado os *targets* que foi proposto, e apesar de receber o projeto já iniciado está dentro do *workplan* (que define o cumprimento dos prazos). As figuras 9, 10 e 11 ilustram como é documentado o projeto.

Figura 9: Análise gráfica e estatística



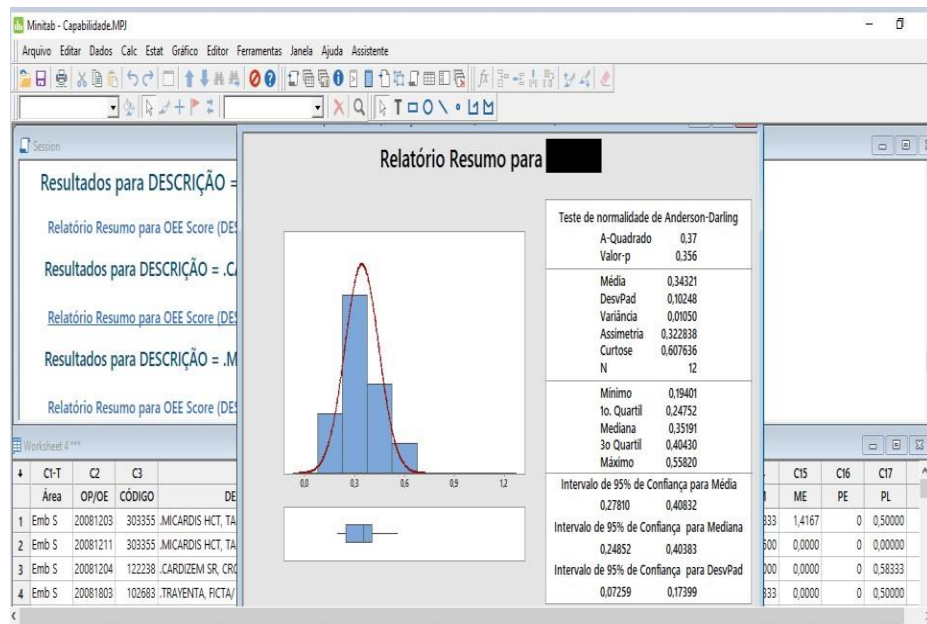
Fonte: do autor (2019)

Figura 10: Matriz de esforço e impacto



Fonte: do autor (2019)

Figura 11: Teste de normalidade e capacidade



Fonte: do autor (2019)

Outras atividades desenvolvidas nessa área foram o monitoramento das atividades de Setup de máquinas (ajuste de máquina antes de iniciar o processo produtivo) e acompanhamento para tentativa de auxiliar na redução do tempo do mesmo remanejando atividades dos operadores.

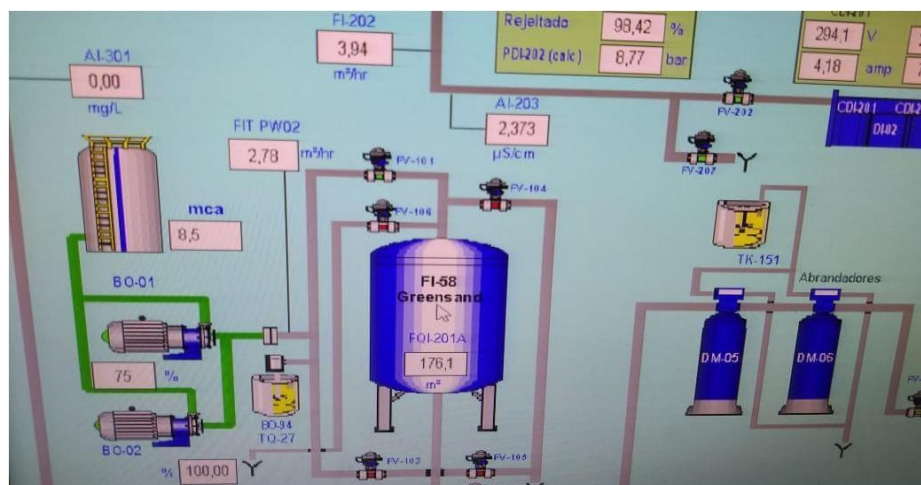
Houve também treinamentos no escritório da empresa em São Paulo capital bem como visitas técnicas a outras empresas, e participação de feiras de tecnologias e tendências da indústria 4.0.

3.3 Terceira Fase – Automação

Nessa etapa o estágio migrou para o setor de engenharia, tendo como atividade remanescente das fases iniciais apenas com o projeto *black belt*. Nessa etapa foram absorvidas atividades da automação, vale notar que tanto a área de Instrumentação quanto Automação atendem o setor de Produção e Utilidades (que fornece os suprimentos para fábrica, como energia, ar e água) com maior frequência, portanto todo o conhecimento adquirido nas primeiras fases do estágio agregam valor para o estagiário atuar como interface entre as áreas.

Nessa etapa a primeira atividade desenvolvida foi a de verificar possíveis falhas nos sistemas supervisórios da produção, Figura 12, bem como atividades técnicas que envolvem melhoria da infraestrutura de cabos no piso técnico para melhorar a qualidade de sinais.

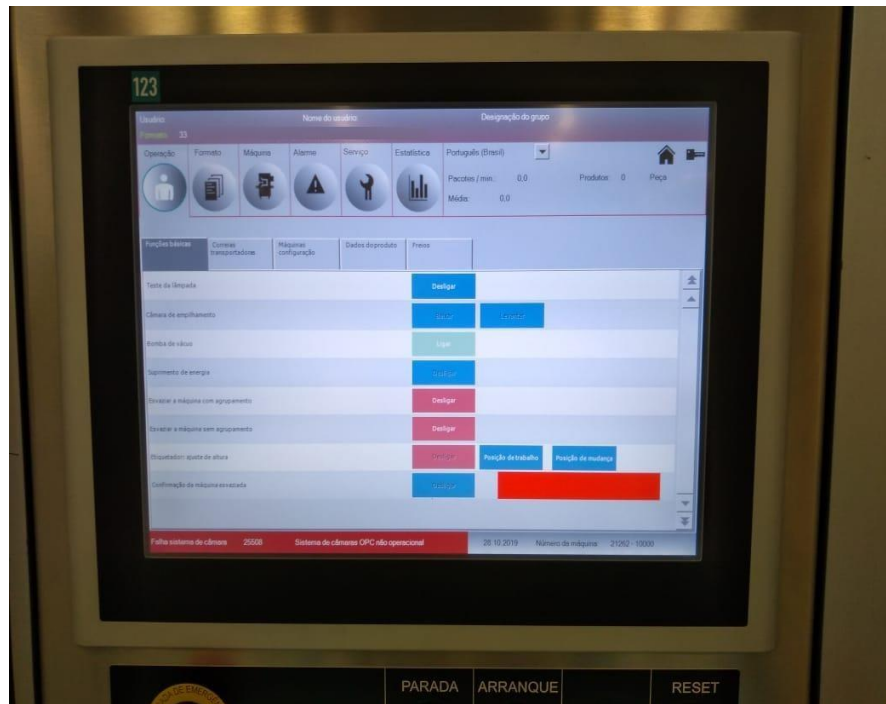
Figura 12: Sistema supervisório do setor de utilidades



Fonte: do autor (2019)

Outra atividade foi a aprendizagem sobre como dar manutenção nos sistemas de visão das linhas de embalagem, Figura 13, e a verificação de possíveis falhas. Acompanhou-se o monitoramento dos CLP's para entender possíveis falhas nas linhas de embalagem.

Figura 13: Sistema de visão de uma linha de embalagem



Fonte: do autor (2019)

Houve participação em treinamentos sobre os sistemas de visão, como funcionam, e como são feitas as parametrizações. Estrategicamente o estagiário foi alocado para participar de um projeto com objetivo de entender falhas numa das linhas de embalagem de líquidos que apresenta falhas que englobam tanto problemas do setor de Manutenção como do setor de Automação relativos aos sistemas, o conhecimento acumulado nas duas áreas permitiu tal acompanhamento.

Nessa etapa também houve o acompanhamento, testes e manutenção e treinamentos sobre sistemas das controladoras que cuidam dos sistemas de exaustão e insuflamento localizado no piso técnico, no setor de utilidades. As controladoras apresentam diagramas que mostram as malhas para controle PID.

Nessa fase o estagiário também foi responsável por cuidar e criar um novo controle do *budget* das duas áreas (automação e instrumentação), aprendendo sobre questões financeiras, e toda a complexidade de custos.

Por cuidar dos indicadores também ficou atribuída a tarefa de acompanhar as ordens e notas de manutenção que estão pendentes no sistema SAP.

3.4 Quarta Fase – Instrumentação

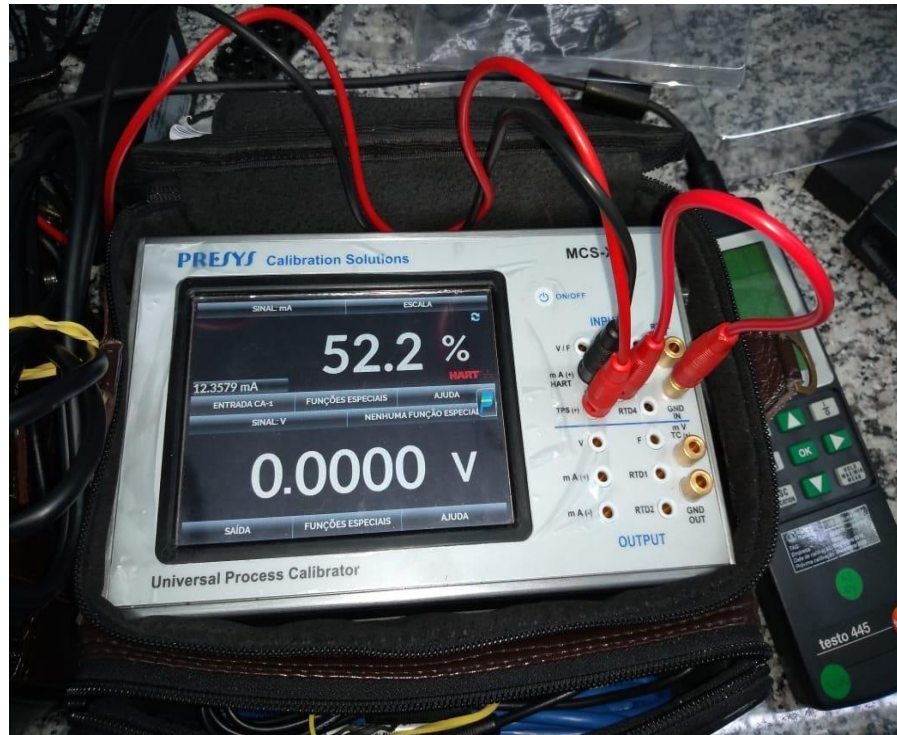
Na quarta fase do estágio as tarefas primordiais são os atendimentos às áreas para calibração. Calibração de sensores, transdutores, transmissores de temperatura, umidade e pressão tais como, termopares, manômetros, termopares, pressostatos, termostatos, etc. Outras calibrações como de balanças e fornos (Figura 14) são também comuns. A calibração por vezes é feita *in loco* levando os equipamentos padrão de calibração (Figura 15) e por vezes com a retirada dos elementos a serem calibrados com calibração realizada em bancada no setor de instrumentação. Essa é uma área bem técnica com manuseio de ferramentas. Para o manuseio dos padrões de calibração (Figura 16) é necessário fazer treinamentos internos.

Figura 14: Forno para calibração



Fonte: do autor (2019)

Figura 15: Padrão de calibração



Fonte: do autor (2019)

Figura 16: Padrões de calibração calibrando múltiplos sensores



Fonte: do autor (2019)

Nessa fase foi possível se ter uma visão macro da empresa pois esses setores atendem toda a fábrica. Os instrumentos são calibrados baseados nos planos de preventiva, há também as calibrações corretivas.

Em todas as fases do estágio houve treinamentos e participação em reuniões e apresentações. A fábrica aplica a metodologia 5s (5 senso) para organização e em todo o estágio é mandatório participar dessas atividades.

4 CONCLUSÃO

O estágio ofereceu um aprofundamento em múltiplas áreas, inclusive a integração das mesmas, teve características de um *Trainee* seguindo o conceito de *job rotation*. Também ficou evidente a realização de atividades de diferentes hierarquias, desde atividades de estagiário, de analista e até mesmo de supervisor, o que evidencia preparo para o mercado.

Pelo trabalho observa-se como o curso de engenharia de controle e automação oferece uma formação horizontal abrangendo múltiplas áreas do saber que suportaram as atividades. Além de uma formação com abordagem de matérias específicas ressalta-se a importância de uma formação complementar com matérias administrativas seguindo as tendências de mercado. A visão holística oferecida no curso permite dinamismo e rápida adaptação em áreas distintas. O aprofundamento matemático em matérias complexas oferece uma base que sedimenta o entendimento mesmo em ferramentas reconhecidas em projetos industriais.

A matéria de informática industrial com aulas teóricas e práticas atende aquilo que o mercado demanda. A matéria de instrumentação apesar de ter uma base teórica consolidada poderia oferecer um tempo maior para aulas práticas.

As aulas práticas agilizam a implementação prática em situações reais, mas o entendimento teórico permite que se torne fácil o aprendizado pois compreende-se o processo e não apenas reproduz -se algo.

O curso apresenta um enfoque voltado a programação e a áreas acadêmicas, o que pode ser um disparate para atividades técnicas e mercadológicas desenvolvidas no estágio. Nesse ponto encontrou-se certas dificuldades que são lacunas da grade curricular.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RANTANEN, J. et al. **AAPS PharmSciTech**, 2000, v.1, p.1-26.

PILCHIK, R, 2000, **Pharmaceutical Blister Packaging, Part 2, Machinery and Assembly**

YAM, K. L., **Encyclopedia of Packaging Technology**, John Wiley & Sons, 2009 p .228-914

FABRIMA(Brasil), **Manual de funcionamento da Emblistadeira Automática (blisterflex)**, 2005.

PARSEC, Disponível em:

<https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2349818/Marketing_Collateral/Case_Studies/Case_Study_Schering_Plough_Digital.pdf> Acesso em 25 de outubro de 2019.

FROST & SULLIVAN (Estados Unidos), **Parsec offers enhanced manufacturing productivity management tool**. *Advanced Manufacturing Technology*, Junho 2005, p. 2.

MUSTAPHA, M.; ABU HASAN, F.; MUDA, M., 2019, **Lean Six Sigma implementation: multiple case studies in a developing country**, *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 10 n. 1, p. 523-539

Lean Six Sigma, Disponível em :

<<https://www.dietz-consultants.com/en/glossary/fmea-six-sigma-lean-six-sigma-cip-fmea-cip/>> Acesso em 20 de novembro de 2019.

ABDUL SAMAT, H.; KAMARUDDIN, S.; ABDUL AZID, I.. **Integration of Overall Equipment Effectiveness (OEE) and reliability method for measuring machine effectiveness**. *S. Afr. J. Ind. Eng.*, Pretoria, v. 23, n. 1, p. 92-113, 2012

ARTHUR.J, **Who Invented the Pareto Chart?**. *Quality Digest*.

SHKURSKII, S.A.; SABEL'NIKOVA, **Resource Control System Based on the SAP ERP System** E.A. Coke Chem. v.54 n.11 p.426-427,2011.

MARTINOVIC, N.; DELIBASIC, B. 2014. “**Selection of the best consultant for SAP ERP project using combined AHP-IBA approach**”.

CORDEIRO, J. C. A.; ASSUMPCAO, M. R. P., 2016. **Management indicators for corrective maintenance/Indicadores para gestao na manutencao corretiva**. Revista Exacta, p. 173

Total Quality Management & Business Excellence [1478-3363] AGUSTIADY, T. K , 2018 p.1 -8

OSHA; EPA. **FactSheet: The Importance of Root Cause Analysis During Incident Investigation (PDF)**. *Occupational Safety and Health Administration*. Acesso em 03 de Novembro de 2019.

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO. **Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais de termos associados (VIM 2012)**. INMETRO. Rio de Janeiro, 2012. Traduzido de: **International Vocabulary of Metrology: basic and general concepts and associated terms –JCGM 200:2012**. 3rd. ed. 2012

RIBEIRO, M. A., **Instrumentação**, 8º edição, 1999, p.28-112,

Patent Issued for HVAC System Air Filter (USPTO 10,434,466). Obesity, Fitness & Wellness Week, 2019, p. 652.

ZHANG.H *et al.*, **Automated Machine Vision System for Liquid Particle Inspection of Pharmaceutical Injection**, in *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*,v.67,n.6,p.1278-1297,2018.

MOHAMMAD.S, Closed-Loop PI/PID Controller Tuning for Stable and Integrating Process with Time Delay Industrial & Engineering Chemistry Research v.52, n.36, 12973-12992, 2015