

UNIVERSIDADE TÉCNOLOGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CORNÉLIO PROCOPIO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

HENRIQUE ROSAN

**PROPOSTA DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE UMA
FÁBRICA DE COSMÉTICO UTILIZANDO AS NORMAS ISA S5.X**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

CORNÉLIO PROCÓPIO

2019

HENRIQUE ROSAN

**PROPOSTA DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE UMA FÁBRICA DE
COSMÉTICOS UTILIZANDO AS NORMAS ISA S5.X**

Proposta de trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Chincaro Bernuy
Coorientador: Prof. Dr. Wagner Endo

Cornélio Procópio

2019



FOLHA DE APROVAÇÃO

Henrique Rosan

Proposta de instrumentação e controle de uma fábrica de cosméticos utilizando as normas ISA S5.X

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 14:00hs do dia 27/06/2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Controle e Automação no programa de Graduação em Engenharia de Controle e Automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Dr(a). Miguel Angel Chincaro Bernuy - Presidente (Orientador)

Prof(a). Dr(a). Wagner Endo - (Coorientador)

Prof(a). Dr(a). Emerson Ravazzi Pires da Silva - (Membro)

Prof(a). Dr(a). Rodrigo Rodrigues Sumar - (Membro)

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

Em memória de Danilo Rosan, um grande homem com grandes ensinamentos, alegre e divertido, que conduziu a educação de sua família.

A Ana Romano Rosan, aquela que me inspira todo dia a continuar com muita *FORZA* e *CORAGGIO*.

A meu pai e mãe, Renato e Claudia, por todo esforço e dedicação que tiveram para comigo durante esses anos de graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, por todo o auxílio e ajuda durante esses anos, pois vocês também participaram da minha educação.

Agradeço a Mariana minha irmã e cunhado Anderson pela minha sobrinha Isadora que traz alegrias a família.

Agradeço aos meus professores do EM e funcionários da Prof. Dr. Antônio de Benedictis, que acreditaram em mim, e me apoiaram nos momentos de dificuldade, agradeço por me levarem a Universidade que hoje sou aluno, sou muito agradecido a todos.

Agradeço também a UTFPR por todo o conhecimento recebido durante esses anos, e pela qualidade do ensino, juntamente com a qualidade dos Professores que ali estão, sempre dispostos a ajudar no que for preciso.

Agradeço aos amigos que tenho em Pedrinhas Paulista, pelas risadas e momentos de descontração, e me aguentarem todo esse tempo, e me desculpo por nem sempre poder estar presente em alguns momentos.

E por fim, agradeço aos amigos que fiz durante a minha estadia em Cornélio Procópio, vocês são as pessoas nas quais me ajudaram a evoluir pessoalmente, fizemos os rolês mais massas (Engenhariadas, JIA, Cervejadas), e compartilhamos experiências durante esses anos, levarei a nossa amizade sempre, em especial agradeço Menegale, Higão, Diego Careca, Gordão, Renan Elias, Bilico, Lens, Juan, Abib, Giovani, Dominato, Álvaro, pessoal da Palmares, e Rep. Tomate Seco (atuais e antigos), entre outros.

RESUMO

ROSAN, Henrique. **Proposta de instrumentação e controle de uma fábrica de cosméticos utilizando as normas ISA S5.X.** 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

Na automação de processos de produção industrial, assim como em outros processos de produção em grande escala, existe a necessidade de se apresentar os instrumentos que o compõe em toda sua extensão. Entretanto para que se faça possível a apresentação é necessária que sejam seguidas normas que proporcione maior entendimento, e que possibilite a compreensão do projeto como um todo. Por meio das normas internacionais vigentes, tais como ISA S5.X, e realizando uma análise do processo industrial de fabricação de cosméticos de pequeno porte, será realizado o diagrama P&I (*Piping and Instrumentation*) do mesmo, afim de melhorias que propiciem uma maior segurança, redução da mão de obra humana, e maior agilidade do processo. Levando em consideração os produtos produzidos, os instrumentos e os agentes normativos, são propostos a síntese do diagrama P&I do processo, utilizando a metodologia Design Thinking, de modo que não haja necessidade de mudanças dentro do local especificado, e que proporcione um ambiente mais seguro aos trabalhadores e maior agilidade de processo.

Palavras-chave: ISA S5.X, Design Thinking, Produção Industrial, cosmética, P&ID.

ABSTRACT

ROSAN, Henrique. **Proposal of control and instrumentation of a cosmetics factory using the ISA S5.X standards**. 85 f. Undergraduate Thesis – Control and Automation Engineer Course, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

In the automation of industrial production processes, as in other large-scale production processes, there is a need to present the instruments that make up the whole process. However, in order to make the presentation possible, it is necessary to follow rules that provide greater understanding, and that makes possible the understanding of the project. Through the current international standards, such as ISA S5.X, and conducting an analysis of the industrial process of manufacturing small cosmetics, the P&I (Piping and Instrumentation) diagram of the same will be carried out in order to improve safety, reduction of human labor, and greater agility of the process. Taking into consideration the products produced, the instruments and the normative agents, the P&I diagram of the process is proposed, using the Design Thinking methodology, so that there is no need for changes within the specified place, and that it provides a safer environment to workers and greater process agility.

Palavras-chave: ISA S5.X, Design Thinking, Industrial production, cosmetics, P&ID.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variáveis típicas de medição	13
Figura 2 - Variáveis de processo em um sistema de controle arbitrário de temperatura	14
Figura 3 - Sistema em malha aberta.....	16
Figura 4 - Sistema em malha fechada	17
Figura 5 - Exemplo de um Transdutor	19
Figura 6 - Exemplo de um conversor	20
Figura 7 - Exemplo de um transmissor.....	21
Figura 8 - Representação de um indicador com display de LED	21
Figura 9 - Elemento controlador de Processo (CLP)	22
Figura 10 - Válvula de controle.....	23
Figura 11 - Localização dos dispositivos de medidas individuais	24
Figura 12 - Elementos de medição e tarefas de controle	25
Figura 13 - Localização de Controladores.....	25
Figura 14 - Localização de CLPs	25
Figura 15 - Sinais empregados na simbologia.....	29
Figura 16 - Etapas do Design Thinking.....	31
Figura 17 - Reatores químicos.....	39
Figura 18 -Tanques de Armazenamento	40
Figura 19 - Envasador	40
Figura 20 - Tampador	41
Figura 21 - Logica de Acionamento da bomba P-04.....	59
Figura 22 - Lógica de Acionamento da Válvula Solenoide LCV-304A1	60
Figura 23 - Logica de Acionamento da Válvula Solenoide LCV-304A2 e demais válvulas	61
Figura 24 - Logica de Abertura da Válvula FCV-305A1.....	61
Figura 25 - Logica de acionamento da válvula FCV-305A2 e demais válvulas.....	62

Sumário

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 PROBLEMA.....	8
1.2 JUSTIFICATIVA	8
1.3 OBJETIVOS	9
1.3.1 Objetivo Geral	9
1.3.2 Objetivos Especificos	9
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	10
2.1 PROCESSO	10
2.1.1 Processo Continuo	10
2.1.2 Processo Batelada	10
2.2 CONTROLE DE PROCESSOS.....	11
2.2.1 Definições e Termos do Controle de Processos	12
2.3 VARIÁVEIS DE PROCESSO	13
2.3.1 Variáveis controladas	14
2.3.2 Variáveis Medidas	15
2.3.3 Variáveis Manipuladas	15
2.3.4 Variáveis aleatórias e distúrbios	15
2.4 SISTEMAS DE CONTROLE	15
2.4.1 Controle do tipo Malha aberta	16
2.4.2 Controle em malha fechada	17
2.4.3 Controle via computador / Controle Multivariável	18
2.5 INSTRUMENTOS DE UM SISTEMA DE CONTROLE.....	18
2.5.1 Sensores/Transdutores e Conversores	19
2.5.2 Transmissor	20
2.5.3 Indicadores	21
2.5.4 Controladores	21
2.5.5 Elementos finais de controle	22
2.6 SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTAÇÃO	23
2.6.1 Localização e dispositivos de um diagrama de instrumentação	24
2.6.2 Identificações dos instrumentos	26
2.6.3 Sinais utilizados na simbologia P&I	28
2.7 DESIGN THINKING	30

2.7.1 O que é o Design Thinking	30
2.7.2 Como aplicar o Design Thinking para resolver um problema	30
2.7.3 Etapas do Design Thinking	32
2.7.3.1 Definição dos objetivos.....	32
2.7.3.1 Pesquisa e Imersão.....	33
2.7.3.2 Análise Síntese e Ideação.....	33
2.7.3.3 Prototipação e testes.....	34
2.7.3.4 Implementação e Feedback	35
3 NATIVA BRASILIS	37
3.1 MISSÃO	37
3.2 OBJETIVOS	37
3.3 DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO.....	37
3.4 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	38
3.4.1 Processo de Fabricação	38
3.4.2 Área de Produção.....	39
4 METODOLOGIA	42
4.1 PRIMEIRA ETAPA – BUSCA	42
4.1.1 Setorização	43
4.1.2 Níveis de impacto no processo.....	46
4.1.2.1 Análise de impacto sobre cada setor	48
4.2 SEGUNDA ETAPA - IDEAÇÃO.....	51
4.2.1 Geração de Ideias.....	51
4.3 TERCEIRA ETAPA – PROTOTIPAGEM E APRESENTAÇÃO DOS DIAGRAMAS P&ID	54
4.3.1 Prototipagem da planta base	55
4.3.2 Apresentação das ideias com relação aos funcionários	56
4.3.3 Apresentação dos diagramas modificados	56
4.3.3.1 Setor 2.....	56
4.3.3.2 Setor 1	57
4.3.3.3 Setor 3.....	59
4.3.3.4 Setor 4.....	62

5 ANÁLISE.....	63
CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS.....	66
ANEXO A – PLANTA ARQUITETONICA DA FÁBRICA DE COSMÉTICOS.....	68
ANEXO B – SETOR 2: DIAGRAMA P&ID (READORES)	69
ANEXO C – SETOR 1: TANQUE DE ARMAZENAMENTO T1	70
ANEXO D – SETOR 1: TANQUES DE TROCA DE CALOR.....	71
ANEXO E -SETOR 3: TANQUES DE ARMAZENAMENTO.....	72
ANEXO F – SETOR 4: ENVASE	73
ANEXO G – MEMORIAL DESCRITIVO PLANTAS ORIGINAIS.....	74
ANEXO H – DIAGRAMA SETOR 2 AJUSTADO	75
ANEXO I – MEMORIAL DESCRITIVO SETOR 2 PROPOSTO.....	76
ANEXO J – SETOR 1: TANQUE DE ARMAZENAMENTO AJUSTADO	77
ANEXO K – TANQUES DE ARMAZENAMENTO AJUSTADOS	78
ANEXO L – MEMORIAL DESCRITIVO SETOR 1 PROPOSTO.....	79
ANEXO M – SETOR 3: SETOR DE ARMAZENAMENTO AJUSTADO	80
ANEXO N – MEMORIAL DESCRITIVO SETOR 3	81

1 INTRODUÇÃO

Produtos cosméticos são utilizados hoje em dia em grande escala, sejam eles shampoos e cremes capilares, máscaras faciais, etc., os mesmo são utilizados por homens e mulheres a fim de uma melhora estética, mas para que isso aconteça a sua produção deve ser controlada e supervisionada, seja ela em grande, ou pequena escala, pois a aplicação de um certo componente em dosagens erradas seja ela em maior ou menor quantidade mudará as características finais do produto a ser fabricado, essa aplicação em dosagens errôneas podem levar a perda de uma produção por completo. Durante processo de produção destes produtos ao ser aplicado técnicas de instrumentação, esses erros podem ser minimizados, e fazer com que no final o produto esteja adequado ao uso.

Instrumentação é a ciência que aplica e desenvolve técnicas de adequação de instrumentos de medição, transmissão, indicação, registro e controle de variáveis físicas em equipamentos nos processos industriais. Nas indústrias de processos tais como siderúrgica, petroquímica, alimentícia, papel, etc.; a instrumentação é responsável pelo rendimento máximo de um processo, fazendo com que toda a energia cedida, seja transformada em trabalho na elaboração do produto desejado (SENAI-ES, 1999).

Segundo NJATC (2008) um processo é definido como qualquer função de operação usada no tratamento de um material. Franchi (1977) diz que as etapas de um processo químico de transformação devem ser controladas para obter o produto desejado. Cada uma das etapas do processo é monitorada por instrumentos, e que diagramas de instrumentação podem ser utilizados em uma grande variedade de processos.

Em grande parte dos processos é indispensável se controlar e manter constantes as principais variáveis, tais como pressão, nível, vazão, temperatura, pH, condutividade, velocidade, umidade etc. Os instrumentos de medição e controle permitem manter e controlar essas variáveis em condições mais adequadas/precisas do que se fossem controladas manualmente por um operador (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

Os sistemas de controle mantem a variável controlada no valor especificado, comparando o valor da variável medida, ou a condição a controlar, com o valor desejado (valor de ajuste ou *set point*), e fazendo as correções necessárias em função

do desvio existente entre estes dois valores (erro ou *offset*), sem a necessidade da intervenção do operador (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006). Segundo Senai-ES (1977), resumindo pode-se dizer que o controle automático é a manutenção de um valor de certa condição através de sua média, da determinação do desvio em relação ao *set point*, e da utilização do desvio para se gerar e aplicar uma ação de controle capaz de reduzir ou anular o desvio. Para Ribeiro (2005), automatizar um processo é integrar e coordenar todas as funções de medição, controle, alarme, intertravamento e monitoração, sendo que controle automático não é automação, e sim uma das camadas da automação.

No caso de indústrias químicas, Soisson (2002) diz que a indústria deve controlar com muita precisão o fluxo de líquidos, a pressão e temperatura em que as reações químicas ocorrem e medir precisamente a quantidade de cada substância usada.

O denominador comum de todos dispositivos em um sistema de controle é mostrado em plantas técnicas que mostram a localização, calibração, tipo, e outros dados. Todos estes dispositivos que são usados por controladores estão em diagramas que mostram como estes componentes interagem com os outros (NJATC, 2008).

Os diagramas P&I (*Piping and Instrumentation*) são fundamentais e necessárias em automação de processos, pois sua formulação é uma das etapas no projeto de processos industriais. Esses diagramas são largamente utilizados para descrição detalhadas de projetos de malha de controle (FRANCHI, 2013). Símbolos são utilizados no P&I para representar elementos individuais, como sensores e válvulas, ou a combinação de elementos, como malhas de controle, para que haja a padronização do diagrama e que cada instrumento ou função programada seja identificada por um conjunto de letras e um conjunto de algarismos (FRANCHI, 1977). Sendo a primeira letra do conjunto indicando a variável medida/controlada e as letras subsequentes indicam a função que o instrumento indica na malha de controle. O primeiro algarismo indica área/fábrica e o segundo indica a malha a qual o instrumento ou função pertence, podendo eventualmente adicionar um sufixo (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

Desta maneira, neste trabalho propõe-se o estudo e a realização do diagrama P&I de uma pequena fábrica de cosméticos e produtos químicos utilizando as normas ISA (*International Society of Automation*) S5.X, mas no Brasil existe ABNT/NBR 8190

que é baseada nas normas ISA S5.X, que poderá ser implementada quando o proprietário da fábrica julgar viável e necessária a implementação, com a finalidade de melhoria no processo de fabricação de seus produtos, tanto em velocidade de produção, como em quantidades diárias produzidas, sendo que o atual processo é quase todo manual e apresenta uma velocidade de produção baixa para o ramo em questão, e não há um diagrama P&I que mostre os instrumentos que existem na fábrica, calibragem e *setpoint* dos equipamentos, o que pode causar confusão e possíveis acidentes de trabalho.

1.1 PROBLEMA

Por ser uma empresa de pequeno porte para produtos estéticos, e enfrenta problemas com baixa velocidade, e baixa produção diária. Devido aos fatores de produção e velocidade baixos, existe a necessidade de se possuir em um mesmo local um supervisor acompanhando o processo de produção e alguns funcionários. sendo que existem áreas de risco, e o trabalho é realizado manualmente pelos funcionários, como exemplo, abertura de válvulas, controle do nível dos tanques de armazenamento, controle de temperatura de produtos etc.

No processo de produção em questão, o controle em quase sua totalidade, realizado pelos funcionários, sendo que pequenos erros que podem afetar toda produção, gerando um custo ainda maior ao detentor da empresa.

Como acidentes de trabalho são agravantes para o empregador, de maneira à comprometer a produção e gerar processos trabalhistas devido a segurança dos funcionários.

1.2 JUSTIFICATIVA

Através de um projeto de instrumentação utilizando o diagrama P&I, será possível uma melhor visualização do processo, estima-se uma possível dobra da velocidade de produção, um aumento na taxa de acertos no processo e repetibilidade do processo, o supervisor terá um maior controle sobre as variáveis de processo, sendo possível o ajuste quando necessário.

Com a implementação do projeto, acredita-se que, será visível o aumento da produção diária, e notória a redução no tempo de entrega dos lotes.

Com o processo funcionando automaticamente será possível a realocação de funcionários para áreas de menor risco dentro da fábrica.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

De acordo com os problemas e justificativas apresentados, este trabalho tem por objetivo geral projetar um diagrama P&I de uma fábrica de produtos químicos, com base na norma ISA S5.X.

1.3.2 Objetivos Especificos

- Estudar, analisar e realizar *design* de um diagrama P&I;
- Estudar e aplicar as normas ISA 5.X em um ambiente fabril;
- Identificar e escolher os equipamentos com base nos preços encontrados no mercado especializado;
- Design dos diagramas em software.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo, é apresentado uma introdução geral sobre o tema, bem como o problema presente e objetivos. No segundo capítulo, é realizado uma revisão bibliográfica sobre os temas pertinentes em relação ao trabalho, onde encontra-se a teoria básica necessária para o desenvolvimento do projeto. No terceiro capítulo, mostra uma breve apresentação do local onde o projeto será feito. No quarto capítulo, é apresentada a proposta do trabalho a ser realizado. O quinto capítulo, expõe-se as considerações finais sobre o trabalho, e por fim, no sexto capítulo, apresenta-se o cronograma sobre as atividades a serem desenvolvidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 PROCESSO

É um termo utilizado para descrever os métodos de mudança ou refinamento de matérias-primas que visa a obtenção de um produto. Essas matérias-primas, que podem ser líquidas, gasosas, sólidas ou uma mistura entre fases, durante o processo são transferidas, medidas, misturadas, aquecidas, resfriadas, filtradas, armazenadas ou tratadas de uma determinada forma para desenvolver o produto (FRANCHI, 2005).

Do ponto de vista de produção, processo é tomado como o lugar onde materiais e energia se juntam para fazer um produto desejado. Do ponto de vista de controle, processo pode ser identificado como tendo uma ou mais variáveis associadas a ele e que são importantes o suficiente para que seus valores sejam conhecidos e controlados pelo processo (RIBEIRO, 2005).

O dicionário *Merriam-Webster* define um processo como uma operação natural de progresso contínuo ou um desenvolvimento caracterizado por uma série de modificações graduais que se sucedem umas às outras de modo relativamente estável, avançando em direção a determinado estado ou objetivo; ou uma operação contínua progressiva, artificial ou voluntária, que consiste em ações ou movimentos controlados, sistematicamente destinados a atingir um resultado final (OGATA, 2003).

Dentre os tipos de processo, pode-se destacar de uma maneira geral os processos do tipo **contínuo** e o do tipo **batelada**.

2.1.1 Processo Contínuo

O processo contínuo é aquele que operam ininterruptamente grande quantidade de produtos e materiais nas mais diversas formas sem manipulação direta. São processos caracterizados por tubulações, tanques, trocadores de calor, misturadores, reatores, entre outros (ROURE, s.d,2018)

De modo geral, pode-se entender que um processo contínuo é aquele no qual não existe uma interrupção entre as etapas de fabricação de um produto.

2.1.2 Processo Batelada

De acordo com Franchi (2005), o processo do tipo batelada (*batch*) fornece produtos em quantidades discretas, onde a unidade produtora é carregada com o material, o processo ocorre em um intervalo temporal e então os elementos que já foram processados são descarregados.

No processo batelada, uma quantidade de material é processada a passos unitários, cada passo é completado antes de iniciar o passo seguinte. A alimentação nesse processo é feita por quantidades discretas, em um modo descontínuo (RIBEIRO, 2005).

2.2 CONTROLE DE PROCESSOS

Controlar o processo significa a obtenção dos resultados desejados dentro dos limites de tolerância razoável. Quando houver um distúrbio ou variação de carga do processo deve-se retornar ao seu ponto de ajuste estabelecido, dentro de um tempo prescrito com uma limitação do erro de pico (RIBEIRO, 2005).

Controle de processos refere-se aos métodos a serem utilizados para o controle das variáveis de processo, quando um produto é manufaturado, e completa dizendo que os objetivos do controle de processo podem se resumir em três que são, reduzir variabilidade, aumento de eficiência e a segurança (FRANCHI, 2005).

Bega et al. (2006) pontua que o controle de processos se destina basicamente a:

- Manter os processos em seus pontos operacionais mais eficientes e econômicos;
- Prevenção de condições instáveis no processo que podem colocar em risco pessoas e/ou equipamentos;
- Exibir dados sobre o processo aos operadores da planta, para conservação de ritmo seguro e eficiente;

Para realização de um controle eficiente, utilizam-se conceitos básicos associados a técnicas de controle por realimentação (*feedback*), que se constitui no recurso mais utilizado no controle de processos, complementado por técnicas avançadas, como controle por antecipação (*feedforward*), controle em cascata, controle de razão, controle seletivo, entre outros (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

Bega et al (2006) diz que o estudo conveniente deste assunto é muito importante para o conhecimento das características do processo em si, e devemos sempre considerar que todos os dispositivos e processos têm a capacidade de armazenar e certa resistência a alterações.

Salienta-se que, este projeto não tem por finalidade aplicar técnicas de controle, apenas mostrar que existem técnicas de controle mais refinadas para o controle de um processo.

2.2.1 Definições e Termos do Controle de Processos

Para entender um controle de processo, primeiramente é necessário entender suas definições, e os termos utilizados dentro do mesmo, deste modo será possível ter uma melhor compreensão do assunto tratado, e o trabalho que cada equipamento dentro de um processo realiza. Os termos utilizados além de definirem as características dos sistemas de medição e controle, também definem as características estáticas e dinâmicas dos instrumentos utilizados (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

Segundo Franchi (2005) e Bega et al. (2006) alguns dos termos mais utilizados e suas definições são:

- **Variável de processo (PV):** é uma condição do processo que pode alterar a produção de alguma forma, ou seja, é a variável que se deseja controlar em um processo, tal variável pode ser: pressão, vazão, nível, temperatura, densidade etc.
- **Alcance (*Span*):** Diferença algébrica entre os valores superior e inferior da faixa de medida (*range*) do instrumento.
- **Ponto de ajuste ou *Set point* (SP):** Valor no qual a o deseja-se de se manter para a variável de processo.
- **Variável Manipulada (MV):** Grandeza que será alterada para manter a variável de processo no valor desejado.
- **Erro (*Offset*):** Diferença de medida entre PV e SP, podendo esta ser positiva ou negativa, de modo que os erros podem ser *estáticos* ou *dinâmicos*.
- **Magnitude:** Variação entre SP e PV.

- **Duração:** É a quantidade de tempo em que uma condição de erro existe.

2.3 VARIÁVEIS DE PROCESSO

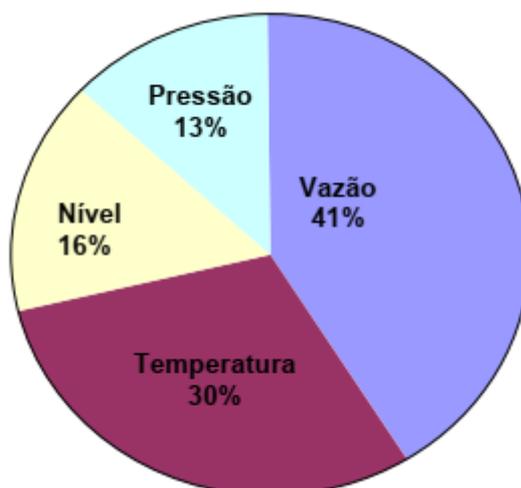
Ribeiro (2005) diz que uma variável de processo é qualquer quantidade física que possui valor alterável com o tempo e espaço. Controlar uma variável significa manter constante a grandeza que tenderia a variar.

As variáveis do processo geralmente são interdependentes entre si, e que para controlar uma variável é necessário fazer medições e deve-se manipular outra variável dependente, tal que existem variáveis mais facilmente detectáveis e outra, mais facilmente manipuláveis (RIBEIRO, 2005).

Ribeiro (2007) complementa que em um processo industrial típico 90% das medições envolvem apenas quatro variáveis: pressão, temperatura, vazão e nível. E outras variáveis menos comuns incluem: posição, condutividade, densidade, análise, pH e vibração.

A Figura 1 ilustra o que é dito por Ribeiro (2007).

Figura 1 - Variáveis típicas de medição



Fonte: (RIBEIRO, 2007).

Uma variável de processo pode ser considerada, dentro de determinada tolerância e intervalo de tempo, como constante, e que porém, esta variabilidade não é detectada pelo instrumento e por isso é considerada constante (RIBEIRO, 2005).

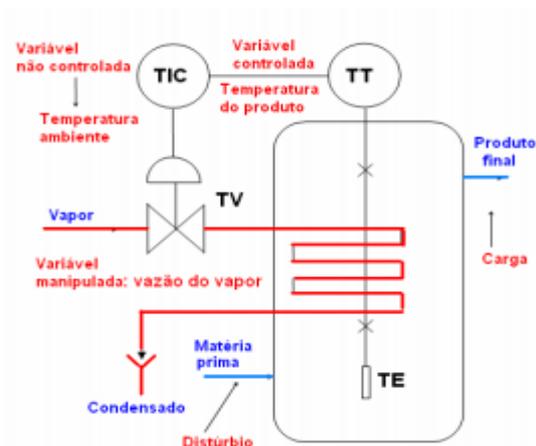
Ribeiro (2005) diz também que uma variável analógica se altera de modo suave, e que raramente a natureza da saltos. Em controle uma alteração brusca da variável é anormal e geralmente um indicativo de quebras ou problemas.

A partir destas premissas pode-se apresentar as variáveis envolvidas em um sistema de controle, que de acordo com Ribeiro (2005), são:

- Controlada;
- Medida;
- Manipulada;
- Aleatórias e distúrbios;
- Carga de processos.

A Figura 2 traz uma visão do que são as variáveis de um processo de maneira geral, e onde cada uma pode estar situada dentro do mesmo.

Figura 2 - Variáveis de processo em um sistema de controle arbitrário de temperatura



Fonte: (RIBEIRO, 2005).

Sendo TIC um Controlador Indicador de Temperatura, TT um Transmissor de Temperatura, e TE um Elemento Primário de Temperatura.

2.3.1 Variáveis controladas

A variável controlada é aquela que se deseja manter constante, mesmo que haja influência de outras variáveis que tenderiam a modificar o seu valor. A variável controlada é quem determina o tipo e a *tag* da malha de controle (RIBEIRO, 2005).

2.3.2 Variáveis Medidas

As variáveis medidas são aquelas no qual mede-se uma grandeza física diretamente e infere o valor da variável desejada desta medição, é ela quem determina o tipo de sensor no processo (RIBEIRO, 2005).

2.3.3 Variáveis Manipuladas

É aquela que é controlada por um computador para influir nos valores das variáveis controladas, é ela quem determina o elemento final de controle e incluem a posição da válvula, posição do *dampner*, a velocidade do motor. Uma malha de controle é muitas vezes manipulada para controlar outras variáveis em esquemas de controle mais complexos (RIBEIRO, 2005).

2.3.4 Variáveis aleatórias e distúrbios

Além das variáveis citadas anteriormente, existe ainda as variáveis aleatórias e distúrbios, que também influem no processo. Essas variáveis são chamadas de um modo geral de distúrbios ou cargas de processo, seu controle direto é difícil, então deve-se aprender a conviver com elas e realizar os ajustes do sistema para compensar a sua influência.

De tal forma podem ser considerados como distúrbios de processo: as condições de operação, as condições ambientais, os desgastes dos equipamentos, fenômenos internos do processo, como reações endotérmicas e exotérmicas (RIBEIRO, 2007).

2.4 SISTEMAS DE CONTROLE

De acordo com Nise (2012), um sistema de controle consiste em subsistemas e processos construídos com a finalidade de obtenção de uma saída desejada, dada uma entrada específica.

Sistemas de controle são usados para regular, monitorar, ou indicar onde o processo atingiu um resultado desejado ou *set point*. Em controle de processos, o

objetivo é automaticamente regular um processo a um valor pré-determinado, sendo este o primeiro propósito de um laço (do inglês *loop*) de controle. Um laço de controle começa medindo um processo, um sinal é então enviado a um controlador, que determina a forma de controle através de um software (NJATC, 2008).

Os sistemas de controle segundo Dorf & Bishop (1998) é uma interconexão de componentes formando uma configuração de um sistema que produzirá uma resposta desejada do sistema.

Em relação aos sistemas de controle, pode ser do tipo malha aberta, controle por malha fechada ou (*feedback*).

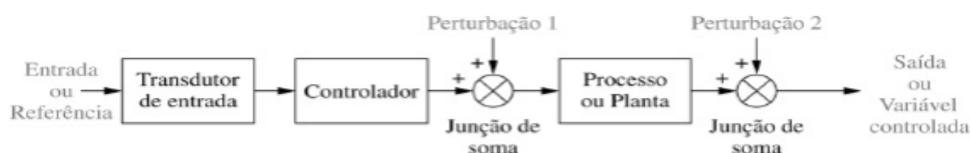
2.4.1 Controle do tipo Malha aberta

Sistema em malha aberta é aquele no qual a informação em relação a variável controlada não é utilizada para ajuste de qualquer variável de entrada, visando compensar as variações que ocorrem nas variáveis de processo e que influenciam na variável controlada (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

E de acordo com Dorf & Bishop (1998), isso significa que em um sistema de controle em malha aberta o sinal de saída não é medido e nem realimentado para comparação com a entrada.

Um sistema de malha aberta genérico é mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Sistema em malha aberta



Fonte: (NISE, 2012).

O conceito de malha aberta é utilizado com frequência para discussão do sistema de controle, para indicar que a dinâmica do processo está sendo investigada em condições não controladas (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

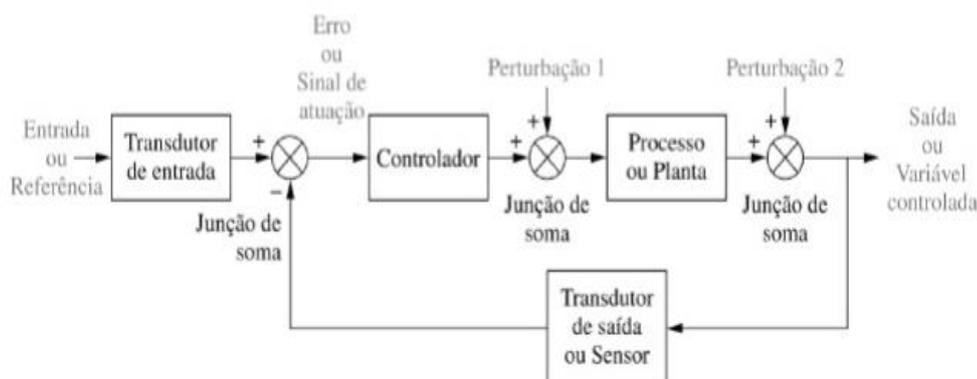
Logo um sistema por malha aberta, apenas recebe um sinal de partida, e não faz o ajuste da variável de saída, conforme a sua necessidade.

2.4.2 Controle em malha fechada

A função fundamental do sistema em malha fechada, é a manipulação da relação entrada-saída de um sistema de controle, de maneira que a variável controlada do processo seja mantida dentro dos limites já estabelecidos (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006). Em um sistema de malha fechada o sinal de erro atuante, realimenta o controlador de modo que haja uma minimização do erro e acerte a saída do sistema de controle desejado.

A Figura 4 exemplifica como o sistema em malha fechada funciona de uma maneira geral.

Figura 4 - Sistema em malha fechada



Fonte: (NISE, 2012).

O sistema de malha fechada compensa o efeito de perturbações medindo a resposta da saída, realimentando esta medida através da malha de realimentação e comparando essa resposta com a entrada na junção de soma. Se houver diferenças entre as respostas, o sistema aciona a planta, através do sinal de atuação, para fazer a correção. Caso não haja esta diferença, o sistema não aciona a planta, uma vez que a planta já obteve a resposta desejada (NISE, 2012).

São feitas instalações de sensores para medir as variáveis controladas, e estes valores são transmitidos ao *hardware* de controle, que efetua a comparação automática com os valores desejados e calcula com base nos erros, os valores dos sinais que devem ser enviados para ajustarem as variáveis manipuladas, e, conseqüentemente, a ação dos elementos finais de controle (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

2.4.3 Controle via computador / Controle Multivariável

Em muitos sistemas modernos, o controlador é um computador digital. A vantagem de se utilizar essa técnica é que muitas malhas podem ser controladas ou compensadas pela mesma máquina através do compartilhamento de tempo (NISE, 2012).

Computadores *on-line* são projetados para executar um trabalho competente, mas isto requer uma análise do sistema para que o computador seja programado para executar uma área específica de trabalho em circunstâncias específicas. Tem que ser um sistema cíclico e não pode haver ambiguidade em suas instruções (SOISSON, 2002).

Quando o controlador controla várias variáveis de processamento ou funções operacionais numa base de tempo compartilhado, o programa tem que estar preparado a cobrir os seguintes itens que são o controle adequado caso falhe qualquer dispositivo funcional, a sobrecarga que pode ser imposta em controladores associados caso um deles seja retirado para manutenção, e os efeitos de se alterar a memória (informação armazenada) (SOISSON, 2002).

De modo geral, o controle por computador é capaz de manter um processo cíclico de muitas variáveis de uma só vez, sem que seja necessário a interferência de um operador, onde o computador pode ser trocado caso seja necessário, contanto que haja uma memória com as operações de processo para serem passadas ao computador que será substituído.

2.5 INSTRUMENTOS DE UM SISTEMA DE CONTROLE

Em todas as malhas de controle existe um elemento que está conectado à variável do processo e mede suas alterações. Como esses elementos são os primários na malha de controle, são chamados de elementos primários. Os elementos primários são dispositivos que causam alguma mudança nas suas propriedades de acordo com as mudanças nas condições do processo que podem ser medidos (FRANCHI, 2013).

A malha de controle tem no controlador o seu elemento principal, quando se refere às tomadas de decisão para corrigir o valor da variável controlada, é ele quem recebe, continuamente, valores das variáveis de processo, realiza a comparação de

valores com o desejado e envia sinais para os instrumentos de controle se posicionarem de modo que o erro permaneça no valor zero (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

E por fim, o elemento final de controle é a parte do sistema de controle que atua para alterar fisicamente a variável manipulada. Esse elemento pode ser uma válvula utilizada para restringir a passagem de um fluido, bombas para regular o fluxo, entre outros que atuem diretamente na variável manipulada (FRANCHI, 2013).

2.5.1 Sensores/Transdutores e Conversores

A Figura 5 apresenta um exemplo de um elemento sensor ou transdutor, que tem por finalidade captar uma informação de um fenômeno físico de entrada desejada e o converte para uma forma mais conveniente e prática que possa ser manipulado pelo sistema de medição, é ele quem constitui a interface do instrumento com o processo (RIBEIRO, 2005).

Figura 5 - Exemplo de um Transdutor



Fonte: <https://www.banggood.com/200PSI-Pressure-Transducer-Pressure-Sender-for-Oil-Fuel-Diesel-Gas-Air-p-1020789.html>, acesso em 14 de setembro de 2018.

A Figura 6 apresenta um exemplo de um elemento conversor, que é o dispositivo que traduz um tipo de sinal em outro tipo, como por exemplo um sinal analógico de tensão em digital, em controle um conversor pode ser utilizado para conversão de sinais de corrente em sinais pneumáticos por exemplo (FRANCHI, 2013).

Figura 6 - Exemplo de um conversor



Fonte: FRANCHI, 2013.

E segundo Soisson (2002), em termos de instrumentação, um transdutor deve apresentar as seguintes características:

1. Deve medir precisamente a intensidade do fenômeno físico.
2. Deve reproduzir precisamente o evento físico em relação ao tempo, sendo que o ideal é que não haja retardos.
3. Reprodução de toda faixa de frequência do fenômeno físico sem alterar ou degradar qualquer porção do espectro a ser medido.
4. Deve produzir dados precisos em meios com características extremas de umidade, temperatura, choque ou vibração.
5. Deve ser capaz de fornecer um sinal de saída que seja compatível com o equipamento de condicionamento do sinal, sem modificação das características originais do evento.
6. Deve ter uma constituição robusta de fácil operação, de modo que possa ser manejado por pessoal inexperiente, sem que seja danificado e sem ter afetado suas características de sinal.

2.5.2 Transmissor

A Figura 7 apresenta um exemplo de um transmissor, que é um dispositivo que converte sinal de leitura de um elemento primário de medição em sinal padrão e o transmite a um mostrador ou controlador (FRANCHI, 2013). Ribeiro (2007) complementa dizendo que, o transmissor sente a variável através de um sensor no

ponto onde é montado e envia um sinal padrão, que é proporcional ao valor medido, para um receptor remoto.

Figura 7 - Exemplo de um transmissor



Fonte: RIBEIRO, 2007.

2.5.3 Indicadores

O indicador que é apresentado pela Figura 8 é o instrumento que sente a variável do processo e apresenta o seu valor instantâneo, ele sente a variável a ser medida através do elemento primário e mostra seu valor através do conjunto escala e ponteiro ou dígitos. Os indicadores podem ser montados em lugares distintos seja no campo como na sala de controle (RIBEIRO, 2005).

Figura 8 - Representação de um indicador com display de LED



Fonte: FRANCHI, 2013.

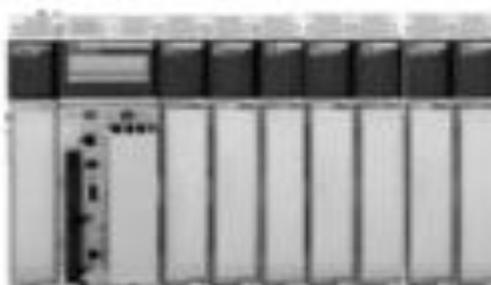
2.5.4 Controladores

O elemento apresentado pela Figura 9 exemplifica um controlador, que é o instrumento que compara a variável controlada com um valor desejado e pré-fixado e fornece o sinal de saída a fim de manter a variável controlada no valor de *setpoint*. Em

alguns modelos a variável pode ser medida diretamente pelo controlador ou, pelo modo mais comum, receber o sinal através de um transmissor (DIAS, 2012).

O controlador consegue detectar erros infinitesimais entre o valor da variável de processo e o ponto de ajuste e responde, instantaneamente, de acordo com os modos de controle e seus ajustes. O sinal de saída será a função matemática canônica do erro entre a medição e o valor ajustado (RIBEIRO, 2005).

Figura 9 - Elemento controlador de Processo (CLP)



Fonte: FRANCHI, 2013

2.5.5 Elementos finais de controle

Uma malha de controle com realimentação negativa possui os elementos sensores, controladores, e o elemento final de controle, sendo que o elemento transdutor/sensor envia o sinal de medição para o controlador que vai receber o sinal e comparar com o ponto de ajuste gerando um sinal de saída que atua no elemento final de controle, e então o elemento final de controle atua sobre uma variável, que influencia sobre a variável controlada, a levando próxima ao ponto de ajuste (RIBEIRO, 2007).

Qualquer malha de controle de qualquer tipo deve manipular a sua saída seja ela a vazão de um fluido, a velocidade de rotação de um motor, ou algum tipo de energia tornando a variável controlada igual ou aproximadamente ao ponto de ajuste (RIBEIRO, 2005).

Os elementos finais de controle são aqueles que tem atuação direta no processo dentro da malha de controle, são eles quem recebem sinais do controlador e atuam sobre a variável a ser controlada corrigindo o desvio do valor desejado, em sua grande maioria esses elementos são válvulas como mostra a Figura 10, podendo

ser também mesmo bombas, solenoides, um pistão ou um motor elétrico (GONÇALVES, 2003).

Figura 10 - Válvula de controle



Fonte: (GONÇALVES, 2003).

2.6 SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTAÇÃO

Representar os componentes através de um diagrama para um sistema de controle é fundamental para apresentação e documentação na área de automação e controle, esse método de apresentação em diagrama é chamado de diagrama P&I (*Piping and Instrumentation Diagram*). Todos os elementos que compõem um processo de automação têm sua própria simbologia, que é padronizada pelos órgãos normativos **ISA S5.1**, em escala internacional, e pela **ABNT/NBR 8190** no Brasil.

O diagrama de instrumentação é composto por círculos, letras, números, linhas e símbolos de processo, onde cada um representa informações importantes para os dispositivos do sistema, e apresentam os dispositivos no sistema junto com suas funções e como se conectam no processo (FRANCHI, 2013).

Além das ligações, os equipamentos devem ser identificados por um nome específico uma **tag**. Esta tag deve ser identificada por nomes específicos de acordo com sua utilização, onde será instalado, tipo do equipamento e números sequenciais havendo mais de um equipamento do mesmo tipo na mesma área separados por hifens, podendo totalizar um total de oito caracteres (DIAS, 2012).

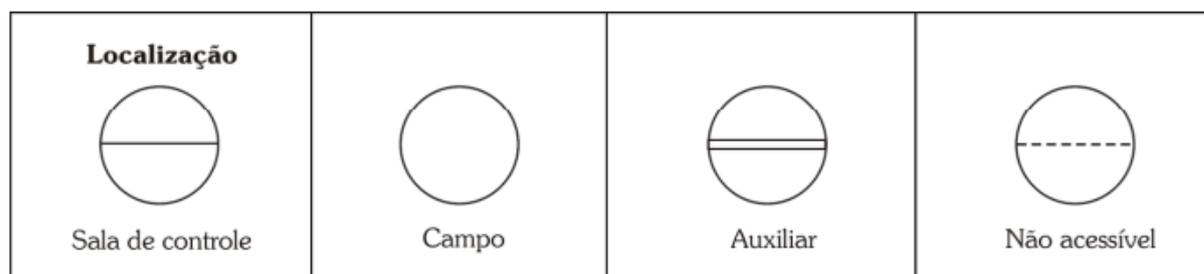
2.6.1 Localização e dispositivos de um diagrama de instrumentação

O diagrama P&I de acordo com Ribeiro (2002), é uma versão expandida do diagrama de fluxo de processos, mas sem os dados detalhados das condições de operações, e que informa ao projetista de tubulações esquematicamente onde colocar as conexões de instrumentos e os trechos retos para medição de vazão.

Nas representações do diagrama Franchi (2013), diz que instrumentos de medidas individuais, são representadas por um círculo.

A Figura 11 mostra como deve ser apresentado os instrumentos de medidas individuais, e suas localizações dentro da fábrica, sendo que o círculo com uma única linha horizontal através do centro da forma indica que o instrumento, ou função, tem uma localização primária (sala de controle), a linha dupla indica que o instrumento está em localização auxiliar (*rack* de instrumentos), a ausência de linhas quer dizer que o instrumento está montado em campo, e linhas tracejadas quer dizer que o instrumento não é acessível (FRANCHI, 2012).

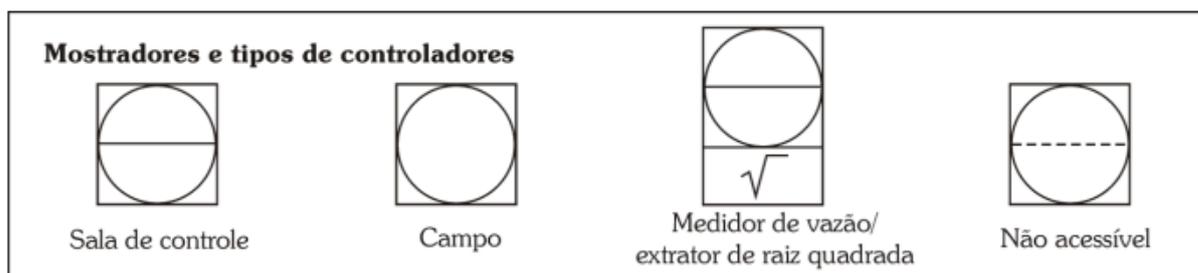
Figura 11 - Localização dos dispositivos de medidas individuais



Fonte: FRANCHI, 2012

Quando existe um quadrado com um círculo interno este instrumento representa, além de medidores também executam tarefas de controle. É uma ocorrência de transmissores modernos os quais são equipados com microprocessadores que conseguem executar tarefas de controle e enviam sinal de controle de saída para elementos finais de controle, como ilustra a Figura 12 (FRANCHI, 2012).

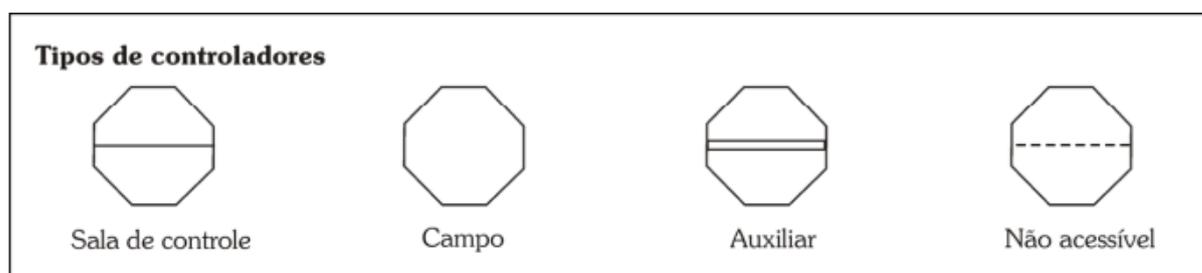
Figura 12 - Elementos de medição e tarefas de controle



Fonte: FRANCHI, 2012.

A Figura 13 ilustra que um hexágono representa funções de controladores, seguindo a mesma lógica das Figuras 11 e 12, respectivamente.

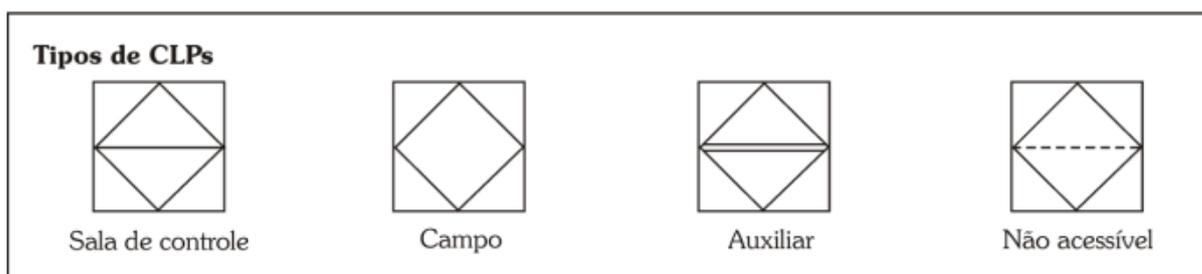
Figura 13 - Localização de Controladores



Fonte: FRANCHI, 2012.

A Figura 14 apresenta um losango dentro de um quadrado que segue a mesma lógica de localização das Figuras 11, 12, 13, porém o mesmo está representando as funções de CLP.

Figura 14 - Localização de CLPs



Fonte: FRANCHI, 2012.

2.6.2 Identificações dos instrumentos

As normas de instrumentação além de estabelecerem símbolos, também estabelecem codificações alfanuméricas de instrumentos ou funções programadas que deverão ser utilizadas nos diagramas de malhas de controle e projetos de instrumentação. A norma ISA S5.1, diz que cada instrumento ou função programada será identificada por um conjunto de caracteres que indicará a função e a malha pertencente ao instrumento (GONÇALVES e GRIGLIO, 2003).

A Tabela 1 mostra as designações das letras de identificação, tal que a letra inicial indica a variável medida, a segunda representa o modificador ou função do dispositivo, e a terceira indica a função de um dispositivo ou um modificador.

Tabela 1 - Letras de Identificação

	Primeira Letra		Letras Sucessivas		
	Variável Medida	Letra de Modificação	Função de leitura Passiva	Função de saída	Letra de Modificação
A	Analizador	Alarme	Alarme		
B	Queimador (chama)				
C	Condutibilidade elétrica			Controlador	
D	Densidade ou Peso específico	Diferencial			
E	Tensão (Fem)		Elemento Primário		
F	Vazão Medida	Relação			
G	dimensional		Visor		
H	Comando Manual	Entrada Manual			Alto
I	Corrente Elétrica		Indicador		

Tabela 1 - Letras de Identificação

J	Potência	Varredura ou seleção Manual		
K	Tempo ou Temporização	Taxa de variação com tempo		Estação de controle
L	Nível		Lâmpada Piloto	Baixo
M	Umidade	Instantâneo		Médio ou Intermediário
N	Escolha do Usuário			
O	Escolha do Usuário		Orifício de restrição Conexão	
P	Pressão		para ponto de teste	
Q	Quantidade	Integralização ou Totalização		
R	Radiação		Registrador	
S	Velocidade ou Frequência	Segurança		Chave
T	Temperatura			Transmissor
U	Multivariável		Multifunção	
V	Vibração ou Análise mecânica			Válvula ou defletor (<i>damper</i> ou <i>louver</i>)
W	Peso ou força		Poço ou ponta de prova	

X	Não classificada	Eixo dos x	Não classificado	Não classificado	Não classificado
Y	Estado, presença ou sequência de eventos	Eixo dos y		Relé, relé de computação ou conversor solenoide Acionador, atuador para elemento final de controle não classificado	
Z	Posição ou dimensão	Eixo dos Z			

Fonte: Bega, Delmeè et al., 2006.

Em uma malha segundo a norma ISA S5., as indicações são as seguintes:

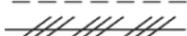
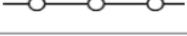
- A primeira letra é selecionada de acordo com a variável medida ou controlada.
- A segunda letra é a função passiva de informação, a identificação funcional do instrumento.
- A terceira letra é a função ativa ou de saída, a função executada pelo instrumento.

Números nas simbologias P&I representam o *tag* do instrumento, no geral estão associados a malha uma malha de controle particular, a numeração da malha pode ser feita de modo paralelo ou serial. No caso da numeração paralela inicia-se uma sequência numérica para cada nova letra. Já no caso da numeração serial, é utilizado uma sequência simples de números para um projeto ou para grandes seções do projeto, independentemente da primeira letra de identificação da malha (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

2.6.3 Sinais utilizados na simbologia P&I

Além de empregar simbologia para controladores, elementos de medidas, existe também uma simbologia para os sinais empregados para a transmissão de informação e/ou acionamento dos mesmos, estes são mostrados na Figura 15.

Figura 15 - Sinais empregados na simbologia

	Suprimento ou impulso		Sinal não definido
	Sinal pneumático		Sinal elétrico
	Sinal hidráulico		Tubo capilar
	Sinal eletromagnético ou sônico guiado		Sinal eletromagnético ou sônico não guiado
	Ligação por software		Ligação mecânica
	Sinal binário pneumático		Sinal binário elétrico

Fonte: FRANCHI, 2012.

Além de símbolos de representação de sinais de transmissão, podem existir também operações matemáticas, sendo esta um símbolo de processamento de sinal, e os mais utilizados apresentam-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Símbolos e funções de processamento de sinais

Símbolo	Função	Símbolo	Função
+	Soma	×	Multiplicação
\sum/N	Média	÷	Divisão
Δ ou -	Subtração	$\sqrt{\quad}$	Raiz Quadrada
K ou P	Proporcional	$\sqrt[n]{\quad}$	Raiz enésima
\int ou I	Integral	x^n	Exponenciação
d/dt ou D	Derivativo	f(x)	Função não linear
>	Seletor de sinal alto	∇	Limite superior
<	Seletor de sinal baixo	\triangleleft	Limite Inferior
\pm	Polarização	$\nabla \triangleleft$	Limitador de Sinal
f(t)	Função do tempo	*/*	Conversão de sinal

Fonte: (BEGA, DELMÉE, *et al.*, 2006).

Toda essa simbologia compõe um diagrama P&I e não necessariamente devem ser postas no diagrama, mas ser inseridas de acordo com a necessidade do projeto que está sendo elaborado e possivelmente será implementado.

2.7 DESIGN THINKING

Mesmo que o termo **design** seja muito difuso como a aparência estética ou à qualidade de um produto, o design como disciplina tem por objetivo promover o bem-estar na vida das pessoas, porém é como o designer tem a percepção do ambiente que chama a atenção, e consegue abrir caminhos para inovações (VIANNA, VIANNA, *et al.*, 2012).

2.7.1 O que é o Design Thinking

De acordo com Ferreira e Pinheiro (2017), há quem diga que o design thinking é uma metodologia, e ao realizar este pensamento logo as pessoas acreditam que há um passo a passo, mas é um erro. Mais que uma metodologia, Ferreira e Pinheiro (2017) complementa dizendo que o design thinking é uma nova maneira de pensar, um novo modelo mental.

Em Viana et al. (2012) é dito que o design thinking é a maneira do designer realizar um raciocínio pouco convencional no meio empresarial, buscando a formulação de questionamentos através de apreensão ou compreensão dos fenômenos, ou seja, formulando perguntas a serem respondidas a partir das informações coletadas através da observação.

2.7.2 Como aplicar o Design Thinking para resolver um problema

Para o “processo” do DT existem diversas etapas, e cada autor apresenta essas etapas de maneiras distintas, de acordo com Ambrose e Harris (2011) a primeira etapa do DT é **definição** do público, e uma compreensão detalhada do problema e suas restrições permite o desenvolvimento de soluções mais precisas.

A segunda etapa segundo Ambrose e Harris (2011) é a etapa de **pesquisa** que é onde ocorre a **imersão**, e de acordo com Vianna et al. (2012) é o momento dos pesquisadores se aproximarem do problema, tanto pelo ponto de vista empresarial, como no ponto de vista do usuário final. Em Melo e Abelheira (2015) é dito que “Um problema bem definido é um problema 50% resolvido”, e complementa dizendo que uma análise profunda, embasada em uma boa observação estruturada, ajuda a “enquadrar” corretamente a situação estudada.

2.7.3 Etapas do Design Thinking

2.7.3.1 Definição dos objetivos

Os objetivos são de maneira simples o que o usuário deseja ou espera obter com a equipe de design, é muito importante que eles sejam entendidos e inteiramente “mapeados” para o processo do DT (AMBROSE e HARRIS, 2011).

Os objetivos precisam ser especificados de tal modo que a equipa saiba como agir no problema, existe a necessidade de se realizar algumas perguntas ao cliente ou usuário para chegar ao cerne da questão e delimitam quais as expectativas do cliente ou usuário, os limites do projeto e os produtos solicitados (AMBROSE e HARRIS, 2011).

De acordo com Ambrose e Harris (2011), as cinco perguntas a serem feitas para extração de respostas factuais necessárias à definição adequada do projeto de design são

Quem é o cliente/usuário e o público de interesse? (tamanho, natureza, características).

O que o cliente tem em mente em relação à solução do design? (impresso, web, vídeo).

Quando o design será necessário e por quanto tempo? (calendário de atuação do projeto).

Onde o design será usado?

Por que o cliente acredita que uma solução em design é necessária?

E uma última pergunta necessária dentre as cinco já citadas é o **como essa solução será implementada?**

A definição do *briefing* e de seus objetivos deve possibilitar que a equipe de design estabeleça a proposição geral de um projeto de design. A proposição pode ser usada para descrever as ideias e os valores gerais que o projeto pretende apresentar e internalizar no público alvo (AMBROSE e HARRIS, 2011).

2.7.3.1 Pesquisa e Imersão

A pesquisa auxilia na transformação das observações em narrativas, e assim estimula a imaginação para o processo de cocriação. De uma pesquisa bem narrada surgem insights para novas ideias (MELO e ABELHEIRA, 2015).

Melo e Abelheira (2015) dizem que para desenhar uma estratégia de pesquisa mais adequada a cada caso, deve-se começar identificando as pessoas afetadas.

Uma vez que o briefing estando definido e todos de acordo com ele, a equipe de design inicia a coleta de informações por meio de uma pesquisa de campo que alimenta de certa forma o processo criativo na etapa de geração de ideias.

Essa imersão preliminar tem por finalidade a definição do escopo do projeto e as suas fronteiras, e a identificação de perfis de usuários e outros atores-chaves que deverão ser abordados. Ainda nesta fase há a possibilidade de levantamento de áreas de interesse que poderão ser exploradas de modo a fornecer insumos para elaborar temas que serão investigados em uma imersão mais profunda (AMBROSE e HARRIS, 2011).

Tais pesquisas podem ser quantitativas, por meio de análises estatísticas sobre composição de grupos de usuários, ou qualitativa, por meio de informações do tipo de coisas os usuários gostariam de utilizar em relação ao estilo de vida (VIANNA, VIANNA, *et al.*, 2012)). Pode haver também uma pesquisa Desk, que fornece referências das tendências estudadas dentro e fora do país, além de insumos e temas análogos que podem auxiliar no entendimento do assunto trabalhado (AMBROSE e HARRIS, 2011).

2.7.3.2 Análise Síntese e Ideação

Nesta fase a equipe de design utiliza os dados coletados na fase de pesquisa e então começam a gerar ideias que atendam ao briefing de design.

De acordo com Melo e Abelheira (2015) as ferramentas de ideação disponíveis são inúmeras, o tipo de desafio vai dizer qual a melhor ideação aplicar, e tamanho do ecossistema indicará os caminhos.

Entre os métodos de ideação e análise alguns são coincidentes na literatura, porém foram escolhidos por aleatoriedade os seguintes métodos, e são eles o **brainstorming**, **persona**, **cartões de insight**, **mapa conceitual** e **TRIZ**.

Como métodos de análise e síntese o primeiro a ser mostrado é o cartão de insights, que de acordo com Vianna et al. (2012) são as reflexões embasadas em dados reais das pesquisas, essas ideias são colocadas em cartões para facilitar rápidas consultas e um fácil manuseio, e que geralmente elas contém um título que resume o achado e o texto original que resume a pesquisa com a fonte.

O método **cartões de insight** de acordo com Vianna et al. (2012) pode ser usado para encontrar padrões e inter-relações dos dados, além da criação de um mapa de resumo da imersão.

Já o método **personas** Melo e Abelheira (2015) diz que é uma ferramenta de empatia, que auxilia na compreensão do usuário por meio da criação de seres fictícios. Essa ferramenta tem por objetivo é projetar para um usuário típico que pertença a um grupo, entidade ou organização.

O **mapa conceitual**, de acordo com Vianna et al. (2012), é uma visualização gráfica, que é construída para simplificar e organizar de maneira visual os complexos de campo coletados, em diferentes níveis de abstração e profundidade. O objetivo deste método é ilustrar os elos entre os dados e, assim, permitir que novos significados sejam abstraídos das informações levantadas durante a imersão principalmente da associação entre elas.

No **brainstorming** de acordo com Melo e Abelheira (2015) o principal objetivo capturar muitas ideias de maneira rápida e bruta, pois funciona bem em equipes. O brainstorming é totalmente explosivo requerendo muito energia em um curto espaço de tempo.

Em Melo e Abelheira (2015) é apresentado o método **TRIZ** acrônimo do Russo *Teoriya Rescheniya Izobretatelskich Zadach*, ou em português Teoria das Soluções para Problemas inventivos. Este método segundo o autor é uma ferramenta considerada eficaz na solução de problemas complexos onde tipicamente haja necessidade de muita interação entre designer e engenheiros e haja também a necessidade de aplicação de tecnologias recentes disponíveis.

2.7.3.3 Prototipação e testes

De acordo com Ambrose e Harris (2011) protótipos são usados para testar a viabilidade técnica de uma ideia e ver se ela funciona como objeto físico, protótipos também testam aspectos visuais de um projeto e apresenta-lo de maneira como

seriam produzidos, o que também oferece a oportunidade de verificar, quando pertinente o projeto em três dimensões.

Os protótipos reduzem as incertezas do projeto, pois são uma forma ágil de abandonar alternativas que não são bem recebidas e, portanto, auxiliam na identificação de uma solução final mais assertiva (MELO e ABELHEIRA, 2015).

Sobre o processo de prototipação Melo e Abelheira (2015) ainda afirma que o processo de prototipação se inicia com a formulação de questões que precisam ser respondidas a respeito da solução idealizada. Os resultados são analisados e o ciclo pode se repetir inúmeras vezes até que a equipe chegue a uma solução final em consonância com as necessidades do usuário e interesse para empresa contratante.

Como o objetivo do protótipo é testar alguns aspectos específicos de uma solução do design, ele deve ser feito de modo que os aspectos estejam presentes e possam ser avaliados com eficiência. Protótipos não precisam ser fabricados com os materiais do produto final, entretanto, se um determinado acabamento de impressão é especificado, seja mais adequado mostrar esse acabamento por meio de um protótipo (AMBROSE e HARRIS, 2011).

De acordo com Melo e Abelheira (2015), no Design Thinking, o quanto antes as hipóteses forem submetidas a testes e reais, melhor. E que nos testes com usuários há um benefício mútuo que são o aprendizado que o *feedback* traz, ajudando nas melhores soluções, e uma oportunidade de aprofundamento na empatia para o entendimento de suas atitudes e comportamentos.

2.7.3.4 Implementação e Feedback

Durante a etapa de implementação, o designer passa a arte e as especificações de formato do projeto para os responsáveis por produzir o produto. Esse momento oferece uma boa oportunidade de confirmar as especificações de produção, ao ser verificado mais de uma vez as especificações, todos ficam cientes do nível de expectativa e do que é esperado do cliente (VIANNA, VIANNA, *et al.*, 2012).

O estágio final do processo envolve aprendizagem do que está acontecendo através do processo de design. Esse estágio de feedback acontece entre o que o cliente e a agência de design desejam identificar o que funcionou bem e onde exista pontos a melhorar (VIANNA, VIANNA, *et al.*, 2012).

O *feedback* gerado no fim do processo se torna uma oportunidade de aprendizado para projetos futuros. Isso gera fontes de informações para os estágios de definição e pesquisa (VIANNA, VIANNA, *et al.*, 2012).

3 NATIVA BRASILIS

É uma indústria cosmética brasileira, fundada em 2013 em Pedrinhas Paulista-SP com o intuito de oferecer produtos inovadores de qualidade, valorizando o que existe de melhor aqui no Brasil. Para isso foi utilizado todo o conhecimento adquirido ao longo de anos no mercado de cosméticos de seus idealizadores, pensando em oferecer aos seus clientes o que há de inovador no mercado cosmético.

3.1 MISSÃO

Garantia de excelência em seu desenvolvimento, produção e carga de produtos cosméticos, baseado em ativos existentes nos biomas brasileiros, maximizando o valor da imagem e bem-estar de seus clientes.

3.2 OBJETIVOS

A empresa tem por objetivo estar entre as principais empresas do mercado no Brasil e ser referência em seus produtos, utilizando um desenvolvimento sustentável, na valorização das riquezas do nosso país explorando a biodiversidade aqui existente.

3.3 DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO

- Para o desenvolvimento de produtos, o sistema atua em conjunto com o diagrama P&I, realizando testes e apontando o que está bom, e o que pode ser melhorado.
- Sem a autorização do centro técnico dizendo que o produto é satisfatório, ele não é lançado no mercado, assim se consegue uma maior satisfação para com os clientes e garante a qualidade dos produtos desenvolvidos.
- As informações dos produtos desenvolvidos são mostradas de forma simples, clara e objetiva, para o melhor atendimento do cliente.

3.4 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Assim como todas as empresas, deve-se seguir uma legislação acerca de vigilância sanitária, a NATIVA BRASILIS segue principalmente as normas da ANVISA da portaria **RDC nº48** de vigilância sanitária, então todo o seu processo deve seguir normas pré-estabelecidas por entidades normativas, tal que quaisquer mudanças de métodos do processo devem ser reavaliadas por um agente especializado, e o processo estando de acordo com as normas pode ser validado.

3.4.1 Processo de Fabricação

O processo de fabricação dos produtos é simples, podendo ser realizado por funcionários sem experiência na área, porém, para que se realize o processo, é necessário a separação dos ingredientes que compõe o produto, sabendo que se tratando de produtos químicos, que podem ser ofensivos a quem não souber manuseá-los, logo é feita por um profissional da área, e será enumerado abaixo.

1. Escolha e dosagem dos ingredientes que serão utilizados para a obtenção do produto.
2. Os produtos são levados a um reator químico, onde será feita a mistura dos produtos, onde os mesmos devem ser realizados controlando a temperatura e o tempo durante a mistura, pois a temperatura e o tempo de mistura agem diretamente no resultado, vide Figura 17.
3. Durante o processo de mistura, é adicionado água e outros produtos químicos, essa mistura é cozida a banho maria com a água aquecida, e logo após o cozimento, toda a água quente é trocada por água gelada, dando um choque térmico no produto.
4. Feita a mistura, o produto é despejado em tanques, onde o mesmo descansa até iniciar o processo de envase, vide Figura 18.
5. O processo de envase é feito um a um manualmente, onde o produto deve ser envasado a uma pressão definida pelo fabricante, pois o mesmo não deve espumar ou mudar seu estado físico enquanto é envasado. Durante o envase, o produto pode ou não receber um lacre, e ser escolhido como amostra para análises, e confirmação de padrões, vide Figura 19.

6. Após o envase o produto é tampado também manualmente por um funcionário, encaixotado e levado ao depósito, vide Figura 20.

3.4.2 Área de Produção

Para que haja a produção é necessário o espaço físico dedicado ao processo fabril, e o mesmo é de aproximadamente 180m². O anexo A também mostra toda a planta arquitetônica da fábrica. Dentro da área de produção encontram-se os equipamentos das Figuras 17, 18, 19 e 20.

Figura 17 - Reatores químicos



Fonte: Própria autoria.

Figura 18 - Tanques de Armazenamento



Fonte: Própria autoria.

Figura 19 - Envasador



Fonte: Própria autoria.

Figura 20 - Tampador



Fonte: Própria autoria.

As imagens ilustram os equipamentos utilizados na fabricação dos produtos, e que compõe o processo de fabricação, onde serão ilustrados no diagrama P&I.

4 METODOLOGIA

Como primeira etapa do projeto, foram realizadas algumas visitas ao centro de fabricação da Nativa Brasilis, nestas visitas de modo a facilitar o entendimento do processo e encontrar possíveis soluções.

O método de Design Thinking neste trabalho será baseado em 3 etapas, de modo que a validação da ideia está a cargo do proprietário da fábrica. As etapas serão chamadas de **BUSCA, IDEIAÇÃO, PROTOTIPAGEM E APRESENTAÇÃO DE SOLUÇÕES, FEEDBACK.**

4.1 PRIMEIRA ETAPA – BUSCA

A primeira etapa da metodologia é iniciada com a busca de informações sobre o funcionamento da fábrica em questão, em um primeiro momento foram realizadas visitas à fábrica com intuito de compreender o seu funcionamento, e de seus equipamentos. Durante estas visitas os equipamentos foram vistos em modo de operação de modo a entender o funcionamento de cada um.

Em um segundo momento durante esta etapa fez-se necessário além de observar os equipamentos em funcionamento realizar perguntas aos responsáveis pela produção a fim de compreender o pensamento deles em relação ao funcionamento dela, e o que eles pensam sobre a instrumentação a ser aplicada nos setores.

Durante o processo de observação e coleta de dados foi possível notar que os funcionários não compreendiam muito bem o processo apesar de simples, a partir desta verificação foi lançada uma pergunta

“Como fazer com que o processo seja mais bem compreendido, e que as pessoas envolvidas no processo entendam o que cada equipamento faz de forma individual?”

Feito o questionamento, e após uma conversa com o responsável pela produção, foi sugerido a ideia de setorizar a fábrica, onde os setores serão demarcados pelo que cada um representa e a função exercida pelos equipamentos lá existente, e cada setor irá possuir um nome de acordo com a função exercida.

Para a nomeação de cada setor, foram estabelecidos os seguintes nomes “**Tratamento de água**”, “**Produção**”, “**Armazenamento**”, “**Envase**”. Após a nomeação dos setores da fábrica, o responsável explicou sobre a função exercida por cada um, e mostrando quais os equipamentos utilizados, indicando o seu tipo de controle, ou seja, se são controlados de forma manual, semiautomática.

Como parte deste processo, percebeu-se que existe também a necessidade de avaliação do impacto dentro de cada setor para a produção, para esta avaliação fez-se necessário o levantamento de algumas questões sobre os tipos de equipamentos e onde será possível alterá-lo se necessário.

Arelado ao questionamento sobre os setores, foram levantadas mais quatro questões, de modo a buscar informações um pouco mais abrangentes com relação aos funcionários e a instrumentação de cada setor, os questionamentos foram os seguintes

“Existe a necessidade de possuir funcionários nesse setor, quais?”

“Qual impacto que instrumentos de medição e controle gerariam neste setor?”

“Houve questionamentos dos funcionários sobre algo neste setor, quais?”

“Funcionários já se queixaram por algum motivo durante a produção?”

Estes questionamentos foram utilizados para avaliar não só o pensamento dos trabalhadores em relação a instrumentação, mas também entender a real necessidade de se instrumentar algum setor, e remover riscos desnecessários.

4.1.1 Setorização

Como primeira parte da fase de busca, foi realizado a setorização do local, como dito anteriormente, nesta setorização é dito o que compõe cada setor, e suas finalidades dentro dele.

Setor 1: Tratamento de água

O primeiro setor estão localizados dois tanques de armazenamento de água, o primeiro tanque (T1) que é o responsável pelo armazenamento de água aquecida,

esse aquecimento é realizado pelos reatores no setor 2, esta água deve ser mantida a uma temperatura de 90°C ou próximo a esta temperatura, esta água deve retornar ao tanque T1 ao fim do processo de cozimento a banho maria da mistura, necessitando ser reaquecida.

O segundo tanque (T2) é o responsável pelo armazenamento de água em temperatura ambiente usada para resfriar a mistura contida nos reatores, ao fim do processo do processo de resfriamento a água é retornada ao tanque de origem.

O tanque (T3), é o responsável por armazenar a água insumo, a mesma utilizada para homogeneizar os produtos químicos durante o processo de fabricação.

Para o retorno da água aos tanques, esse processo é realizado por meio de motobombas conectadas com os respectivos tanques devido a diferença de altura entre os tanques e reatores. Porém quando a água do resfriamento é devolvida ao tanque T2, existe a necessidade de abaixar sua temperatura após seu retorno ou retornar à água a T1 dependendo de sua temperatura.

Ambas as válvulas que controlam o fluxo de água dos tanques são acionadas manualmente, sejam elas de entrada ou saída.

Setor 2: Produção

Setor onde estão localizados dois reatores (R1 e R2), possuem os mesmos tipos de controle, que são

- velocidade de rotação do agitador, indicador de temperatura
- controle de fluxo da entrada de água proveniente do tanque T3,
- temporizador responsável por iniciar e finalizar os processos de cozimento e resfriamento do produto.

O controle sobre os reatores, diferente dos tanques é de forma semiautomática, ou seja, com um painel localizado dentro da área fabril, é possível controlar a velocidade de rotação do reator, fluxo de entrada de água, e o temporizador.

Ambos reatores possuem um orifício para a retirada do produto, este orifício é encontrado sob os reatores, e para a retirada é utilizado a gravidade como meio de transporte aos tanques do setor 3.

Setor 3: Armazenamento

Setor onde se encontram 9 tanques de armazenamento, e uma motobomba. Para o produto ser armazenado é necessário que os tanques sejam levados para baixo dos reatores, e esperar que por gravidade todo o produto dos reatores seja despejado nos tanques.

Os tanques não possuem mangueiras de condução do produto de forma direta a eles, todo o trabalho é realizado manualmente.

Uma motobomba é utilizada somente para a remoção do produto do tanque para o envase no setor 4.

Setor 4: Envase

Setor onde se encontram os equipamentos de envase do produto, uma máquina de envase, uma esteira, e um lacrador.

A máquina de envase é o principal equipamento dentro do setor de envase, é ele quem recebe todo o produto a ser envasado através de um tubo ligado motobomba do setor 3. A máquina de envase também possui um pequeno tanque de armazenamento do produto com um sensor de nível acoplado a sua tampa, que aciona a motobomba quando está em nível baixo.

Para que os potes se movimentem para o bico e sejam preenchidos durante o processo, uma esteira faz com que os potes saiam de um compartimento e os leve até o bico de envase, porém, o movimento da esteira é realizado de maneira semiautomática por meio de um pedal próximo ao funcionário, e os potes devem ser colocados um a um manualmente na esteira.

Após o preenchimento dos potes, eles podem ou não ser lacrados, e depois tampados. O lacrador se encontra fora da linha de produção, é necessário que funcionário deva deixar o posto para lacrá-los.

A máquina de tampagem se encontra no fim de curso da produção dentro do setor 4, o equipamento é semiautomático necessitando de um funcionário naquele posto.

Realizada a setorização do processo, é necessário que haja a avaliação dos níveis de impacto dentro de cada setor, e esta avaliação será feita como segunda etapa do método Design Thinking.

4.1.2 Níveis de impacto no processo

Como segunda parte desta etapa, foi necessário realizar uma análise dos níveis de impacto de cada setor, estas análises serão baseadas nos quatro questionamentos realizados previamente, e será avaliado a importância destes níveis para que o projeto seja realizado de uma maneira a não elevar muito o número de componentes pertencentes ao processo, e alocar corretamente os funcionários nos setores para que haja produção.

Em primeiro lugar, para a avaliação da complexibilidade são levados em consideração os seguintes tópicos

- a) Necessidade de um aumento do número de equipamentos de controle no setor em questão, e se houver, onde e qual a função destes equipamentos,
- b) Necessidade da realocação ou remoção de funcionários do setor, ou se o setor precisa de mais funcionário,
- c) Segurança dos funcionários que trabalham no setor.

Respondidos os questionamentos previamente levantados na etapa de busca será possível ainda para esta etapa levantar possíveis soluções de modo a atender requisitos mínimos para um melhor funcionamento da fábrica.

Por ordem de setor, as respostas serão apresentadas abaixo, do modo que os questionamentos foram realizados em campo, e são apresentados como foram realizados, e na ordem de setores.

As respostas foram

Setor 1 – Tratamento de água

1. Sim, devido tratamento de água ser automatizado com bombas dosadoras de preservantes fungicidas e germicidas na filtragem, e o abastecimento dos reatores possuir uma bomba de transferência, é necessário monitorar padrões de qualidade de água para fins industriais e verificar o alinhamento de condução por válvulas, pois ainda esse mecanismo procede de forma manual exigindo atenção de operador no setor.

2. Os instrumentos ajudam a evitar erros que seriam cometidos por seres humanos. Além disso, é mais precisa, e possui uma maior repetibilidade de funções.
3. Alguns dos questionamentos durante o manuseio é referente ao forte odor dos produtos utilizados.
4. Dores por esforço repetitivo, principalmente na coluna e braços.

Setor 2 - Produção

1. Sim, são eles quem fazem o controle dos processos químicos, envolvendo pesagem, preparação de soluções e mistura, e realizam manuseio, programam as velocidades de mistura, e também o controle das fases de aquecimento e resfriamento.
2. Os equipamentos de medição auxiliariam na dosagem de produtos químicos.
3. Não houve questionamentos neste setor.
4. Queixas devido ao esforço físico para levantar a embalagem de algumas misturas devido ao peso.

Setor 3 – Armazenamento

1. Sim, devido a transferência de produtos, descarregamento de produto proveniente do reator do reator principal.
2. No momento instrumentos de medição são irrelevantes.
3. Sim, riscos de vazamento e desperdício de material.
4. Local escorregadio.

Setor 4 - Envase

1. Sim, são os responsáveis por realizarem os ajustes necessários, e liberação do processo de envase, também são eles responsáveis pelo processo e acompanhando do envase dos produtos, e para preenchimento dos frascos.

2. Os instrumentos evitariam possíveis erros que seriam cometidos por seres humanos. Além disso, é mais precisa na repetibilidade de funções e dosagem de produtos.
3. Sim, sobre o desperdício de material durante o envase.
4. Atividade repetitiva, trazendo dores aos funcionários nas regiões dos braços e costas.

Por meio das respostas e dos tópicos de avaliação citados anteriormente, que serão utilizados como parâmetros para mensurar os níveis de impacto e complexibilidade de cada setor, e uma análise de quais são os possíveis problemas que uma decisão descompensada sobre os tópicos geraria sobre o projeto.

A seguir a análise de cada tópico para cada setor, de modo que as análises devem estar de acordo com os tópicos, e então seguir na busca de possíveis soluções cada setor de produção em questão.

4.1.2.1 Análise de impacto sobre cada setor

Em primeiro lugar fez-se necessário o aparelhamento das respostas com os tópicos mencionados anteriormente, feito isso, fez-se necessário uma escala para que seja possível mensurar os níveis, e só então encontrar uma solução para cada setor seguindo os critérios já ditos neste capítulo.

Para que haja uma melhor compreensão das análises realizadas em cada setor será utilizado uma métrica **qualitativa baseada no método do semáforo**, onde as cores serão representadas pelas letras G (verde), Y (amarelo) e R (vermelho) e cada letra representa

- **G (verde)** – Setor de baixo risco, não necessita de mudanças, ou mudanças pontuais devem ser feitas, mas nada que interfira no setor em geral, como por exemplo instalação equipamento pequeno, deslocamento de um funcionário do setor, rearranjo de algum equipamento do setor.
- **Y (amarelo)** – Setor de médio risco, necessita de pequenas mudanças, tais como a instalação de alguns instrumentos de medidas, e/ou aumento do número de funcionários (até 3 pessoas), e utilização de equipamentos de segurança que possa não estar sendo usado.

- **R (vermelho)** – Setor de risco, necessidade de grandes mudanças, sejam elas remoção dos funcionários e instrumentação total do setor.

As análises serão feitas por ordem dos setores, e serão levantados os pontos a serem discutidos, e de acordo com as respostas do profissional responsável juntamente com as informações gerais coletadas dos setores com base nos três tópicos já citados anteriormente neste capítulo, as análises são as seguintes

Setor 1 – Risco Y

- Necessita de alguns equipamentos de medida dentro do setor devido a necessidade do controle de temperatura, abertura de válvulas e padrão de qualidade da água armazenada.
- O funcionário neste setor realiza o trabalho que equipamentos de medição podem realizar, porém é ele quem manuseia os produtos até que os mesmos sejam adicionados na água,
- Proporcionar aos funcionários uma maior segurança ao manusear os elementos que são utilizados no tratamento da água.

Apesar de necessitar de alguns equipamentos, os mesmos podem não ser em grandes quantidades, e estes equipamentos trariam maior comodidade ao funcionário responsável pelo setor.

Setor 2 – Risco G

- O setor possui instrumentação necessária para o que lhe é proposto, possivelmente equipamentos pontuais auxiliariam em possíveis problemas.
- Os funcionários neste setor têm por objetivo ligar e desligar os equipamentos, abrir e fechar válvulas, e a inserção dos produtos dentro dos reatores.
- A segurança neste setor se dá em maior caso devido aos painéis que permanecem aberto durante todo o processo fabril, podendo causar danos aos funcionários e produção.

O setor 2 apesar de já conter equipamentos de controle, pode ser melhorado de forma a proporcionar uma maior agilidade do processo neste setor, subidas e descidas desnecessárias podem ser removidas dispondo dos equipamentos de controle de fluxo em alguns atuadores manuais.

Setor 3 – Risco R

- Setor não possui nenhum equipamento de instrumentação, todo o trabalho realizado nele é de forma manual, os tanques precisam ser deslocados por funcionários para o seu abastecimento, e depois devem ser deslocados novamente com um sobrepeso devido ao produto produzido.
- Funcionários neste setor somente fazem o trabalho do deslocamento dos tanques de armazenamento e engate dos dutos para seu o esvaziamento.
- Segurança mínima, possível risco de queda do funcionário e até dos tanques de armazenamento, em alguns momentos o chão pode ficar escorregadio devido a respingos devido a evacuação do produto proveniente dos reatores.

Este setor necessita de uma maior revisão e maior cuidado em relação aos setores antecessores, podendo não possuir funcionários se totalmente automatizado, ou possui-los por motivo de falhas durante a produção. Pode-se dizer que é o setor onde se encontra o maior atraso durante a produção por não haver a instrumentação/equipamentos necessários para um maior rendimento.

Setor 4 – Risco Y

- Setor possui instrumentação mínima, o trabalho dos funcionários ainda é maior que dos equipamentos, o processo neste setor é descontinuado, necessitando o deslocamento do funcionário em alguns momentos.
- Os funcionários podem realizar outras atividades dentro deste setor, sem a necessidade de estarem ligados diretamente a linha de produção, ou realizarem o mínimo dentro dele.

- Setor de pouca periculosidade, porém esforços e movimentos repetitivos, os funcionários podem adquirir lesões devido a esses movimentos.

O setor 4 de um modo geral necessita de mudanças pontuais, um maior cuidado para com os funcionários com possíveis lesões, alguns equipamentos podem integrar este setor e gerar uma maior rapidez durante o processo de envase.

Realizada a análise nos quatro setores divididos dentro da fábrica, foi iniciada a etapa de ideação, onde foram usados como referências alguns vídeos, e a literatura já citada neste trabalho em busca de possíveis soluções, tanto em instrumentação quanto em proporcionar um melhor ambiente aos funcionários.

4.2 SEGUNDA ETAPA - IDEAÇÃO

A etapa de ideação é a etapa que por meio das pesquisas realizadas em sites, vídeos, e na imersão dentro do ambiente no qual este trabalho vem sendo realizado, serão geradas ideias as quais podem ou não ser aplicadas ao projeto em questão por meio de alguns métodos já citados no capítulo sobre o método em questão.

4.2.1 Geração de Ideias

Antes mesmo da segunda etapa se iniciar foram confeccionados cartões de *insights*, e através destes cartões foram geradas algumas ideias que poderiam ser aplicadas como possíveis soluções, e serão listadas por setores abaixo

Setor 1 – Tratamento de água

- Adicionar um medidor do pH na água insumo;
- Facilitar o transporte dos produtos a serem utilizados no tratamento da água;
- Promover atividades laborais aos funcionários devido ao excesso de esforço e dificuldade no transporte de insumos para limpeza da água dos tanques;
- Armazenamento dos dados das variáveis de controle (temperatura, pH);

- Tanques de armazenamento de insumos;
- Integração do sistema de rede interna para monitoramento das variáveis.

Setor 2 - Produção

- Fechar a malha de controle do processo de produção;
- Ajustar a localização dos botões de acionamento de alguns equipamentos;
- Utilizar funcionários para o depósito de insumos nos reatores;
- Utilização dos EPIs necessários;
- Retirada dos painéis de controle do local de produção
- Acoplamento de um removedor de impurezas na saída dos reatores;
- Limpeza rápida ao fim de cada batelada no piso abaixo dos reatores.

Setor 3 – Armazenamento

- Instrumentação completa do setor;
- Limpeza do setor a cada batelada devido ao risco de acidentes;
- Retirar equipamentos pertencentes de controle de outros setores;
- Remover os funcionários deste setor;
- Instalação de dutos condutores para os produtos provenientes dos reatores;
- Utilização de EPI para a limpeza.

Setor 4 – Envase

- Reposicionamentos dos equipamentos para melhor fluidez na linha de envase;
- Automação do processo de envase;
- Aumento do número de bicos de envase;
- Conexão direta de todos tanques de envase com o setor;

Para que fosse possível gerar mais ideias para o tema em questão, foi necessário o convite de pessoas desvinculadas da fábrica e da confecção deste trabalho, para explorar um maior número de ideias, sendo alguns convidados profissionais de outras áreas de conhecimento.

O início das conversas se deu com uma conversa mais distraída para que todos se ambientassem e não demonstrassem vergonha ao dizer suas ideias ao grupo. Após a conversa, foi iniciado a explicação de como funciona o processo de produção explicando o funcionamento de cada setor, e apresentando imagens e vídeos para um melhor esclarecimento dos presentes.

As ideias geradas foram as seguintes, e de acordo como foram ditas

Setor 1

- Utilizar esteira para levar os produtos até os tanques;
- Levar os produtos da sala onde são armazenados diretamente até o nível dos tanques;
- Utilização de um carrinho de mão;
- Carregador de Pallet;
- Fechar abaixo da escada como depósito de insumos;
- Degrau para inserção dos insumos no tanque;
- Utilizar motor hidráulico para o transporte dos insumos para os tanques;

Setor 2

- Degrau para inserção dos insumos no reator;
- Fechar abaixo da escada como depósito de insumos;
- Válvula pneumática/elétrica para abrir e fechar válvulas de retorno de água;
- Utilizar um cabo/extensor no piso dos reatores para abrir e fechar as válvulas de retorno de água;

Setor 3

- Solucionar o problema do retorno de água;
- Realizar a limpeza em locais onde há acúmulo de água e produto;

Setor 4

- Aumentar o número de bicos de envase;
- mudar a lacradora de lugar;
- Etapa final de produção continuada;

Após a realização do *brainstorming* foram escolhidas algumas ideias que fossem possíveis a realocação dos funcionários do setor por meio da utilização de equipamentos de controle, ou uso de equipamentos que auxiliem o funcionário em alguma atividade específica, ao ser realocado o funcionário poderá realizar tarefas mais simples e com um menor risco.

A instrumentação do setor será baseada no baixo custo, visando resolver os problemas pontuais de cada setor, portanto não havendo grandes mudanças durante o processo, porém a aplicação do controle de malha fechada nos principais equipamentos do setor. E por fim, ideias geradas para um setor não serão usadas somente para aquele setor, mas para todos os setores.

Para a escolha das ideias foi realizada uma análise sobre cada ponto em cada setor, e qual a maior necessidade daquele setor, lembrando que todas ideias geradas para setores posteriores foram levadas em consideração para que pudessem surgir novos *insights* sobre alguma ideia não mencionada.

Em um primeiro momento foi decidido que as ideias seriam escolhidas de acordo com os fatores **humano** e **tecnológico**, sabendo que os fatores financeiro e segurança são intrínsecos nas escolhas.

4.3 TERCEIRA ETAPA – PROTOTIPAGEM E APRESENTAÇÃO DOS DIAGRAMAS P&ID

A primeira parte para desta terceira etapa foi a confecção do diagrama inicial da planta instrumental da fábrica sem nenhuma modificação, elas foram desenhadas de acordo com as normas ISA S5.X, a partir delas serão geradas as plantas com as modificações e melhorias de cada setor. Além das modificações para cada setor, como já dito, serão propostas melhorias para que haja um melhor ambiente de trabalho aos funcionários que participam do processo de fabricação.

Para que os diagramas fossem realizados, foram necessários estudos sobre a produção, compreensão da função que cada equipamento realiza, e pesquisas adicionais sobre como aplicá-los dentro do ambiente. Juntamente com os diagramas, é necessário a documentação de todos os equipamentos pertencentes a cada setor, de modo que ao visualizar os diagramas também seja possível saber qual o equipamento correspondente de cada tag.

4.3.1 Prototipagem da planta base

Para o início da prototipagem, o primeiro setor a ser realizado o diagrama P&I foi o setor 2 (Anexo B), onde estão localizados os reatores, local onde a maior parte do processo está focada. Para facilitar a visualização do processo neste setor, foi realizado apenas o digrama de um reator, entendendo que, apesar de possuir dois reatores dentro do setor, os equipamentos de controle e instrumentação são similares.

Os anexos C e D, ilustram o diagrama do primeiro setor, onde se encontram os tanques de água, porém, eles foram elaborados separadamente para que haja um maior destaque em suas funções dentro do processo.

O anexo E apresenta o setor 3, o setor onde se encontram os tanques de armazenamento, por meio deste diagrama é possível ver que os tanques não possuem conexão direta com os reatores e como já dito, necessita desta ligação com o segundo setor.

E por último nesta etapa o anexo F, o setor de envase, o mesmo acontece como no setor 2, ambos são desconexos do setor 3 de maneira geral.

Juntamente com os diagramas em anexo, estão os manuais descritivos o primeiro de toda a fábrica, e depois um para cada diagrama com as mudanças, de acordo com as normas ISA S5.

4.3.2 Apresentação das ideias com relação aos funcionários

Para início das apresentações de possíveis soluções, o primeiro passo será apresentar as ideias que melhor se encaixam para que haja um melhor ambiente de trabalho aos funcionários da fábrica, sendo estas ditas de uma maneira geral, sem a necessidade de se apresentar os setores em que poderão ser utilizadas, não só por comodidade mas como facilidade para o dia à dia.

Para o transporte dos insumos que serão utilizados durante o processo, para que não haja excesso de esforço físico, a solução escolhida foi utilizar um carrinho de mão industrial, de modo que, mais produtos poderão ser levados ao mesmo tempo, diminuindo o tempo de espera do operador dos reatores, e aumentando a eficiência logística dentro dos corredores da empresa.

Para volumes onde o peso exceda os 25 kg, ou maior que 1 metro de comprimento, utilizar dois funcionários para colocá-lo e removê-lo do carrinho de mão industrial, utilizando sempre o elevador para subir os insumos de nível dentro do ambiente fabril.

Em relação ao setor de envase, encontra-se o problema de movimentos repetitivos durante o processo de envase, por este setor ser semi-automatizado, para que não haja lesão por esforços repetitivos, orienta-se que haja um descanso para os funcionários após um período de tempo, como este trabalho não possui esta finalidade, pede-se que um especialista seja chamado e ensine aos funcionários os exercícios e alongamentos necessários para prevenção de tais lesões, e diga a frequência de um possível descanso. Uma outra maneira será a compra de um equipamento completo que realize todo este trabalho.

4.3.3 Apresentação dos diagramas modificados

4.3.3.1 Setor 2

Assim como na Ideação das possíveis melhorias, o processo de realização dos diagramas foram iniciados pelo Setor 2, este setor por possuir quase todo o seu controle de forma semiautomática, e possui alguns elementos de controle muito pouco usados, ou até mesmo que não são usados, foi decidido que o enfoque sobre este

setor será no controle das variáveis que possuem importância para fabricação dos produtos, estas variáveis são Temperatura e Nível de água dentro do reator. Além destes, como pode ser visto no Anexo B, válvulas não possuem *tags* e os sinais de controle não apresentam seus *ranges* de unidades de medidas dos sinais, sejam eles em miliAmpere (mA) ou volt (V), o que tornava a difícil classificação do instrumento, e a qual “malha” ele pertencia.

O anexo H apresenta o setor com as possíveis melhorias dentro do mesmo, com um enfoque maior nas variáveis de principais dentro deste setor, o controle sobre parte do processo pode ser acelerado, removendo a necessidade de deslocamentos desnecessários como ocorria frequentemente.

Dentro do processo em questão a malha 201-202 é responsável pelo controle do fluxo de água insumo (L) que deve ser depositada no reator, onde a válvula FCV-201 é controlada por um controlador de fluxo que recebe sinal do transmissor de nível LT-202, a válvula FSV-201 é uma válvula manual de segurança, que foi preservada por possíveis problemas no depósito de água no reator.

A malha 203 é responsável pelo controle de temperatura do reator, de modo que o reator não possa ultrapassar os 93°C de acordo com o processo de fabricação dos produtos, as válvulas TCV-203A e TCV-203B são válvulas solenoides que serão acionadas com a necessidade de acelerar o processo de aquecimento adicionando água quente (TCV-203A), ou retardar o processo adicionando água fria (TCV-203B), esses comandos são dados pelo controlador TIC-203 que recebe sinal do transmissor TT-203 de que recebe a informação de um indicador TI-203. O transmissor TT-203 faz parte também da malha 204, a qual é designada para remover a água de dentro da camisa do reator, as válvulas FCV-204A e FCV-204B são acionadas por meio do sinal pneumático vindo dos conversores FY-204A e FY204B, que são controlados juntamente com duas bombas P-01 e P-02 pelo controlador FC-204, tal que as bombas retornam a água dependendo de sua temperatura aos tanques do setor 1.

A válvula FCV-304 é controlada a partir dos sinais do setor 3 por meio do FC-304.

O anexo I representa todos os equipamentos que constam neste diagrama.

4.3.3.2 Setor 1

Este setor contém 3 tanques de água, de um modo geral, os mesmos tem por finalidade somente o armazenamento de água fria, quente e insumo, porém, devido ao seu difícil acesso e por existirem apenas dois modos de saber os tanques possuem água, o primeiro é o acesso direto ao setor por meio de uma escada, o segundo por meio da audição, o que não é confiável durante a produção, logo para este setor foi proposto um controle básico liga/desliga e maneiras de indicar o nível de coluna água. Já para T3, foi proposto um medidor indicador de pH, juntamente com o controle de nível de água dentro do tanque, visto que para este tanque o nível de água é de grande importância.

Começando pelo tanque T-3, foi adicionado um transmissor diferencial de nível LT-103, onde o mesmo indica e transmite a temperatura até o Controlador Indicador de Nível LIC-103, que funcionará da seguinte maneira, quando tanque em nível baixo, é acionado o controlador e aberta a válvula LCV-103, e a mesma é fechada quando em nível alto. Além do controle de nível, de modo a preservar a qualidade da água insumo e para que se mantenha um valor de pH aceitável, foi adicionado um medidor de pH ao tanque, o mesmo se comunica com um Transmissor Indicador de pH NTI-104, que envia as informações e as grava no registrador NR-104, como mostra o anexo J.

Já para os tanques T-1 e T-2, ilustrados no anexo K, onde suas funções são somente o armazenamento de água quente e fria respectivamente, assim como no tanque T-3 foi proposto um controle Liga/Desliga a T-2 devido ao seu nível de água, e pelo fato de que o mesmo estar ligado a entra e saída de água da camisa do reator, portanto só é necessário a transmissão do nível por meio do transmissor LT-102 que transmite o sinal ao controlador LC-102 e ao indicador LI-102.

O tanque T-1, por ser um tanque pressurizado e retentor de calor, foi decidido que seu nível seria baseado na diferença de pressão entre dois pontos dentro do mesmo pelo PT-101, e mostrado pelo PI-101. T-1 por ser um tanque que ajuda a reter o calor, o mesmo não é capaz de fazê-lo por muito tempo, devido a sua baixa capacidade e construção, por este motivo foi decidido que será mais fácil a reutilização da água em poucas produções, e após isso o descarte ou reutilização da água para outros fins fora da produção.

4.3.3.3 Setor 3

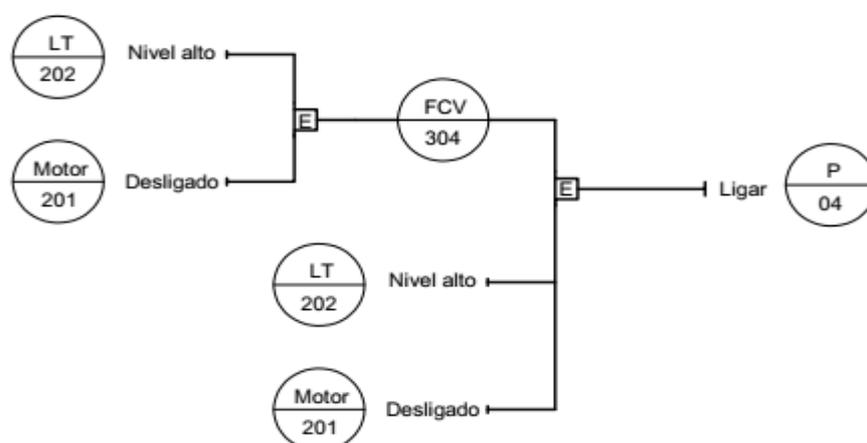
Para o setor 3, o setor de armazenamento, ficou decidido que em todos os tanques o correto seria o controle de nível, dos tanques, e o controle sobre as válvulas de controle que levam o produto ao último setor, de modo que não seja necessário a utilização de funcionários neste setor durante a produção, mas sim para limpeza, ou manutenção.

O anexo E nos mostra o setor 3 por uma visão geral, já o anexo M nos mostra como foi planejado o sistema de controle para cada tanque, de modo a integrar todos os tanques em uma única linha de condução de produto para o abastecimento dos tanques, sendo P-04 a motobomba responsável por impulsionar o produto através de um cano condutor com saídas paralelas para os tanques. Em todo os tanques há uma válvula LCV-304A# (# é o número de tanques que vai de 1 a 9), essa válvula é controlada pelo controlador LC-304, que recebe o sinal de um transmissor diferencial de nível LT-304#. Para a ida do produto ao setor 4, LT-304# envia um sinal para um controlador de fluxo FC-305 que é o responsável pelo controle de abertura e fechamento da válvula FCV-305A#.

Este setor, por possuir muitos equipamentos a serem controlados foi realizado um esquemático lógico para o controle de todas as válvulas deste setor.

Par ao controle do sistema de válvulas dentro do setor 3 primeiro foi feito o diagrama lógico da abertura da válvula FCV-304, este pode ser visto a seguir

Figura 21 - Logica de Acionamento da bomba P-04

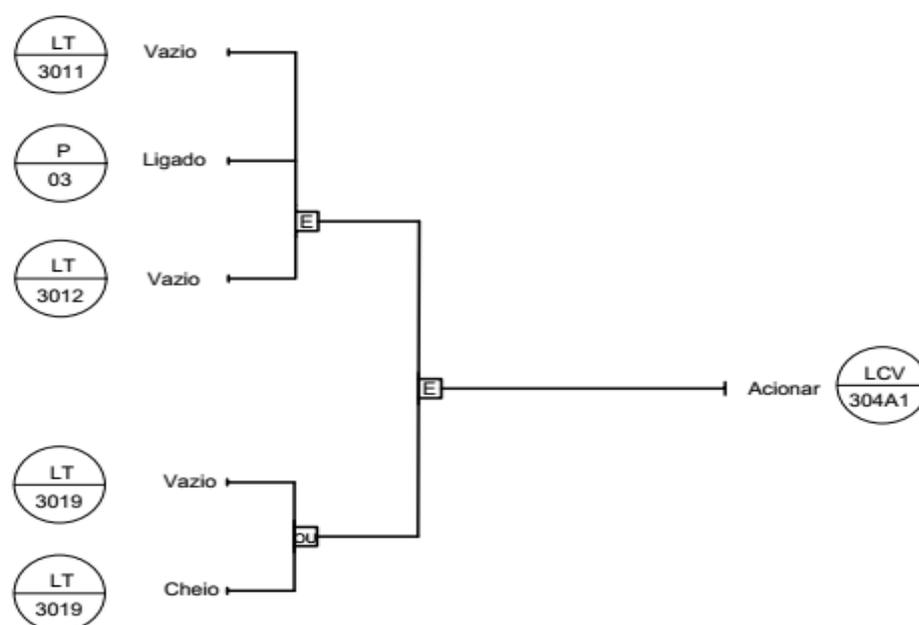


Por meio da Figura 21, pode-se perceber que, para se acionar a bomba P-04 localizada no setor 2 só existe a necessidade de se ativar a válvula de controle de fluxo FCV-304, desde que o motor-201 desligado e LT-202 em nível alto (ou não vazio).

A partir desta lógica, foi construída toda a lógica de acionamento e desligamento dos sensores e válvulas do próximo setor, de modo que, ambos não entrem em conflito, e trabalhem em estados não desejáveis.

Para o acionamento das válvulas de enchimento dos tanques foi pensado em um modo no qual leva-se em consideração os tanques a serem preenchidos, e os que já foram preenchidos, de modo que a mesma válvula não seja aberta duas vezes durante o processo, então, para a primeira válvula LCV-304A1 foi a seguinte

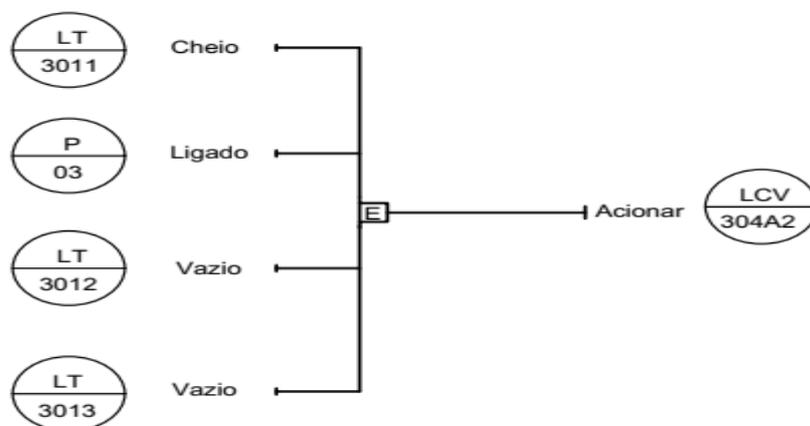
Figura 22 - Lógica de Acionamento da Válvula Solenoide LCV-304A1



Fonte: Própria autoria

Para as demais válvulas, o que foi levado em consideração é se o tanque anterior contém o produto que está sendo armazenado, porém a lógica segue simples assim como na Figura 22, como mostrado a seguir

Figura 23 - Logica de Acionamento da Válvula Solenoide LCV-304A2 e demais válvulas

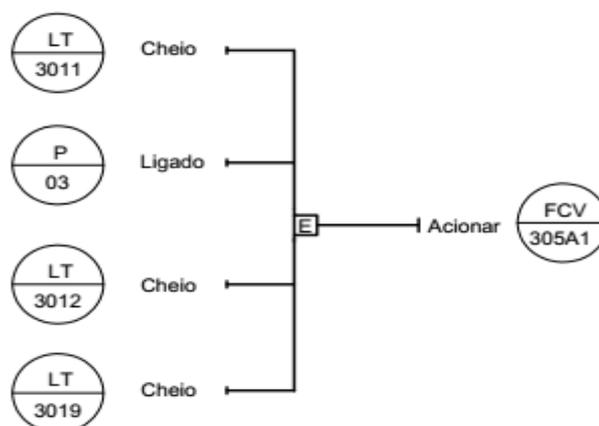


Fonte: Própria autoria

Como pode ser visto na Figura 23, para que o próximo tanque possa estar apto a armazenar o produto o tanque anterior já deve ter sido preenchido – Com exceção do tanque 1, pois o mesmo precisa que todos os tanques já estejam vazios para que se inicie o processo, o processo para as próximas válvulas seguem o mesmo raciocínio.

Além das válvulas usadas para o depósito do produto, existe também a necessidade de se abrir as válvulas que dão passagem para o último setor, e para a primeira válvula temos a seguinte lógica

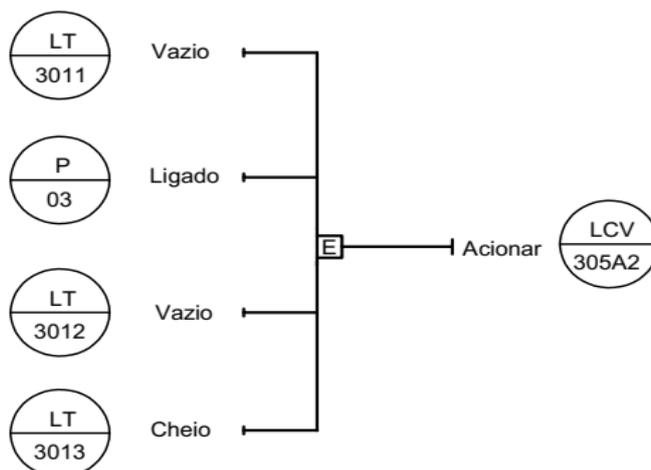
Figura 24 - Logica de Abertura da Válvula FCV-305A1



Fonte: Própria autoria

Para as válvulas seguintes foram utilizadas lógicas parecidas, portanto, a lógica a seguir pode ser replicada para as demais

Figura 25 - Logica de acionamento da válvula FCV-305A2 e demais válvulas



Fonte: Própria autoria

Apesar da lógica simples de acionamento, a mesma para um pequeno processo é suficiente.

4.3.3.4 Setor 4

Para o ultimo setor, foi decidido que seria como prioridade a preservação do bem estar dos funcionários, pois o mesmo, assim como em outras fábricas do ramo, possui um sistema de envase completo, portanto por meio de conversas durante o projeto foi resolvido que, o mesmo seria mantido como está, mas seriam feitos ajustes na linha de tampagem e lacre, pois os equipamentos não estão na mesma linha de processo, necessitando o deslocamento do funcionário durante o processo, e algumas vezes percebeu-se que era necessário a interrupção do processo para que isso ocorresse, devido a quantidade de frascos que são preenchidos por minuto.

5 ANÁLISE

De modo a melhorar um processo de produção de produtos cosméticos foram levados em consideração muitos fatores, tais como segurança de funcionários, facilidade e agilidade do mesmo, sendo que em alguns setores não houveram mudanças muito grandes, de modo geral, o processo foi compreendido e buscou-se as melhores soluções para o mesmo, sejam elas voltadas aos funcionários, ou voltadas para o processo de produção.

O processo em questão ainda é realizado de maneira semiautomática ou quase manual, e ainda tem a necessidade de melhora do processo, como a fábrica ainda está em processo de crescimento perante ao mercado, de alguma maneira não seria viável propor possíveis soluções de modo a elevar as despesas da fábrica além da capacidade financeira de seus proprietários, e todos os equipamentos pesquisados para este trabalho foram escolhidos por meio das informações disponíveis e necessidade do setor.

O método Design Thinking como meio de soluções de problema se mostrou vantajoso durante a confecção deste trabalho, pois o mesmo levou a imersão dentro do processo e realização de análises não só em relação a equipamentos que ali estão, mas também em relação as pessoas que ali estão, tornando o processo empático e agradável, com uma experiencia única vivenciada. Porém, em alguns casos o mesmo não foi de muita utilidade, devido ao baixo número de pessoas que participaram do processo de confecção, seja no processo de pesquisa, seja no processo de ideação, pois o mesmo sempre pede para que haja um grupo multidisciplinar durante a sua metodologia, mas esse grupo multidisciplinar esteve presente somente durante a fase de ideação, e que não pode ser estendida.

Para as pesquisas foram encontradas grandes dificuldades nos revendedores deles, pois alguns não dispunham dos dados técnicos completos, necessitando de uma consultoria para tal, os dados de cada equipamento foram baseados nas informações obtidas de um modo geral, porém com base nos equipamentos levantados dentro dos diagramas em anexo a este trabalho.

Também durante o processo houveram pequenos desencontros devido a assuntos internos, e/ou falta de comunicação para com os responsáveis pelo processo, o que dificultou uma maior imersão ao processo, e atraso na confecção deste trabalho, mas pode-se dizer que apesar destes contratemplos, o mesmo pode

ainda ser realizado com calma, mas também em algum ponto com alguma rapidez indesejada.

Como consideração final, deixo algumas propostas para o que pode ser melhorado dentro do diagrama e processo

- Uma maior integração entre os processos vigentes;
- Melhora no controle do processo de produção, seja ele em relação a temperatura no controle de válvulas ou por um controlador PID;
- Refinamento do controle lógico no setor 3, com análise via redes de Petri, de modo a não possuir estados não desejados dentro do mesmo.
- Melhora do sistema de monitoramento de temperatura e pH dos tanques localizados no setor 1.

CONCLUSÃO

O método utilizado para realização deste trabalho apresentou um bom desempenho, porém existiram alguns pontos de melhora. O primeiro ponto é a necessidade de um grupo multidisciplinar para realizá-lo de maneira mais eficiente, propiciando uma ideiação mais ampla, que aborde além das áreas de equipamentos e produção, mas também o lado humano de todo o processo, pois o método Design Thinking é também um método centrado no usuário. Outro ponto é a não implementação do projeto, devido a não implementação não será possível receber os *feedbacks* necessários para melhorias no processo.

Com este trabalho foram desenvolvidas atividades de campo de um engenheiro que pretende atuar na área de projetos de instrumentação, que são elas desenhos técnicos baseados em normas vigentes ISA S5.1 à S5.5, e realizados na plataforma AutoCAD®, confecção de memoriais descritivos, diagramas lógicos, e pesquisa de equipamentos.

A imersão dentro de um ambiente fabril deu a noção do que é estar em campo a trabalho e como funciona os tramites dentro do mesmo, desde o processo de pesquisa de equipamentos até o envase do produto.

A partir destas informações concluo que, apesar dos fatores internos, este trabalho apresenta a análise e proposta de intervenção de uma solução para uma pequena indústria de cosméticos, onde o método utilizado também se mostrou viável ao processo, e trazendo o conhecimento sobre processos de produção de cosméticos.

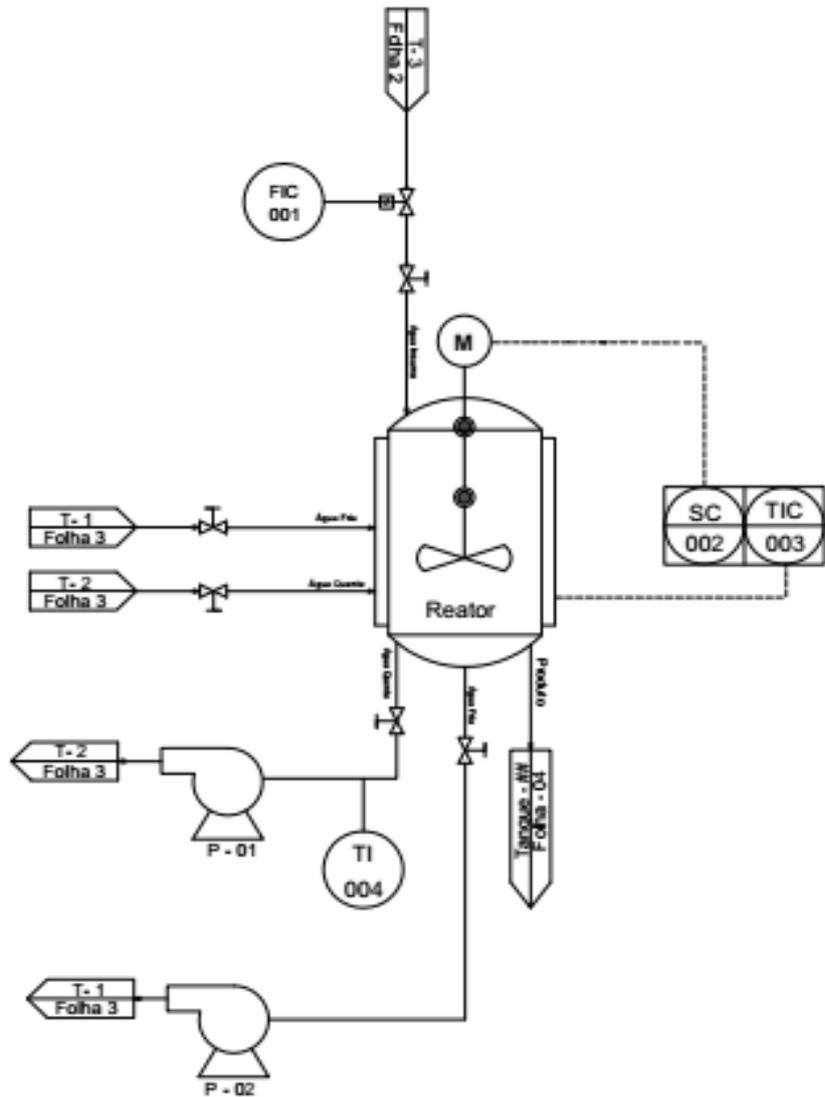
REFERÊNCIAS

- AMBROSE, G.; HARRIS, P. **Design Thinking**: s.m. ação ou prática de pensar design. Tradução de Mariana Belloli. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BEGA, E. A. et al. **Instrumentação Industrial**. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2006.
- CASTRUCCI, P. D. L.; BITTAR, A.; SALES, R. M. **Controle Automático**. Rio de Janeiro - RJ: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2011.
- DIAS, C. A. **Técnicas avançadas de instrumentação e controle de processos industriais: Ênfase em Petróleo e Gás**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Livraria Ltda, 2012.
- DORF, R. C.; BISHOP, R. H. **Sistemas de Controle Modernos**. Tradução de Bernardo Severo da Silva Filho. 8ª ed. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. unico, 1998.
- FERREIRA, L.; PINHEIRO, T. **Design Thinking Brasil: Empatia, Colaboração e experimentação para pessoas, negócios e sociedade**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: ALTA BOOKS, 2017.
- FRANCHI, C. M. **Controle de Processos Industriais: Princípios e Aplicações**. 1ª. ed. São Paulo: Érica Ltda, 2013.
- GONÇALVES, M. G. **Monitoramento e controle de Processos**. Rio de Janeiro: Petrobras; Brasília: SENAI: [s.n.], v. 2, 2003.
- GONÇALVES; GRIGLIO, M. **Monitoramento de processos**. Brasília - DF: [s.n.], 2003.
- MELO, A.; ABELHEIRA, R. **Design Thinking & Thinking Design: Metodologia, Ferramentas e uma Reflexão sobre o tema**. 1ª. ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- NISE, N. S. **Engenharia de Sistemas de Controle**. Tradução de Jackson Paul Matsuura. 6ª edição. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- NJATC. **Fundamentals of Instrumentation**. 2ª ed. ed. New York: DELMAR CENGAGE Learning, 2008.
- OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. 4ª. ed. [S.I.]: Prentice-Hall, 2003.
- RIBEIRO, M. A. **Controle de Processos**. 8ª. ed. Salvador, BA: [s.n.], 2005.
- RIBEIRO, M. A. **Instrumentação**. Salvador: [s.n.], 2007.
- ROURE, M. D. Lince: Instrumentação e Controle. **Lince: Instrumentação e Controle**. Disponível em: <<https://instrumentacaoecontrole.com.br/instrumentacao-industrial-guia-completo/>>. Acesso em: 29 ago. 2018.
- SENAI-ES. **Instrumentação Básica I: Pressão e Nivel**. Tubarão: [s.n.], 1999. 3 p.

SOISSON, H. E. **Instrumentação Industrial**. 1ª. ed. Curitiba: Hemus, v. unico, 2002.

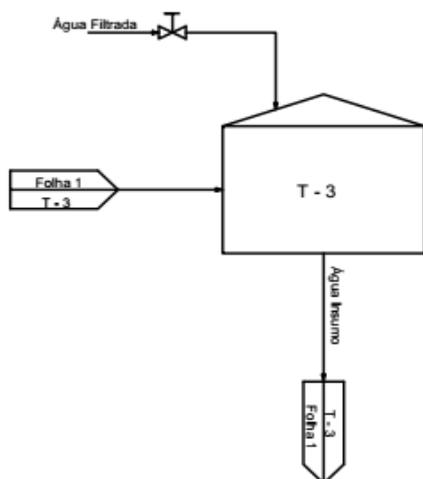
VIANNA, M. et al. **Design Thinking: Inovação em Negócios**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

ANEXO B – SETOR 2: DIAGRAMA P&ID (REATORES)



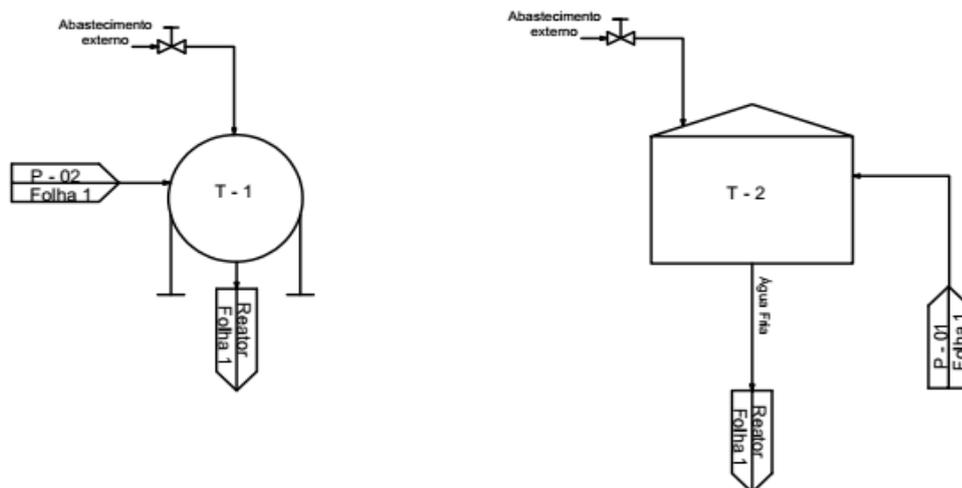
Título:	Setor 2 - Diagrama P&I (REATORES)	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Henrique Rosan
Assunto:	Trabalho de Conclusão de Curso 2	ESCALA:	Sem escala
Data de Apresentação:	DDMM/AA	Desenhador:	Miguel Angel C. Bernuy
		FOLHA:	01
		DATA:	02/05/19

ANEXO C – SETOR 1: TANQUE DE ARMAZENAMENTO T1



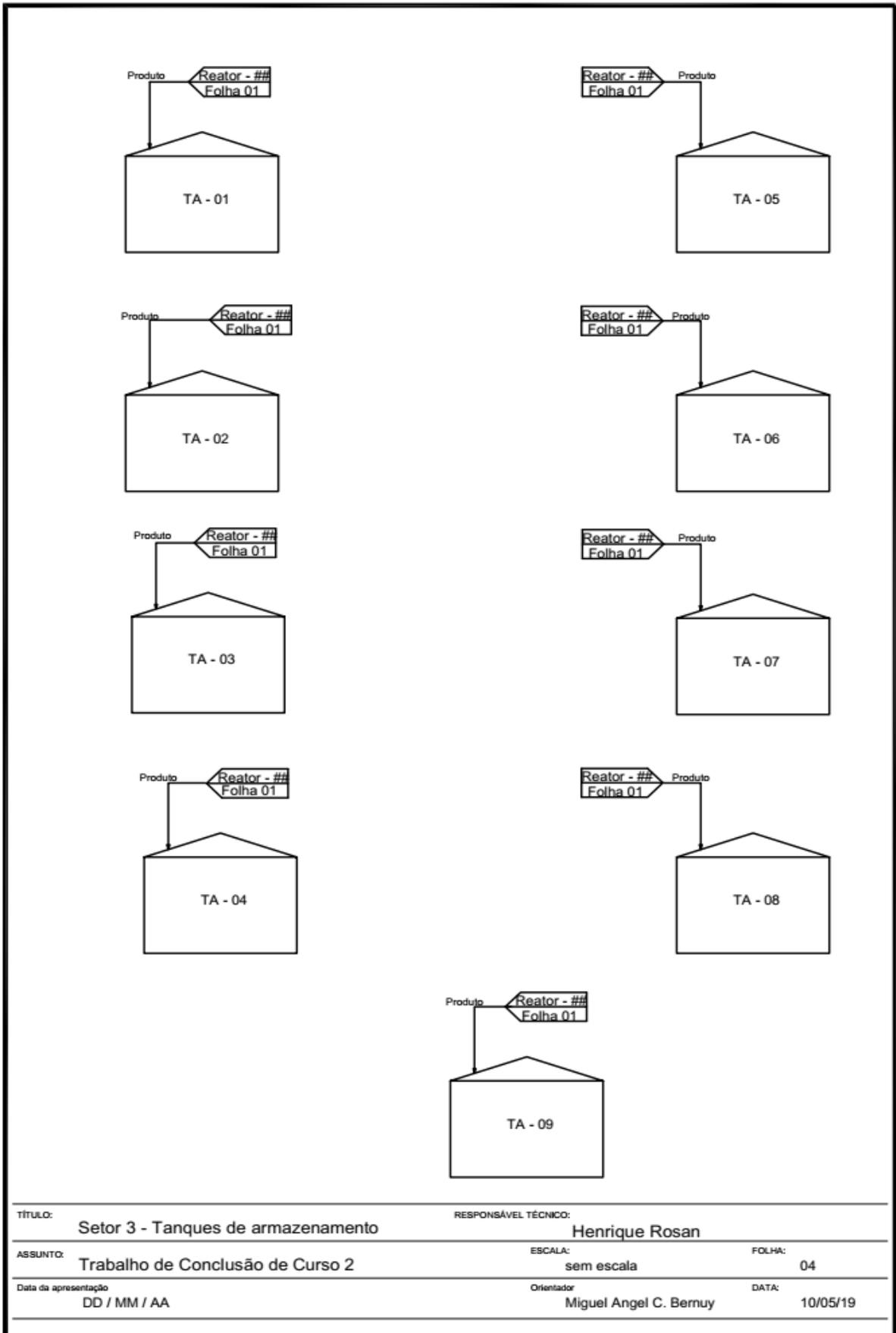
TÍTULO:	Setor 1 - Tanque de Armazenamento (T3)	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Henrique Rosan		
ASSUNTO:	TCC 2	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	02
Data de Apresentação	DD/MM/AA	Orientador	Miguel Angel C. Bernuy	DATA:	09/05/19

ANEXO D – SETOR 1: TANQUES DE TROCA DE CALOR

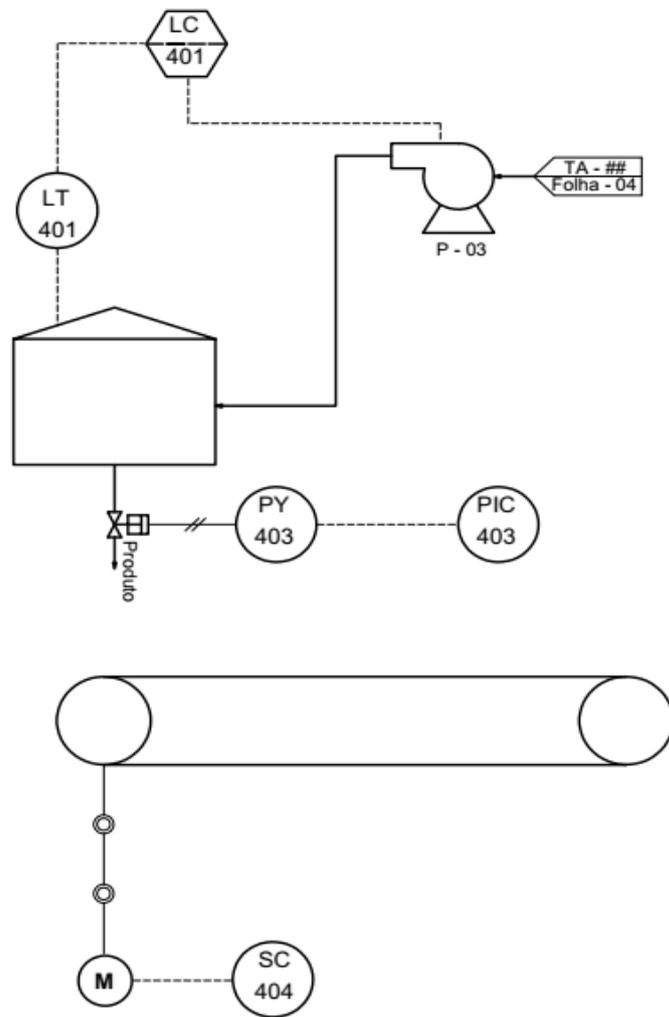


TÍTULO:	Setor 1 - Tanques de troca de calor	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Henrique Rosan		
ASSUNTO:	Trabalho de Conclusão de Curso 2	ESCALA:	sem escala	FOLHA:	03
Data da apresentação	DD/MM/AA	Orientador	Miguel Angel C. Bemuy	DATA:	10/05/19

ANEXO E -SETOR 3: TANQUES DE ARMAZENAMENTO



ANEXO F – SETOR 4: ENVASE

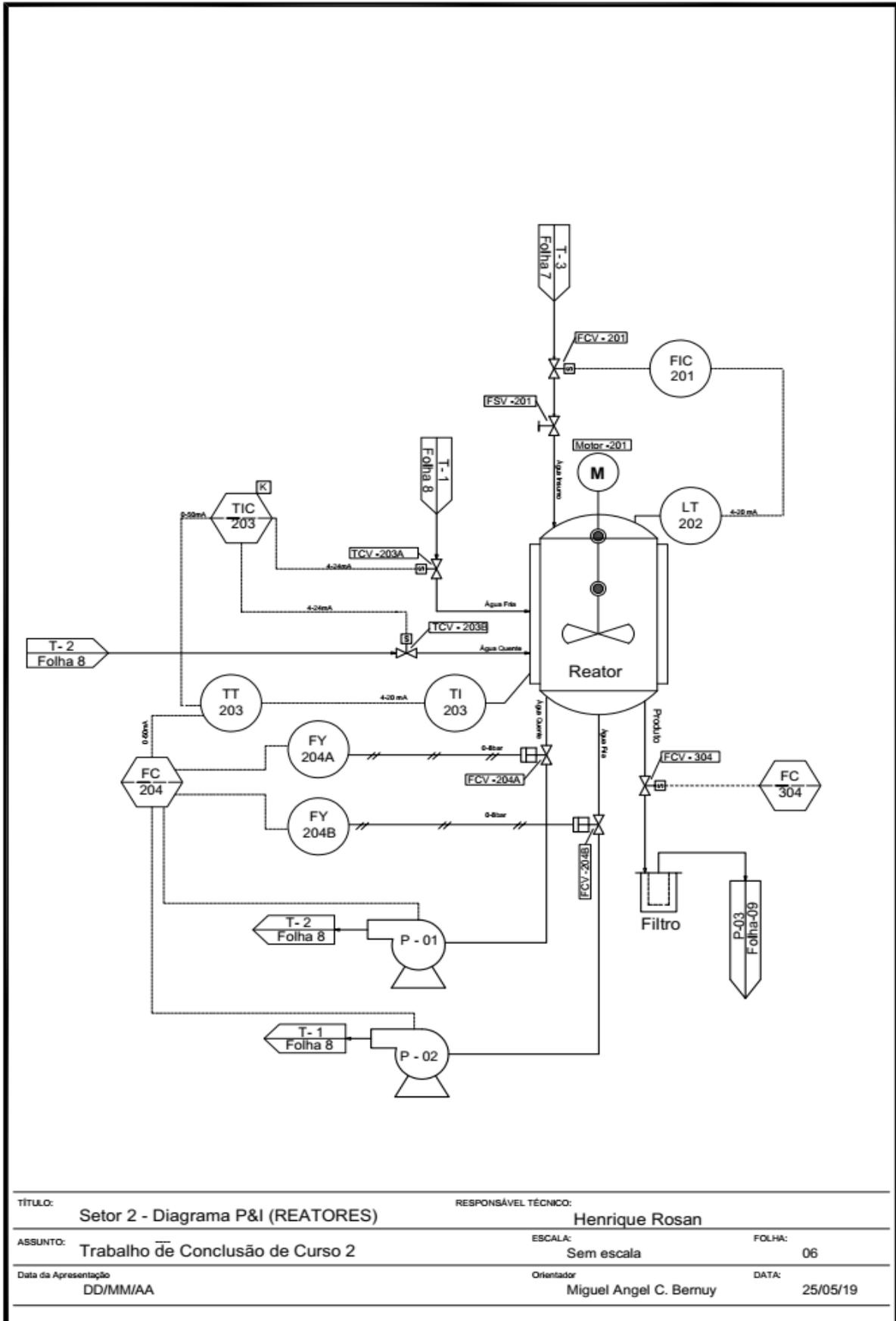


TÍTULO:	Setor 4 - Envase	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Henrique Rosan		
ASSUNTO:	Trabalho de Conclusão de Curso 2	ESCALA:	sem escala	FOLHA:	05
Data da apresentação	XXX	Orientador	Miguel Angel C. Bernuy	DATA:	10/05/19

ANEXO G – MEMORIAL DESCRITIVO PLANTAS ORIGINAIS

MEMORIAL DESCRITIVO				
Nº Documento 001 (Lista de Instrumentação)				
Data da Apresentação: DD / MM / AA				
Orientador: Prof. Miguel Angel Chincaro Bernuy				
PROJETO: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2				
LOCAL: NATIVA BRASILIS, PEDRINHAS PAULISTA				
R E V	TAG Nº	FUNCTION	P&ID Nº	Spec. Nº
	FIC 001	Transmissor Indicador de Fluxo	1	
	SC 002	Controlador de Velocidade	1	
	TIC 003	Controlador Indicador de Temperatura	1	
	TI 004	Indicador de Temperatura	1	
	P - 01	Bomba motora	1	
	P - 02	Bomba motora	1	
	XXX	Reator Químico	1	
	XXX	Motor Elétrico	1	
	T -3	Tanque de água insumo	2	
	T - 1	Tanque de água quente	2	
	T - 2	Tanque de água fria	3	
	TA - ##	Tanque de Armazenamento	4	
	LT 401	Transmissor de nível	5	
	LC 401	Controlador de Nível	5	
	PIC 403	Controlador Indicador de Pressão	5	
	PY 403	Transdutor de Pressão	5	
	SC 404	Controlador de Velocidade	5	
	XXX	Motor Elétrico	5	
	XXX	Tanque de Armazenamento	5	
	XXX	Esteira Rolante	5	

ANEXO H – DIAGRAMA SETOR 2 AJUSTADO

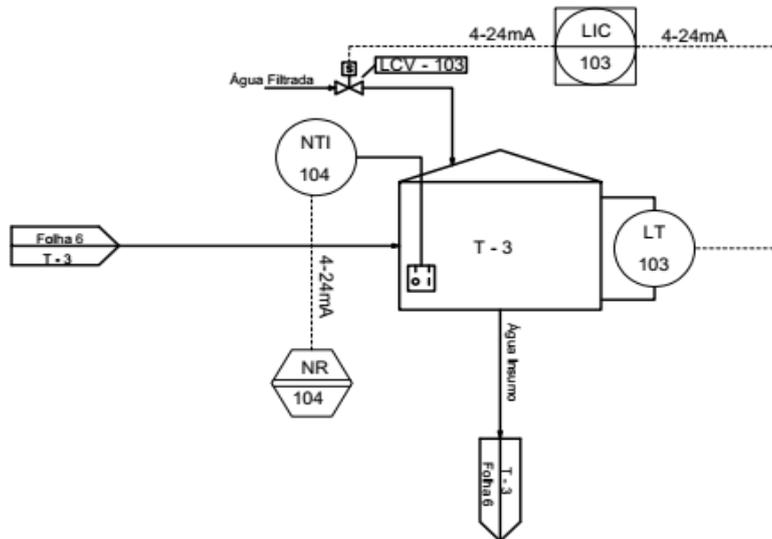


TÍTULO:	Setor 2 - Diagrama P&I (READORES)	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Henrique Rosan
ASSUNTO:	Trabalho de Conclusão de Curso 2	ESCALA:	Sem escala
Data da Apresentação	DD/MM/AA	Orientador	Miguel Angel C. Bernuy
		FOLHA:	06
		DATA:	25/05/19

ANEXO I – MEMORIAL DESCRITIVO SETOR 2 PROPOSTO

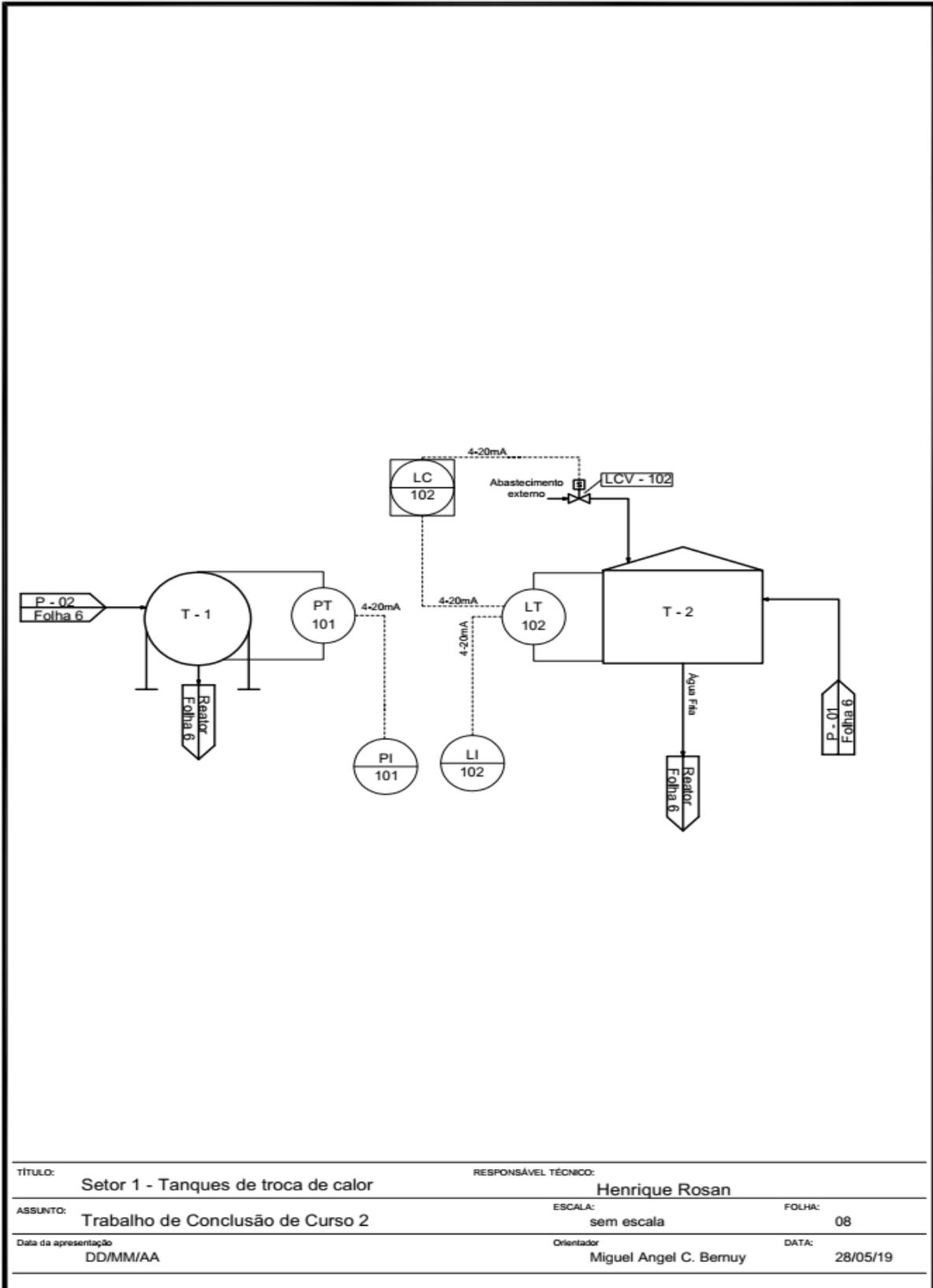
MEMORIAL DESCRITIVO				
Nº Documento 002 (Lista de Instrumentação)				
Data da Apresentação: DD / MM / AA				
Orientador: Prof. Miguel Angel Chincaro Bernuy				
PROJETO: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2				
LOCAL: NATIVA BRASILIS, PEDRINHAS PAULISTA				
R E V	TAG Nº	FUNCTION	P&ID Nº	Det. Pneumatico
	FIC 201	Controlador Indicador de Fluxo	6	
	FCV 201	Valvula Solenoide de Controle de Fluxo	6	
	FSV 201	Valvula de Segurança de Fluxo	6	
	Motor 201	Motor elétrico	6	
	LT 202	Transmissor de nivel	6	
	TI 203	Indicador de Temperatura	6	
	TT 203	Transmissor de Temperatura	6	
	TIC 203	Controlador Indicador de Temperatura	6	
	TCV 203A	Valvula de Controle de Temperatura	6	
	TCV 203B	Valvula de Controle de Temperatura	6	
	FC 204	Controlador de Fluxo	6	
	FY 204A	Conversor de Sinal	6	0-8bar
	FY 204B	Conversor de Sinal	6	0-8bar
	FCV 204A	Valvula de Controle de Fluxo	6	
	FCV 204B	Valvula de Controle de Fluxo	6	
	P - 01	Bomba Motora	6	
	P - 02	Bomba Motora	6	
	FC 304	Controlador de Fluxo	6	
	FCV 304	Valvula de Controle de Fluxo	6	
	XXX	Filtro	6	
	XXX	Reator	6	

ANEXO J – SETOR 1: TANQUE DE ARMAZENAMENTO AJUSTADO



TÍTULO:	Setor 1 - Tanque de Armazenamento (T3)	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Henrique Rosan		
ASSUNTO:	TCC 2	ESCALA:	Sem escala	FOLHA:	07
Data da Apresentação	DD/MM/AA	Orientador	Miguel Angel C. Bernuy	DATA:	28/05/19

ANEXO K – TANQUES DE ARMAZENAMENTO AJUSTADOS



TÍTULO: Setor 1 - Tanques de troca de calor

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Henrique Rosan

ASSUNTO: Trabalho de Conclusão de Curso 2

ESCALA: sem escala

FOLHA: 08

Data da apresentação: DD/MM/AA

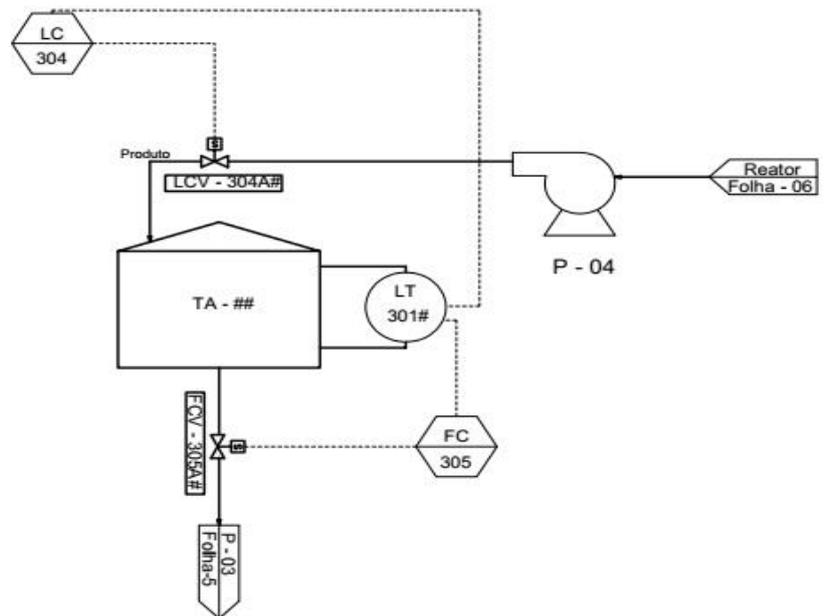
Orientador: Miguel Angel C. Bemuy

DATA: 28/05/19

ANEXO L – MEMORIAL DESCRITIVO SETOR 1 PROPOSTO

MEMORIAL DESCRITIVO				
Nº Documento 003 (Lista de Instrumentação)				
Data da Apresentação: DD / MM / AA				
Orientador: Prof. Miguel Angel Chincaro Bernuy				
PROJETO: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2				
LOCAL: NATIVA BRASÍLIS, PEDRINHAS PAULISTA				
R E V	TAG Nº	FUNCTION	P&ID Nº	Det. Pneumatico
	PT 101	Transmissor Diferencial de Pressão	8	0,7 - 690 bar
	PI 101	Indicador de Presão	8	0 - 10000
	T - 1	Tanque de armazenamento Pressurizado	8	
	LT 102	Transmissor de nivel	8	
	LC 102	Controlador de Nivel	8	
	LI 102	Indicador de Nivel	8	
	LCV - 102	Valvula solenoide de Controle de Nivel	8	
	T - 2	Tanque de armazenamento	8	
	T-3	Tanque de água insumo	7	
	LT 103	Transmissor de Nivel	7	
	LIC 103	Controlador Indicador de Nivel	7	
	NR 104	Registrador de pH	7	
	NIT 104	Transmissor Indicador de pH	7	
	NM 104	Medidor de pH	7	
	LCV 103	Valvula Solenoide de Controle de Nivel	7	

ANEXO M – SETOR 3: SETOR DE ARMAZENAMENTO AJUSTADO



TÍTULO:	Setor 3 - Tanques de armazenamento	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Henrique Rosan
ASSUNTO:	Trabalho de Conclusão de Curso 2	ESCALA:	sem escala
Data de apresentação	DD / MM / AA	Orientador	Miguel Angel C. Bernuy
		FOLHA:	09
		DATA:	30/05/19

