



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ESTER VIANA ALENCAR SILVA

**ANÁLISE DA VALIDAÇÃO DE UM PROJETO DE SISTEMA DE AQUECIMENTO
DE ÁGUA EM UMA PLANTA FABRIL**

FORTALEZA

2022

ESTER VIANA ALENCAR SILVA

ANÁLISE DA VALIDAÇÃO DE UM PROJETO DE SISTEMA DE AQUECIMENTO DE
ÁGUA EM UMA PLANTA FABRIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Alexandra de Sousa Rios.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S579a Silva, Ester Viana Alencar.

Análise da validação de um projeto de sistema de aquecimento de água em uma planta fabril / Ester Viana Alencar Silva. – 2022.

43 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Maria Alexandra de Sousa Rios.

1. Descontaminação. 2. Água. 3. Aquecimento. I. Título.

CDD 628

ESTER VIANA ALENCAR SILVA

ANÁLISE DA VALIDAÇÃO DE UM PROJETO DE SISTEMA DE AQUECIMENTO DE
ÁGUA EM UMA PLANTA FABRIL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Graduação em
Engenharia Ambiental do Centro de
Tecnologia da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção
grau de Bacharel em Engenharia
Ambiental.

Aprovada em: 19/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria Alexandra de Sousa Rios (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cleiton da Silva Silveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. David Jorshuam de Oliveira Rufino
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

A Deus, e aos meus pais Francisco
Carlos e Eliomar Viana.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que eu conquistasse esse feito na minha vida, não porquê sou merecedora, mas é porque Ele merece toda honra e glória.

Aos meus pais, Francisco Carlos e Eliomar Viana, e meu irmão, Carlyson Viana, pelo amor, apoio e por me incentivarem nos meus sonhos.

A Prof.^a Dr.^a Maria Alexsandra de Sousa Rios, pela excelente orientação e paciência, me guiando e me ajudando encontrar o meu caminho nesse trabalho.

Aos participantes da banca examinadora Prof. Dr. Cleiton da Silva Silveira e Eng. David Jorshuam de Oliveira Rufino pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões visando a melhoria do meu Trabalho de Conclusão de Curso.

“Considerai os lírios, como crescem; não trabalham, nem fiam; contudo vos digo que nem mesmo Salomão, em toda a sua glória, se vestiu como um deles” (BIBLIA, Lucas, 12, 27).

RESUMO

Nas indústrias defensivos agrícolas, para que o produto acabado esteja de acordo com os padrões de qualidade, é necessário que o processo de produção seja seguro e livre de contaminação microbiológica e química. Dessa forma, essas indústrias químicas devem apresentar políticas de prevenção a contaminação, e vários pontos são levados em conta, como organização, limpeza, fluxo de produção, manutenção das instalações e equipamentos, atividades descritas em padrões, e procedimentos de limpeza. O processo de descontaminação e desinfecção das unidades de fabricação é uma etapa importante do processo de produção, pois é nessa etapa que os padrões de qualidade precisam estar conformes, para evitar uma possível contaminação, e a água quente pode auxiliar na redução da contaminação microbiológica. Pensando nisso, esse trabalho teve como objetivo realizar um estudo de caso da análise da validação do projeto de um sistema de aquecimento de água para a planta fabril dos produtos de inseticidas de solução concentrada. Para isso, foi feita uma análise microbiológica de 4 amostras de água de um sistema implementado na planta herbicida, sendo elas antes e depois da água aquecida da companhia (tratada) e da concessionária (não tratada), e não foi observado crescimento de colônia de bactérias. Após isso, o trabalho foi dividido em 4 fases: 1ª) Planejamento, nela foi solicitado, revisado e aprovado as documentações de planejamento de projeto; 2ª) Aquisição, que consistiu em analisar os orçamentos e aprovar a aquisição do equipamento; 3ª) Detalhamento, nesta etapa foi realizado a análise e aprovação do fluxograma do sistema, dimensionamento dos componentes, e projeto mecânico 2D e 3D; 4ª) Execução, é mostrado o escopo do processo de fabricação, montagem, posicionamento e instalação; e 5ª) Encerramento, com o equipamento comissionado. Foram feitas demonstrações das plantas de projeto e fluxograma de instalação a fim de apresentar os componentes necessários para entendimento, permitindo a percepção do projeto como um todo, de forma que, após a análise de viabilidade do projeto, o equipamento foi fabricado e posteriormente instalado. Dessa forma, a validação se mostrou eficiente e atingível, portanto, o sistema de aquecimento proposto para estudo mostrou-se consistente e viável de utilização para a redução microbiológica em tanques de produtos de inseticidas de solução concentrada.

Palavras-chave: descontaminação; água; aquecimento.

ABSTRACT

In the pesticide industries, for the finished product to comply with quality standards, the production process must be safe and free from microbiological and chemical contamination. That way, those chemical industries must present cross-contamination prevention policies, then several points can be taken into accounts such as organization, cleaning, production flow, maintenance of facilities and equipment, standards-based activities and cleaning procedures. The decontamination and disinfection process of the manufacturing units is an important step in the production process. At this stage, quality standards need to be attended to avoid a possible contamination, then hot water can be helpful to reduce microbiological contamination. Keeping that in mind, this project aims to carry out a case study through analysis of the validation of a water heating system installation to the concentrated solution manufacturing plant of insecticide products. For this, a microbiological analysis of 4 water samples from a system implemented in the herbicide plant was carried out, before and after the heated water from the company (treated) and from the concessionaire (untreated), and no colony bacteria growth was observed. After that, the project was divided into four phases: 1^a) Planning, in which the project planning documentation was requested, reviewed and approved; 2^a) Acquisition, which consisted of analyzing budgets and approving the acquisition of equipment; 3^a) Detailing, in this step, the analysis and approval of the system flowchart, component sizing, and both 2D and 3D mechanical design were presented; 4^a) Execution, which the scope of the manufacturing, assembly, positioning and installation process is shown by the contractor; and 5^a) Closing, with the commissioned equipment. Demonstrations of the project plans and installation flowchart were made in order to present the necessary components for understanding, allowing the perception of the project as a whole, so that, after the feasibility analysis of the project, the equipment was manufactured and subsequently installed. Thus, the validation proved to be efficient and achievable, therefore, the heating system proposed for the study proved to be consistent and viable for use for the microbiological reduction in concentrated solution insecticide product tanks.

Keywords: decontamination; water; heating.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bactérias Gram-negativas	19
Figura 2 – Temperatura da água do tanque antes de aquecer	22
Figura 3 – Temperatura da água da saída do aquecedor	22
Figura 4 – Temperatura da água do tanque depois de aquecer	23
Figura 5 – Amostras laminocultivo da água aquecida da companhia de água + tratamento	24
Figura 6 – Amostras laminocultivo da água aquecida da concessionária de água bruta	24
Figura 7 – Aquecedor elétrico de água	29
Figura 8 – Vista em corte: Bomba centrífuga em voluta	30
Figura 9 – Perspectiva isométrica do sistema de aquecimento	32
Figura 10 – Vista 1: Projeto 3D do sistema de aquecimento	33
Figura 11 – Vista 2: Projeto 3D do sistema de aquecimento	33
Figura 12 – Posicionamento do equipamento na planta produtiva	35
Figura 13 – Fluxo da água em temperatura ambiente e aquecida	35
Figura 14 – Painel elétrico do sistema no Centro de Comando de Motores	36
Figura 15 – Equipamento com todas as instalações concluídas	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características relevantes das bactérias de veiculação hídrica	18
Tabela 2 – Amostras de água da companhia de água + UV + ozônio + bactericida	22
Tabela 3 – Amostras de água da companhia de água + UV + ozônio + bactericida	22
Tabela 4 – Documentação da Fase de Planejamento	25
Tabela 5 – Informações do aquecedor central elétrico	28
Tabela 6 – Características técnicas das bombas centrífugas	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CPU	Central Processing Units
IHM	Interface Homem Máquina
IP	<i>Internet Protocol</i>
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
PMBOK	<i>Project Management Book of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
SC	Solução Concentrada
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
WHO	<i>Water Sanitation Health</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 Sistemas de aquecimento de água	18
2.2 Atuação da água quente contra os microrganismos	19
3 METODOLOGIA.....	22
4 ESTUDO DE CASO E RESULTADOS.....	23
4.1 Análise microbiológica da água aquecida do sistema da planta	23
4.1.1 Aferição da temperatura do sistema.....	23
4.1.2 Coleta de amostra e ensaio microbiológico.....	25
4.2 Fase de planejamento	27
4.3 Fase de aquisição	29
4.4 Fase de detalhamento.....	29
4.4.1 Fluxograma de sistema	29
4.4.2 Dimensionamento dos componentes do sistema	30
4.4.2.1 Aquecedor central elétrico em aço inox 120.000 watts	31
4.4.2.2 Reservatório Pulmão de 5.000 L.....	32
4.4.2.3 Bombas centrífugas para Água	33
4.4.2.4 Quadro de comando elétrico	34
4.4.3 Projeto mecânico.....	34
4.4.4 Representação gráfica do projeto em 3D na planta	36
4.5 Fase de execução	37
4.6 Fase de encerramento	39

5 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS.....	42
ANEXO A	45

1 INTRODUÇÃO

Na indústria química a água está presente em vários processos de produção podendo ser incorporada ao produto acabado; utilizada como fluido auxiliar, como fluido de trabalho para geração de energia e como fluido de aquecimento e resfriamento; e transporte e assimilação de contaminantes da área produtiva. As indústrias são grandes consumidoras de água, ela está na 3^o colocação das atividades que mais consomem água no Brasil, com o total de 9,1%, perdendo somente para a atividade de irrigação e abastecimento urbano. (ANA, 2019)

Para cada atividade os padrões de qualidade da água dependem de como será a aplicação, por exemplo, para as indústrias alimentícias e farmacêuticas, a água deve ter alto grau de pureza, em qualquer fase do processo que ela tenha contato direto com o produto. Porém, os padrões de qualidade são mais razoáveis para finalidades como, sistemas de refrigeração. Ou seja, a indústria pode trabalhar com água de diversos padrões de qualidade, seja ela com alto grau de pureza ou água bruta, e isso vai depender da sua finalidade.

Para que o produto esteja de acordo com os padrões de qualidade, a indústria deve se atentar com outras possíveis contaminações que estão presentes na fábrica, principalmente quando se trabalha com diferentes produtos em uma mesma linha de produção, e isso se chama contaminação cruzada.

Para evitar a contaminação microbiológica e cruzada, as indústrias químicas devem apresentar políticas de prevenção a contaminação, dessa forma, garantindo um padrão mínimo de qualidade nos processos de fabricação, e vários pontos devem ser levados em conta, principalmente com relação às questões de organização, limpeza, fluxo de produção, manutenção das instalações e equipamentos, atividades descritas em padrões, e procedimentos de limpeza. (LORENZO, 2013)

1.1 Justificativa

De acordo com *CropLife International* (2014, p. 41) o nível de limpeza exigido para uma troca de produto é a indicação primária do risco envolvido na troca, ou seja, quanto mais baixo o nível de limpeza, maior o risco de um incidente de contaminação. Além disso, no processo de limpeza tem que considerar:

- Tipo de operação realizada (no caso para uma indústria de defensivos agrícolas, se é síntese, formulação ou embalagem de líquidos ou sólidos);
- Configuração da unidade de fabricação;
- Sequenciamento específico de produção.

Dessa forma, garantindo que a concentração da impureza residual, ou seja, traços do produto anterior presentes no produto subsequente fabricado na mesma unidade, esteja abaixo do nível de limpeza, pois um dos maiores problemas na produção de produtos de solução concentrada é a contaminação química, além da contaminação microbiológica.

Atualmente, o processo de descontaminação das unidades de fabricação dos inseticidas solução concentrada (SC) é realizado por limpeza a úmido utilizando água em temperatura ambiente (20 e 25 °C) em dois formatos: por meio de jateadoras manuais de alta pressão; e por meio de bombeamento do tanque de água para os tanques de processo de formulação. Cada unidade de produção tem seu procedimento padronizado de limpeza e higienização.

Diante disso, foi identificado a oportunidade de melhoria nos processos de descontaminação e desinfecção das plantas produtivas de defensivos agrícolas, do tipo inseticidas de solução concentrada e nesse estudo será explanado o processo de análise de viabilidade do projeto do sistema que vai otimizar o processo produtivo, melhorar os padrões de qualidade, trazer segurança e inovação.

Entretanto, para melhorar este processo, é necessário um sistema que aqueça a água a uma temperatura próxima de 85 °C. Assim, espera-se que a água aquecida melhore o controle microbiológico, remova facilmente o residual químico e traga maior segurança para os colaboradores, além de trazer comodidade para o operador, visto que em vez de realizar de forma manual com as jateadoras, é feito de forma automatizada por *spray ball* embutidos internamente nos tanques. Além disso, o sistema trará inovação, visto que não se tem um equipamento na planta inseticidas SC, e no mercado com o escopo proposto no estudo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a validação de projeto de um sistema de aquecimento de água para a planta fabril dos produtos de inseticidas SC.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Validar o uso da água aquecida para a redução microbiológica em tanques;
- Apresentar o equipamento fabril, identificando seus componentes;
- Analisar os projetos técnicos e fluxogramas do sistema;
- Apresentar o comissionamento do equipamento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na fundamentação teórica serão descritos itens necessários para entendimento do trabalho e principais teorias necessárias para coesão da informação.

2.1 Sistemas de aquecimento de água

A principal função de um aquecedor industrial é promover o aquecimento de água, lubrificantes, óleos combustíveis e outros fluidos com destinações fabris ou não. Esse procedimento se dá pela troca de calor gerada pelo contato entre uma fonte de energia e o fluido localizado em tanques ou outros compartimentos. Esse equipamento pode ser empregado em diversos tipos de sistemas e instalado de inúmeras maneiras, levando em consideração as características de cada projeto. (IMC, 2022)

Como exemplo, na agroindústria a água quente pode ser empregada para profilaxia e calefação de áreas de criação de aves e suínos; combate contra pragas e erva daninha nos cultivos; controle climático das estufas de plantas, flores e frutas; esterilização de áreas de conservação das colheitas, irrigação de plantações, entre outras funções. (HELIOTEK, 2022)

Dentre os tipos de aquecedores, os aquecedores de água elétricos possuem grande capacidade de armazenar energia térmica e são descritos como bastante adequados pois os fluidos são aquecidos por resistências elétricas que garantem uma altíssima eficiência no aquecimento e também tornam a instalação mais enxuta. Sua principal desvantagem está apenas no consumo de energia elétrica, tendo em vista que o aquecedor precisa trabalhar de forma ininterrupta. (SCHALKWYK, 2022)

Além de permitirem um controle preciso da temperatura, também se integram melhor a estruturas industriais automatizadas pois possuem dispositivos que otimizam o consumo de energia, tais como sensores e temporizadores, que acionam o sistema apenas em horários programados ou quando o fluido se encontra em um ponto de temperatura abaixo do especificado como ideal para o processo. (SCHALKWYK, 2022)

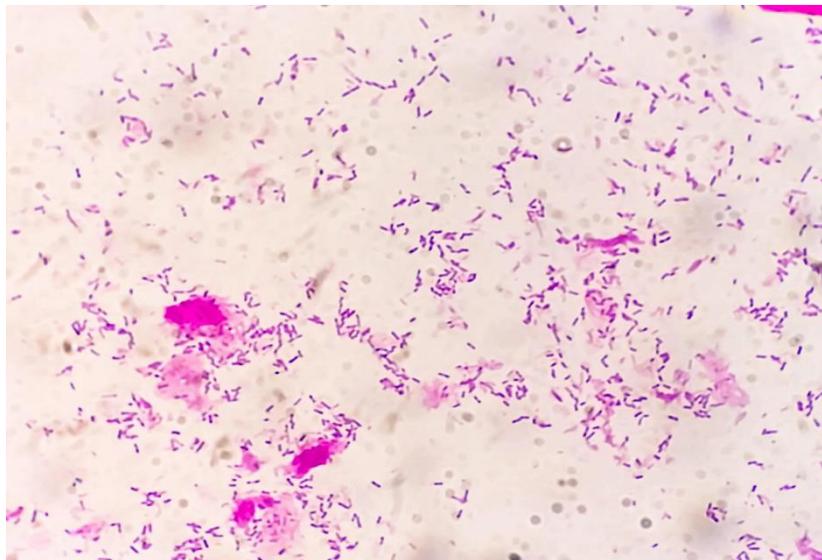
Quando falamos no mercado residencial, este disponibiliza de equipamentos de aquecimento compactos que facilitam significativamente a instalação e a viabilizam em diferentes tipos de local ou imóveis, mas se tratando de plantas industriais a operação deve ser tratada mais detalhada e melhor desenhada, muitas vezes com projetos internos e intransferíveis. Esses aquecedores industriais não apenas

desempenham funções essenciais em diversos tipos de processos produtivos, como também são usados para fornecer maior conforto térmico em chuveiros e torneiras, e podem ser instalados em refeitórios. (IMC, 2022)

2.2 Atuação da água quente contra os microrganismos

A qualidade da água é principalmente afetada por potenciais agentes patogênicos bacterianos de veiculação hídrica. A contaminação pela água está relacionada com a presença de bactérias da família *Enterobacteriaceae*, representada pelo grupo coliforme, que é da família de bactérias Gram-negativas, e ela está apresenta na figura 1. Alguns desses exemplos são *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella spp.*, entre outros (CARIELO, GUSTAVO, 2016). Na tabela 1 estão apresentadas as características dessas bactérias, identificando a sua persistência e importância.

Figura 1 – Bactérias Gram-negativas



Fonte: Freepik (2022)

Tabela 1 – Características relevantes das bactérias de veiculação hídrica

Bactérias	Persistência	Importância
<i>Campylobacter jejuni</i>	Moderada	Alta
<i>Escherichia coli</i>	Moderada	Alta
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Podem multiplicar-se	Moderada
<i>Legionella spp.</i>	Podem multiplicar-se	Alta
<i>Salmonella typhi</i>	Moderada	Alta
<i>Shigella spp.</i>	Baixa	Alta
<i>Vibrio cholerae</i>	Baixa a Alta	Alta

Fonte: (WHO, 2011).

Na indústria química, para que o produto esteja de acordo com os padrões de qualidade, não é somente com a água que deve ser preocupar, mas também com outras possíveis contaminações que está presente na linha de produção, principalmente quando se trabalha com diferentes produtos em uma mesma linha de produção, podendo ocasionar uma contaminação cruzada.

Em um estudo sobre técnicas de lavagem e desinfecção para pocilgas realizado por Hurnik (2005), 20 baias foram lavadas, e foi comprovado que o uso de água quente diminui o tempo de lavagem em cerca de 22% comparado com água fria. No estudo de Luyckx et al. (2015) em lavagem com água quente em instalações de frangos de corte, foi comprovado que o uso de água quente diminui a quantidade de água, o tempo de serviço e contribui para o conforto dos operadores durante a lavagem.

De acordo com Rodrigues (2011), através da realização dos testes em laboratório pelo aquecimento gradativo da temperatura da água, foram definidas as temperaturas mais adequadas para a inativação dos grupos de bactérias estudados: heterotróficas e coliformes (totais e fecais). Os resultados que foram obtidos através do teste da tendência de inativação de bactérias do grupo coliformes: Totais e *Escherichia coli* demonstraram que, a partir de 60 °C pôde ser inativada e a partir de 50 °C os coliformes totais, em ambos os tempos de detenção aplicados, 15 e 30 minutos, mostrando o potencial de inativação dessas bactérias ao se utilizar à desinfecção térmica para tratamento microbiológico da água. Porém, as bactérias heterotróficas tiveram suas inativações a partir de 96°C, ou seja, elas mostraram-se mais resistentes ao aumento de temperatura do que o grupo coliforme.

De acordo com LOUZADA, et al. (2019), as bactérias heterotróficas nutrem-se de carbono orgânico, e por meio desse parâmetro são capazes de indicar aspectos gerais da qualidade bacteriológica da água. As técnicas de contagem de colônias de bactérias heterotróficas monitoram o desempenho de filtração, o processo de desinfecção e as condições gerais do sistema de distribuição de água, desde a sua origem até o ponto de consumo (FREIRA & DE ASSIS LIMA, 2012). A contagem padrão de bactérias heterotróficas é importante durante a análise da água, visto que permite avaliar a eficiência das etapas do tratamento (TARDOQUE, 2019). A coloração vermelha, não esporulados, com variações em suas morfologias, entre elas a forma bacilos, é morfologia típica de algumas bactérias entéricas, do grupo Coliformes, como *Escherichia coli*.

Conforme o Anexo I da Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011, da ANVISA, não é permitido a presença de coliformes totais à 35 °C e/ou termotolerantes na água, e se ocorrer o aparecimento destes microrganismos a água se caracteriza como sendo não potável.

3 METODOLOGIA

O tipo da pesquisa é definido como estudo de caso, por se abordar profunda e detalhadamente o objeto de estudo em questão. Segundo Yin (2001)

“Um estudo de caso é uma investigação empírica que: investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Para desenvolver o projeto presente no dado trabalho, a área de Engenharia da fábrica, à qual a autora do presente estudo está inserida e que gerenciou o projeto do sistema, utilizou práticas sugeridas pelo PMBOK (*Project Management Book of Knowledge*) que é uma reunião das boas práticas de gerenciamento de projetos utilizadas atualmente. As práticas são chamadas pelo PMBOK de processos (PMI, 2021), e são classificados em 9 áreas de conhecimento que são: Gerenciamento de Integração, Gerenciamento do Escopo do Projeto, Gerenciamento do Tempo do Projeto, Gerenciamento de Custos do Projeto, Gerenciamento da Qualidade do Projeto, Gerenciamento de Recursos Humanos do Projeto, Gerenciamento das Comunicações do Projeto, Gerenciamento de Riscos do Projeto, Gerenciamento de Aquisições do Projeto. Além de serem organizados em 5 grupos de processos do PMBOK, que são: Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle, e Encerramento (PMI, 2021). Com destaque no grupo de processos, pois os mesmos foram adaptados pela área de Engenharia para as fases de: Planejamento, Aquisição, Detalhamento, Execução e Encerramento.

4 ESTUDO DE CASO E RESULTADOS

Para viabilizar o projeto do sistema de aquecimento para a planta dos produtos de inseticidas, foi solicitado, pela área de Produção, para o Laboratório de Controle e Qualidade, a análise microbiológica da água do sistema de aquecimento da planta do produto herbicidas, para investigar a eficiência do controle microbiológico.

4.1 Análise microbiológica da água aquecida do sistema da planta

Nessa análise, foi realizada a aferição da temperatura, para identificar em qual temperatura a água do sistema do Herbicidas SC estava naquele momento, logo após recolher uma amostra e realizar a análise microbiológica.

4.1.1 Aferição da temperatura do sistema

Após a finalização do processo de produção do herbicida X, procedeu-se com o sistema de aquecimento da água até a temperatura de 85 °C para execução da etapa de descontaminação e desinfecção. Os analistas do laboratório de controle e qualidade iniciaram a análise comparando as temperaturas em um dos tanques de adensamento, com o manuseio de termômetro digital, dessa forma apresentando os seguintes resultados:

- Temperatura do tanque antes de aquecer (figura 2): 27,3 °C
- Temperatura da água da saída do aquecedor (figura 3): 74,8 °C
- Temperatura do tanque depois de aquecer (figura 4): 70,1 °C

No entanto, atingiu-se uma temperatura próxima de 80 ± 5 °C, pois o termômetro digital não é preciso, e a temperatura tende a variar ao longo do tempo.

Figura 2 - Temperatura da água do tanque antes de aquecer



Fonte: Laboratório de controle e qualidade da empresa (2021)

Figura 3 - Temperatura da água na saída do aquecedor



Fonte: Laboratório de controle e qualidade da empresa (2021)

Figura 4 – Temperatura da água do tanque depois de aquecer

Fonte: laboratório de controle e qualidade da empresa (2021)

4.1.2 Coleta de amostra e ensaio microbiológico

Seguindo o planejamento experimental, foram realizadas coletas de duas amostras de água da companhia de água tratada por UV, ozônio e bactericida (tabela 2), e coletas de duas amostras de água da concessionária de água bruta (tabela 3), dando início aos testes microbiológicos.

Tabela 2 - Amostras de água da companhia de água + UV + ozônio + bactericida

Amostra	Saída do processo
1	Saída no sistema de aquecimento
2	Saída do tanque de adensamento

Fonte: laboratório de controle e qualidade da empresa (2021)

Tabela 3 - Amostras de água da concessionária de água bruta

Amostra	Saída do processo
3	Saída do sistema de aquecimento
4	Saída do tanque de adensamento

Fonte: laboratório de controle e qualidade da empresa (2021)

Inicialmente a qualidade microbiológica da água foi analisada com o auxílio da técnica de laminocultivo para analisar o desenvolvimento das colônias de bactérias heterotróficas em amostras líquidas, conforme as Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Amostras laminocultivo da água aquecida da companhia de água + tratamento



Fonte: laboratório de controle e qualidade da empresa (2021)

Figura 6 - Amostras laminocultivo da água aquecida da concessionária de água bruta



Fonte: laboratório de controle e qualidade da empresa (2021)

De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2011), o limite máximo para a contagem de bactérias heterotróficas não pode ultrapassar 500 UFC.mL⁻¹. Pode-se observar que as 4 amostras não apresentaram crescimento de colônia de bactérias, dessa forma, comprovando *in loco* a eficiência do sistema de aquecimento da planta de produtos herbicidas.

Após os testes microbiológicos do sistema da planta de herbicidas, foi validado pela área de Produção a necessidade de projeto para a aquisição de outro sistema de aquecimento, mas para outra planta, que é de produtos inseticidas SC, com a finalidade de evitar contaminação microbiológica após finalizar a etapa de descontaminação e desinfecção.

4.2 Fase de planejamento

Com a finalidade de realizar um planejamento da solução que atenderia as partes interessadas, foi solicitado pela área de Engenharia as documentações internas para analisar se o escopo solicitado atende a planta produtiva inseticidas SC. A Tabela 4 estão apresentados os documentos, o conteúdo, a área que elaborou e as áreas que aprovaram os documentos.

Tabela 4 – Documentação da Fase de Planejamento

Documentos	Conteúdo	Área que elaborou	Área(s) que aprovou/ aprovaram
<i>One Page</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Objetivos 2. <i>Business Case</i> 3. Justificativa 4. Custo do Projeto 5. Cronograma Proposto 6. Design/Fotos 	Coordenação de Produção	Gerência/ Diretoria
<i>Front End Engineering Package (FEEP)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução 2. Visão Geral do Projeto 3. <i>Business Case</i> 4. Análise de Riscos 5. Plano de Execução do Projeto 6. Documentação de Suporte Técnico 7. Premissas e Exclusões 	Coordenação de Produção	Gerência/ Diretoria/Coordenação de Produção/ Coordenação de Engenharia
<i>Project Initiation Request (PIR)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descrição de Projetos e Entregas 2. Informações Necessárias 3. Lista de Escopo Básico 4. Principais Responsáveis 5. Fonte de Financiamento 	Coordenação de Produção	Coordenação de Produção/ Coordenação de Engenharia

Fonte: CONTRATANTE (2022)

As documentações consistiram em explicar o objetivo da solicitação do projeto, a problemática da planta produtiva no processo de descontaminação dos tanques, e a melhoria que um novo sistema de aquecimento de água trará para a fábrica, além de abordar o custo proposto do projeto.

4.3 Fase de aquisição

Na fase de aquisição, a área de Engenharia atuou juntamente com a área de Compras, as áreas solicitaram para os fornecedores as propostas técnicas e comerciais, e realizaram a contratação do serviço proposto. Mas para isso, a área de Engenharia elaborou um BID, também chamado de Edital de Contratação, nele contém o objetivo, o escopo geral e o escopo técnico do projeto, para que o fornecedor possa entender o que está sendo solicitado, e dessa forma, elaborar uma proposta.

Após o envio dos orçamentos, a Engenharia e Compras realizou a comparação entre as propostas dos fornecedores com o custo proposto inicialmente. O fornecedor contratado foi o que apresentou o melhor preço e que atendeu todo o escopo solicitado, assim, após a viabilização financeira, foi autorizado a fabricação do equipamento para a contratada escolhida.

4.4 Fase de detalhamento

A etapa de detalhamento do projeto é bem extensa pois envolveu a elaboração de representações gráficas da modulação do sistema de aquecimento de água, a compatibilização do sistema com a necessidade da empresa, bem como análises da arquitetura e estrutura de instalações da planta de Inseticidas SC. Teve como produtos resultantes do serviço os seguintes itens:

- Fluxograma do sistema;
- Dimensionamento dos componentes;
- Projeto mecânico 2D;
- Projeto mecânico 3D.

4.4.1 Fluxograma de sistema

De acordo com a NR 13 (2022) todo estabelecimento que possua tubulações, sistemas de tubulação ou linhas deve ter fluxograma de engenharia com a identificação da linha e seus acessórios além de planejamento de relatórios de

inspeção e conformidade. No fluxograma os componentes não precisam ter todas as suas informações descritas detalhadamente e minuciosamente, tal informação é preferivelmente aplicada em outras etapas.

No Anexo A está o fluxograma da instalação do aquecedor, por meio dele é possível um entendimento rápido do funcionamento do sistema, fazendo a demonstração de entradas, saídas, e sentido de movimento do fluido.

O início do sistema começa pouco antes de ir para o aquecimento forçado, primeiro a água proveniente da companhia de água é enviada para tanques de tratamento com Ozônio e UV, após o tratamento essa água é bombeada para o aquecedor central elétrico onde tem seu primeiro aquecimento, e posteriormente é jogada em um reservatório pulmão. Importante ressaltar que não é feito apenas um ciclo de aquecimento, o sistema está arranjado de forma a fazer retroalimentação do aquecedor com a própria água do reservatório até atingir a temperatura desejada antes de ser usada na planta.

4.4.2 Dimensionamento dos componentes do sistema

Partindo do pressuposto de reduzir a contaminação microbiológica de maneira mais eficiente, a análise de projeto e montagem desse sistema de aquecimento de água dimensionado exclusivamente para a planta dos produtos inseticidas SC teve como principais componentes:

1. Aquecedor central elétrico em aço inox 120.000 watts;
2. Reservatório Pulmão de 5.000 L;
3. Bombas centrífugas para Água;
4. Quadro de comando do sistema elétrico.

Por ser um maquinário pouco descrito em livros ou artigos, o levantamento de informações principal será por meio de análise das peças separadas do equipamento a fim de explicar seu funcionamento unitário e como impacta no todo, além da análise de procedimentos semelhantes e dos próprios conhecimentos do colaborador.

A análise do projeto foi feita a partir das informações disponibilizadas pelo fabricante do maquinário, bem como do setor de Engenharia responsável pela aquisição. Posteriormente, partindo da base de informações primárias, foram feitos levantamentos de hipóteses e requisitos necessários para o entendimento de seu funcionamento, visando abordar os *Inputs* e *Outputs* fundamentais para o *start* do dispositivo e correto funcionamento de seus componentes.

4.4.2.1 Aquecedor central elétrico em aço inox 120.000 watts

No presente estudo foi proposto projeto para a instalação de gerador de água quente elétrico, cilíndrico horizontal, de aquecimento rápido, com as seguintes características básicas propostas na tabela 5.

Tabela 5 - Informações do aquecedor central elétrico

Potência térmica	120.000 watts
Tensão de trabalho	380 volts/trifásico
Capacidade calorífica	103.200 kcal/h
Vazão água com Delta T de 65°C	1.587 L/h
Pressão máxima de trabalho	4 kgf/cm ²
Pressão de teste hidrostático	6 kgf/cm ²
Rendimento térmico	90 %

FORNECEDOR (2022)

Suas características construtivas além de estarem de acordo com NR 13 são: corpo construído com chapas de aço inoxidável, calandrado e soldado; tampos construídos com chapas de aço inoxidável planos conforme ASME seção IX; estrutura de sustentação fabricada com perfis U de aço carbono; isolamento térmico de mantas de lã de rocha de espessura 50 mm; revestimento externo com chapas de alumínio de espessura 0,7 mm; termostato de controle e de segurança tipo digital com escala de leitura e regulagem de -50 a 105 °C; Por fim toda a sua estrutura é compacta, rígida, isenta de manutenção de pinturas e resistente à corrosão.

A Figura 7 apresenta um exemplo de aquecedor elétrico de água semelhante ao proposto.

Figura 7- Aquecedor elétrico de água

FONTE: CALDEIRAS ECAL (2019)

4.4.2.2 Reservatório Pulmão de 5.000 L

Tanques pulmão são dispositivos integrados às linhas de produção para compensar as variações de capacidade entre as máquinas. A instalação desse dispositivo intenta permitir o armazenamento de água quente para suprir os momentos de alta demanda, com o intuito de manter o fluido quente, além de permitir a retroalimentação do aquecedor com água já aquecida fazendo ela passar por vários ciclos de aquecimento até atingir a temperatura desejada.

Suas características construtivas são semelhantes ao do sistema de aquecimento: corpo construído com chapas de aço inoxidável; tampos construídos com chapas de aço inoxidável plano; isolamento térmico de mantas de lã de rocha de espessura 50mm; seu revestimento externo difere do aquecedor pois este é fabricado com chapas de aço inoxidável de espessura 1 mm; por ser um vaso de armazenamento também dispõe de instrumentos e acessórios de segurança como Chave de nível máximo e Válvula de dreno 1.1/2" tipo esfera manual.

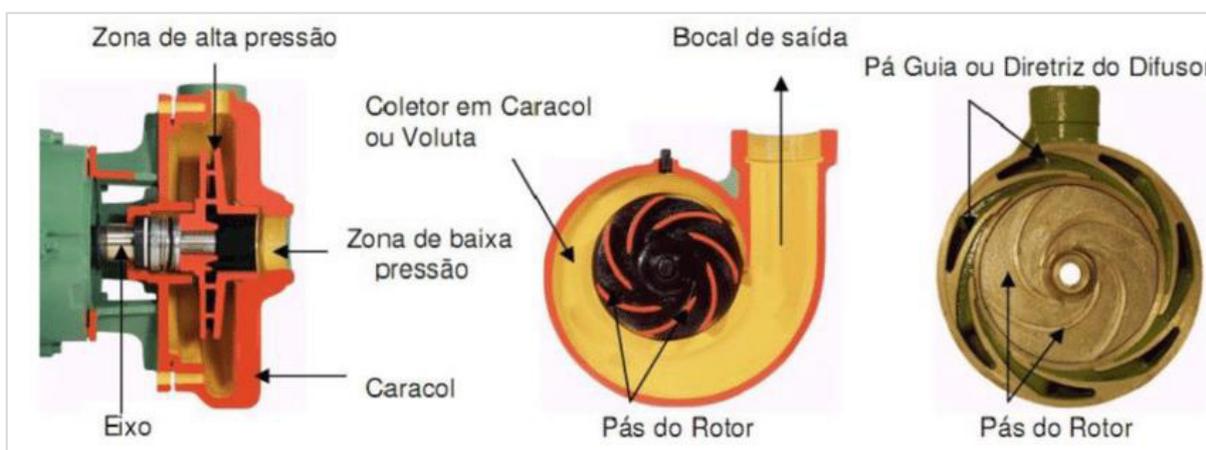
Importante ressaltar que toda a movimentação da água nesse reservatório é feita através de bombas do tipo centrífugas, tanto para recirculação da água quanto para a alimentação da planta.

4.4.2.3 Bombas centrífugas para Água

Bombas são equipamentos muito comuns nas indústrias químicas e estão presentes na maioria dos processos produtivos, pois grande parte desses processos envolve o transporte de líquidos de um ponto a outro da planta industrial, são equipamentos capazes de manter o escoamento de fluidos impelindo um volume de líquido, permitindo um aumento de velocidade, pressão ou altura do fluido durante o escoamento.

Conforme apresentado na Figura 8, a bomba centrífuga é formada por duas partes principais: o rotor, ligado ao motor por meio de um eixo; e a carcaça. O rotor é constituído por palhetas, ou lâminas, por entre as quais o fluido escoava suavemente, este gira rapidamente convertendo a energia do motor em energia cinética, gerando também uma zona de alta pressão na periferia e uma zona de baixa pressão no centro, a qual faz com que o líquido seja “sugado” até a bomba, aumentando o fluxo deste pela entrada do equipamento. Ao girar, o rotor imprime uma rotação ao fluido na direção radial, e assim que esse fluido ganha energia cinética é impulsionado para a periferia da bomba, entrando na carcaça em formato de caracol e escoando pelo bocal de saída.

Figura 8 - Vista em corte: Bomba centrífuga em voluta



FONTE: BRASIL (2010)

Para a montagem do sistema de aquecimento objeto do estudo foram utilizadas duas bombas diferentes, uma de menor potência para atuar no sistema de recirculação da água, trabalhando tanto com água fria que vem do fornecedor quanto a água quente que já passou pelo aquecedor central, jogando essa água no tanque reservatório pulmão e fazendo ela circular. A segunda bomba tem características mais

robustas e serve para envio de água quente do reservatório para a planta onde será utilizada. Na Tabela 6 estão apresentadas as informações de forma mais detalhada.

Tabela 6- Características técnicas das bombas centrífugas

Características técnicas	Bomba de recirculação	Bomba para envio de água
Tipo	Centrífuga	Centrífuga
Potência	0,75 CV	10 CV
Tensão	220/380/440 V	220/380/440 V
Bocal de sucção	1.1/2"	2"
Bocal de pressão	1"	2"
Vazão	5,8 m ³ /h	17 m ³ /h
Pressão	1,6 bar	8 bar

FONTE: FORNECEDOR (2022)

As tubulações por onde essa água passarão devem ser em material de aço carbono, possuir válvulas manuais para desligamento programado para manutenção das bombas bem como válvula manual para drenagem da linha e válvula atuada para envio de água para a planta. Além desses componentes é importante a existência de filtro Y entre reservatório e bomba, pois estes permitem a filtragem de partículas pesadas antes do fluido entrar na bomba.

4.4.2.4 Quadro de comando elétrico

O quadro geral de força e comunicação deve possuir: instalação de tomada com Pino 380V; tomada Ethernet IP para CPU; botão de emergência geral instalado no painel do *skid*; controle descentralizado e com comunicação Ethernet IP; seu controle de operação será via CPU, I.H.M ou supervisor existente; eletrocalhas galvanizado a fogo com tampa 200mm x 100mm, fixadas por mão francesa reforçada, parafusos e etc; cabo multivias flexível 95mm; cabo de comunicação Ethernet profissional; cabo de aterramento cobre NU 16 mm².

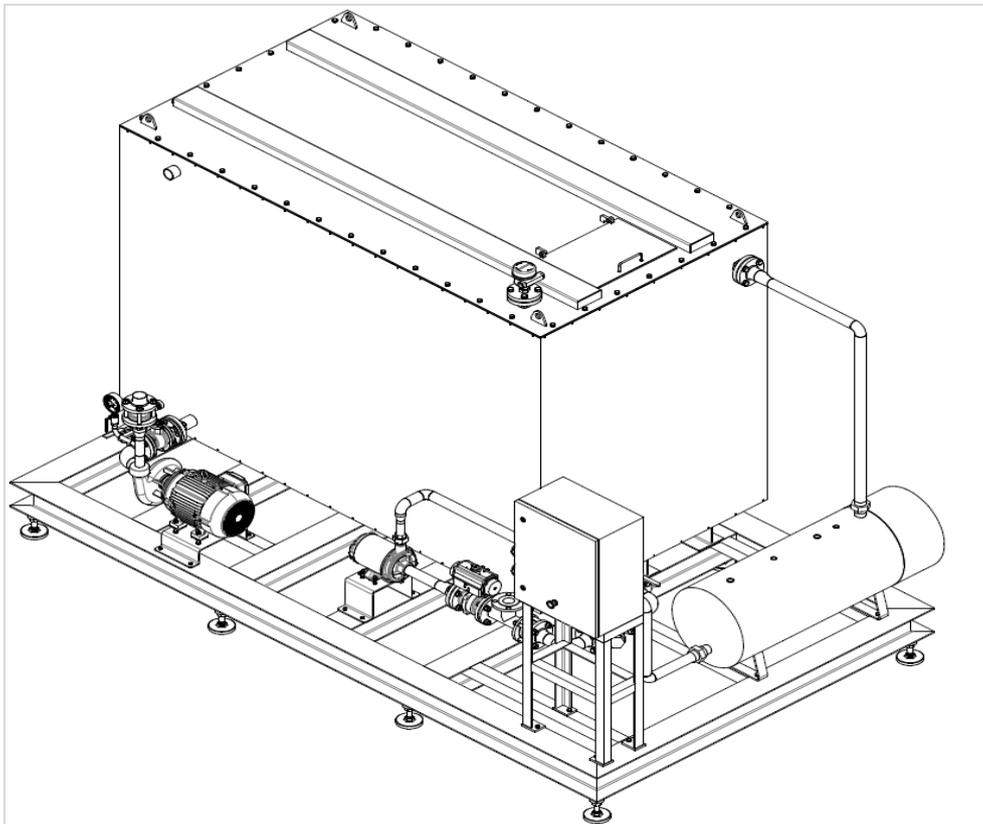
4.4.3 Projeto mecânico

Como de costume para liberação de projetos de engenharia, com intuito de documentar etapas, os projetos mecânicos mostram em detalhes o tipo de fabricação dos equipamentos, bem como medidas e características de montagens e perspectiva de observação. Esses projetos mecânicos são necessários também para uma

possível replicação de modelo de projeto, tanto em outras unidades da mesma indústria como para disseminar conhecimento, além de servirem como documentação de prova para eventuais fiscalizações.

A figura 9 apresenta a perspectiva isométrica do sistema de aquecimento de água.

Figura 9 – Perspectiva isométrica do sistema de aquecimento



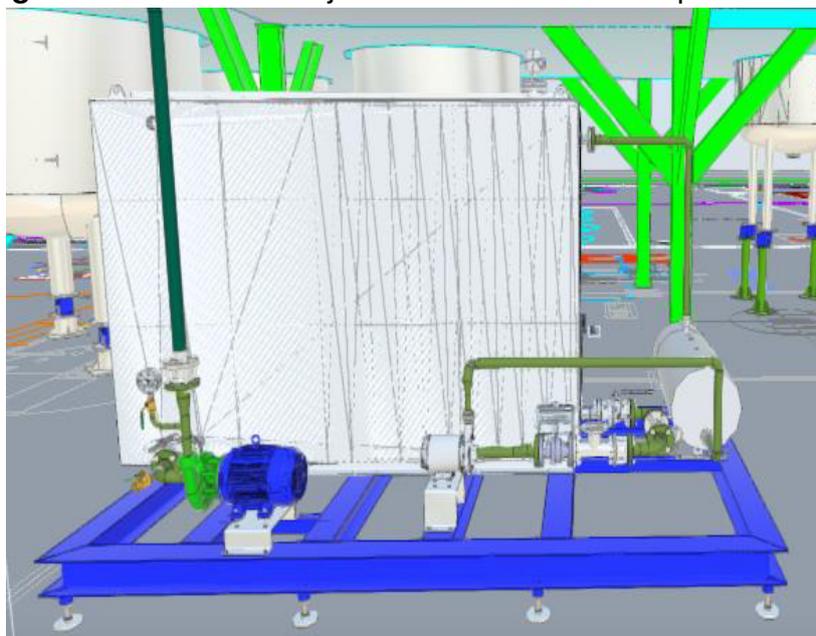
FONTE: FORNECEDOR (2022)

De modo geral, os projetos mecânicos são a parte principal na documentação de um maquinário, pois nele são determinados os componentes necessários para seu funcionamento. É de caráter importante a representação por meio da planta baixa do maquinário em relação ao ambiente onde será instalado, a fim de definir os riscos ambientais e definir procedimentos de segurança em relação ao acesso e localização em relação a outras máquinas.

4.4.4 Representação gráfica do projeto em 3D na planta

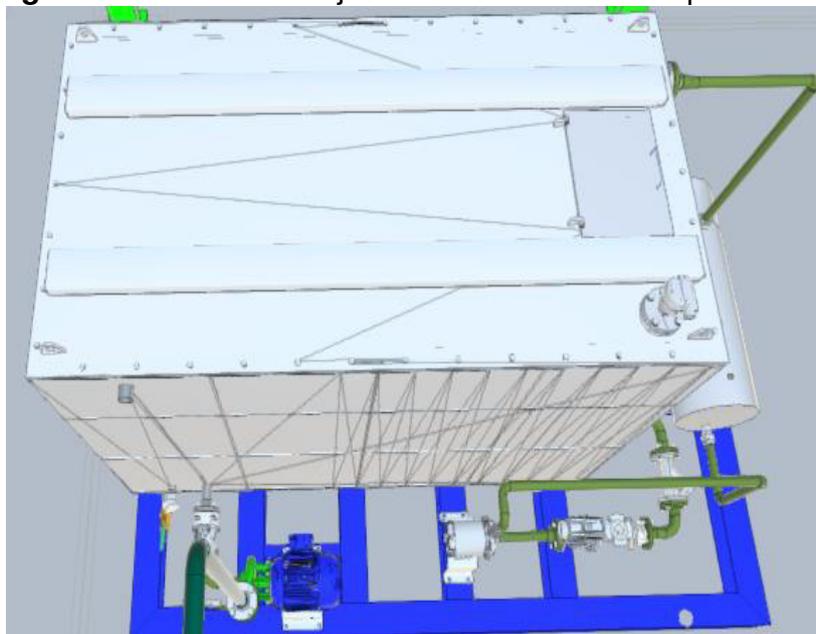
Em termos de representação gráfica, o detalhamento em 3D de projetos ajuda bastante no entendimento e na visualização para todos os envolvidos. Nas figuras 10 e 11 foram apresentados projetos que mostram o posicionamento do sistema na planta produtiva utilizando o NAVISWORKS. Neste método, o projetista inseriu os modelos 3D dos elementos constituintes do sistema, como, os componentes, a parte elétrica, hidráulica e estrutura.

Figura 10 – Vista 1: Projeto 3D do sistema de aquecimento



FONTE: FORNECEDOR (2022)

Figura 11 – Vista 2: Projeto 3D do sistema de aquecimento



FONTE: FORNECEDOR (2022)

O detalhamento em 3D auxiliou na aprovação do projeto, pois permitiu que o cliente avaliasse especificações técnicas e visualizasse o procedimento concluído.

4.5 Fase de execução

Após a validação do projeto técnico pela área de Produção e Engenharia, o equipamento seguiu para a fabricação e montagem pela contratada, que de acordo com o cronograma executivo teria prazo de 18 semanas para a conclusão das seguintes atividades:

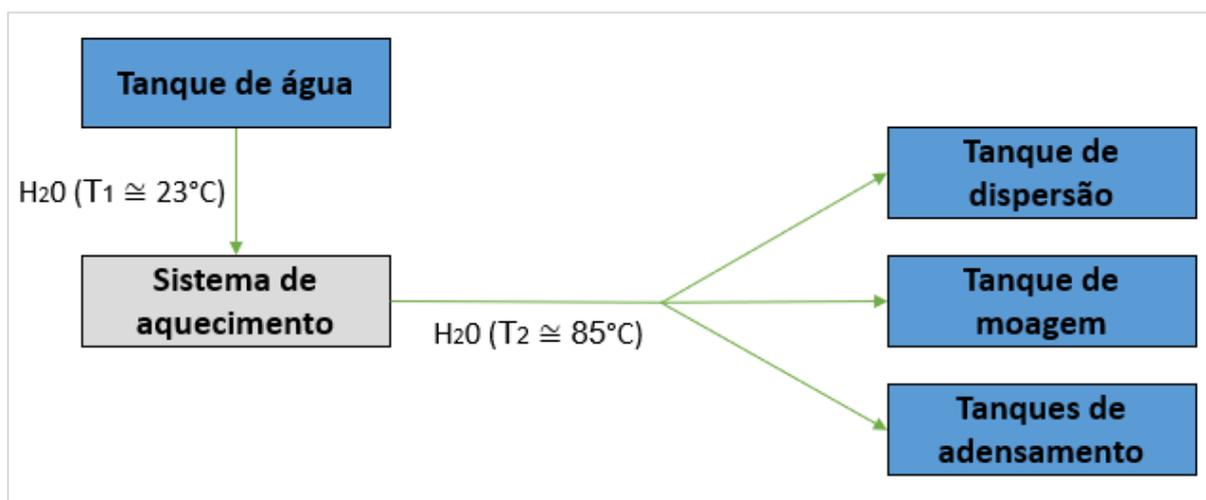
- Aquisição dos instrumentos;
- Aquisição das válvulas;
- Aquisição do boiler;
- Fabricação do reservatório;
- Fabricação e pintura do *skid*;
- Fabricação e pintura (fundo) da tubulação;
- Aquisição das bombas;
- Fabricação e pintura dos suportes;
- Isolamento térmico das linhas;
- Montagem do sistema;
- Testes a seco;
- Testes com água.

Após a finalização das aquisições, fabricações, montagens e testes na fábrica da contratada, o fornecedor transportou o equipamento até o contratante, e fez o posicionamento do sistema de aquecimento com o *skid* na planta de produtos inseticidas SC, conforme a figura 12.

Figura 12 - Posicionamento do equipamento na planta produtiva

Fonte: O autor (2022)

Após o posicionamento do equipamento, foi instalado as tubulações de ar comprimido e de água, sendo projetado conforme a figura 13, representado pelas setas verde do fluxograma. As tubulações saem do tanque de água para o sistema de aquecimento, e saem do sistema de aquecimento para os tanques de dispersão, moagem e adensamento. Os tanques foram projetados com sistema de *spray ball* no seu interior para que a água quente possa sair dos seus orifícios.

Figura 13 - Fluxo da água em temperatura ambiente e aquecida

Fonte: O autor (2022)

Além disso, foi realizada a interligação elétrica entre o sistema e o painel elétrico, além da instalação do mesmo no Centro de Comando de Motores da planta de produtos inseticidas SC, conforme a figura 14.

Figura 14 – Painel elétrico do sistema no Centro de Comando de Motores



Fonte: O autor (2022)

4.6 Fase de encerramento

O equipamento foi comissionado, pelo técnico da contratada, à testes de sinais elétricos e de água aquecida, e não apresentou vazamento ou qualquer anomalia nos componentes, válvulas e tubulações, conforme o equipamento é apresentado na figura 15.

Figura 15 - Equipamento com todas as instalações concluídas



Fonte: O autor (2022)

Os testes realizados foram satisfatórios, assim, foram atingidos os objetivos propostos no escopo de forma eficaz. Dessa forma, o projeto foi entregue e encerrado por meio do Termo de Encerramento de Obra (TEO), documento que confirma que houve vistoria do equipamento pelas partes interessadas e ele não apresenta pendências do escopo do projeto.

5 CONCLUSÃO

Foram feitas demonstrações das plantas de projeto e fluxograma de instalação a fim de apresentar os componentes necessários para entendimento, permitindo a percepção do projeto como um todo, de forma que, após a análise de viabilidade do projeto, o equipamento foi fabricado e posteriormente instalado.

Os parâmetros utilizados para validação se mostraram eficientes e atingíveis, portanto, o sistema de aquecimento proposto para estudo mostrou-se consistente e viável de utilização para a redução microbiológica em tanques de produtos de inseticidas SC.

Por fim, o presente estudo não é uma recomendação de instalação, mas pode ser reconhecido como manual de procedimento que já foi executado e que possui possibilidades de ganho e melhorias no processo fabril.

Como perspectivas para um trabalho futuro seria: a análise ponto a ponto da descontaminação de tanques *versus* a qualidade da água e suas temperaturas de entrada/utilização, tendo como objetivo determinar temperaturas mínima e máxima relacionadas a eficiência de processo; a análise a longo prazo do sistema e seus componentes, fazendo conexão geral com o custo inicial de aquisição, custos com manutenção e rentabilidade final do processo.

REFERÊNCIAS

ANA (BRASIL). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. 2019. Disponível em: www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos. Acesso em: 28 out. 2022.

BÍBLIA, Lucas. Português. Bíblia sagrada. Tradução de João Ferreira de Almeida. São Paulo. Sociedade Bíblica Brasileira, 1993.

BRASIL (2019). Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-no-2-914-de-12-de-dezembro-de-2011.pdf/view>. Acesso em: 28 out. 2022.

BRASIL, A. N. Máquinas Termohidráulicas de Fluxo – Teoria Geral das Máquinas de Fluxo, p 20-61. 2010.

BRASIL. Portaria Nº 1.846, de 1 de julho de 2022. NR-13 Caldeiras, Vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos de armazenamento., Brasília, DF.

CROPLIFE INTERNATIONAL. Prevenção de contaminação na fabricação de produtos para proteção de culturas, 2014.

CARIELO, G.; TIBA, C; CALAZANS, T. M. G. Desenvolvimento de um sistema para descontaminação microbiológica da água por pasteurização solar. 107 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Energética e Nucleares). Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE. 2011.

ECAL CALDEIRAS. AQUECEDOR ELÉTRICO DE ÁGUA. In: AQUECEDOR ELÉTRICO DE ÁGUA. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.ecal.com.br/paginas/aquecedor-eletrico-de-agua>. Acesso em: 15 out. 2022. Acesso em: 28 out. 2022.

FORNECEDOR, Equipamentos de Moagem Ltda. Escopo de oferta: SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA. [S. l.], 20 jan. 2022.

FREIRE, R. C., & DE ASSIS Lima, R. (2012). Bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água potável no município de Olinda-PE e sua importância para a saúde pública. JMPHC| Journal of Management & Primary Health Care| ISSN 2179-6750, 3(2), 91-95. Disponível em: <https://www.jmphc.com.br/jmphc/article/view/144>. Acesso em: 20 out. 2022.

FREEPIK. Coloração de gram: método de diferenciação entre bactérias gram positivas e gram negativas. Freepik, 2020. Disponível em: https://br.freepik.com/fotos-premium/a-coloracao-de-gram-e-um-metodo-de-diferenciacao-entre-bacterias-gram-positivas-e-gram-negativas_28506432.htm. Acesso em: 16 out. 2022.

HURNIK, D. Investigations into optimal washing and disinfection techniques for pig pens. LONDON SWINE CONFERENCE, 2005, Citeseer. p.135.

HELIOTEK, Termotecnologia. AQUECIMENTO SOLAR PARA O AGRONEGÓCIO: A melhor solução de água quente para a agricultura e a pecuária. Disponível em: <https://www.heliotek.com.br/para-industria/aquecedor-solar-para-agribusiness>. Acesso em: 28 out. 2022.

LUYCKX, K. et al. On-farm comparisons of different cleaning protocols in broiler houses. Poultry science, v. 94, n. 8, p. 1986-1993, 2015. ISSN 0032-5791.

LOUZADA, et al.. (2019). Contagem de bactérias heterotróficas na água da bacia do rio grande e rio de ondas, barreiras-ba. Anais eletrônico cic, 17(1). Disponível em: <http://www.fasb.edu.br/revista/index.php/cic/article/view/348>. Acesso em: 28 out. 2022.

LORENZON, Gustavo. Descontaminação de linhas de produção de rações com vistas à obtenção de autorização para produção de rações com medicamentos. Revista Destaques Acadêmicos, Rio Grande do Sul, v. 5, ed. 4, 2013.

PMI: A guide to Project Management Body of Knowledge – PMBOK® guide, Pennsylvania, USA (2021)

RODRIGUES, Danielle Gonçalves. Desinfecção da água por pasteurização solar (SOPAS) em comunidades rurais / Danielle Gonçalves Rodrigues. --Campinas, SP: [s.n.], 2011.

SCHALKWYK, Pieter D. van et al. Thermal Stratification and Temperature Variation in Horizontal Electric Water Heaters: A Characterisation Platform. *Energies*, [S. l.], p. 1-20, 13 abr. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/8/2840/pdf?version=1649921119>. Acesso em: 28 out. 2022.

TARDOQUE, D. W. D. A. Análise microbiológica da água do instituto de saúde de nova friburgo da universidade federal fluminense. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/12592>. Acesso em: 27 out. 2022.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001. Acesso em: 19 de dez. 2022.

WHO. Water Sanitation Health: Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition. Chapter 7 and 11. 2011. Disponível em: <
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf>
Acessado: 05 nov 2015.

ANEXO A

