



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

**LUCAS FREITAS DE ARAÚJO**

**EXEMPLOS DE OTIMIZAÇÕES E DE SOLUÇÕES DE PROBLEMAS  
INDUSTRIAIS NOS SETORES DA ETE E DA ETA. EXEMPLO DE PROPOSTA DE  
PROJETO PARA O SETOR DA ETE. ESTUDO DE CASO: FRESENIUS KABI  
AQUIRAZ.**

**FORTALEZA**

**2018**

LUCAS FREITAS DE ARAÚJO

EXEMPLOS DE OTIMIZAÇÕES E DE SOLUÇÕES DE PROBLEMAS INDUSTRIAIS  
NOS SETORES DA ETE E DA ETA. EXEMPLO DE PROPOSTA DE PROJETO PARA O  
SETOR DA ETE. ESTUDO DE CASO: FRESINIUS KABI AQUIRAZ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Engenheiro Químico José Evandro da Penha Junior.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Biblioteca Central do Campus do Pici Prof. Francisco José de Abreu Matos

- 
- A69e Araújo, Lucas Freitas de.  
Exemplos de otimizações e de soluções de problemas industriais nos setores da ETE e da ETA : exemplo de proposta de projeto para o setor da ETE : estudo de caso : Fresenius Kabi Aquiraz / Lucas Freitas de Araújo . – 2018.  
52 f. : il. color.
- Monografia (Graduação em Engenharia Química)–Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Curso de Engenharia Química, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Bel. José Evandro da Penha Junior.
1. Tratamento de efluentes industriais. 2. Águas residuais - Purificação. 3. Melhoria de qualidade.  
I. Título.

---

CDD 660

LUCAS FREITAS DE ARAÚJO

EXEMPLOS DE OTIMIZAÇÕES E DE SOLUÇÕES DE PROBLEMAS INDUSTRIAIS  
NOS SETORES DA ETE E DA ETA. EXEMPLO DE PROPOSTA DE PROJETO PARA O  
SETOR DA ETE. ESTUDO DE CASO: FRESENIUS KABI AQUIRAZ.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Química do  
Departamento de Engenharia Química da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial para obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Química.

Aprovada em: 25/06/2018.

BANCA EXAMINADORA

---

Eng. Químico José Evandro da Penha Junior (Orientador)  
Formado pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. João José Hiluy Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rílvia Saraiva de Santiago Aguiar  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Raimundo e Regina, por seus cuidados e suas dedicações. Deus, Sua companhia e amor significam tanto que não tenho palavras para dizer o quanto eu o amo. Às minhas irmãs e aos amigos: Cabeça vai se formar!

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser sempre fiel e companheiro, mesmo que eu não mereça tanto carinho e compaixão durante todos esses anos dedicados nesta instituição

Aos meus pais, Raimundo e Regina, por sempre estarem ao meu lado, dando apoio e incentivo nos momentos mais difíceis. Juntamente com Deus, eles formam toda a minha base e são meu porto seguro.

Às minhas irmãs, Leiliane e Cristiane, por sempre me darem bons conselhos.

Aos meus amigos da Igreja, por sempre acreditarem e orarem por mim.

Ao meu orientador, Engenheiro José Evandro da Penha Junior, pois, juntamente com a empresa Fresenius Kabi - Aquiraz, deu-me a oportunidade de conhecer o real papel de um engenheiro químico dentro da indústria, mostrando de modo muito prático como são usados os conhecimentos obtidos na faculdade.

Aos professores participantes da banca examinadora., agradeço a atenção durante essa trajetória.

Aos meus amigos de faculdade que tornaram o caminho percorrido mais fácil e alegre. Em especial à Chastriane, à Juliana Oliveira e ao Lucas Sydrião e outros.

“Filho meu, não te esqueças dos meus ensinamentos, e o teu coração guarde os meus mandamentos.”  
(Provérbio 3:1)

## RESUMO

A Estação de Tratamento de Água (ETA) e de Tratamento de Efluentes (ETE) são setores muito comuns em vários tipos de indústrias, portanto, existem muitos problemas que são, comumente, encontrados nessas áreas. Para solucioná-las, o profissional, geralmente, engenheiro químico, deve conhecer os processos desses setores e, tendo o domínio e o conhecimento aprofundados de ETE e ETA, ser capaz de identificar os motivos desses problemas e solucioná-los, usando o melhor meio para isso. A indústria farmacêutica Fresenius Kabi-Aquiraz possui esses dois setores, nos quais algumas dessas contrariedades foram observadas. Diante desse contexto, esse trabalho tem como um de seus objetivos apresentar, detalhadamente, o processo industrial da ETA e o processo industrial da ETE dessa fábrica e relatar algumas dessas adversidades encontradas no período de Janeiro de 2016 a Julho de 2017, apontando as causas e as decisões que foram tomadas. Outro objetivo é apresentar as otimizações que foram efetuadas nesses dois setores de tratamento, as quais causaram significativa melhora nesses processos e redução de custos. Finalmente, esse trabalho irá apresentar uma oportunidade de projeto que poderia ser implementada na ETE nessa indústria e que acarretaria uma melhor eficiência no processo do tratamento dos efluentes e uma significativa redução de custo.

**Palavras-chave:** Otimização. ETA. ETE. Projeto.



## **ABSTRACT**

The Water Treatment Plant(WTP) and the Effluent Treatment Station ( ETS) are sectors that can be found in various types of industries, therefore there are many problems which are commonly found in these areas. The professional, who is a chemical engineer usually, must know everything about WTP and ETS to solve those problems, using the best way. The pharmaceutical industry, Fresenius Kabi-Aquiraz, has those two sectors, which some of those setbacks were observed during the period from January 2016 to July 2017. In this context, this final paper has objectives to present, the industrial process of WTP and the industrial process ETS of Fresenius Kabi-Aquiraz minutely and to report some of those problems encountered during that time. reporting the causes and the decisions that had been applied. Another objective is to present the optimizations which were performed in those two types of treatment sectors, that presented a significant improvement in those processes and a reduction in costs. Finally, this final paper will present a project opportunity that could be implemented in the ETE in that industry, which would lead to a better efficiency in the treatment processes of the Effluents and a significant reduction of cost.

**Keywords:** Optimization. WTP. ETS. Project.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Exemplo de incrustação no chiller.....	18
Figura 2 Balanço de massa da água no setor da ETA .....	21
Figura 3-Visão aérea da ETE.....	23
Figura 4-Reator Aeróbico .....	24
Figura 5- Biomídias .....	25
Figura 6- Calha Parshall .....	26
Figura 7-Área disponível na ETE.....	37
Figura 8-Exemplo do UF.....	38
Figura 9-Osmose reversa .....	39
Figura 10-fluxo da Osmose Reversa .....	39
Figura 11-Vaso Catiônico.....	40
Figura 12-Tampão Catiônico.....	41

## LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Fluxograma do Processo da ETA.....	17
Gráfico 2- Consumo de Água da CAGECE-2016.....	19
Gráfico 3- Consumo de água dos poços-2016.....	20
Gráfico 4- Distribuição da Água(%)-2016 .....	22
Gráfico 5-Campanha dos Vasos Catiônicos .....	30
Gráfico 6-Consumo de ácido dos vasos catiônicos .....	30
Gráfico 7-Número de dias parado – Poço 12 - 2016 .....	33
Gráfico 8-Eficiência – Poço 12 - 2016 .....	33
Gráfico 9-Campanha após o desligamento do poço 7 .....	42

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1- Qualidade da Água da CAGECE .....	18
Tabela 2-Classificação dos sistemas em função da idade do lodo .....	26
Tabela 3-Campanha dos Vasos Catiônicos .....	29
Tabela 4-Consumo de ácido dos vasos catiônicos.....	29
Tabela 5-Consumo de água CAGECE 2016 .....	31
Tabela 6-Desempenho dos poços no Período de 2016.....	32
Tabela 7-Vazão do poço 7.....	41
Tabela 8-Custo de consumo de água de 2016 com otimização.....	43
Tabela 9-Custo de consumo de água de 2016 sem otimização .....	43

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
<b>2.1 OBJETIVO GERAL</b> .....	14
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>3.1 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA INDÚSTRIA</b> .....	15
<b>3.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE FRESENIUS KABI - AQUIRAZ,</b> .....	15
<b>3.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA</b> .....	16
<b>3.3.1 CAGECE E POÇOS</b> .....	18
<b>3.3.2 DIACOLIS E COREMAL</b> .....	20
<b>3.3.3 PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA</b> .....	20
<b>3.4 ETE</b> .....	22
<b>3.4.1 TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO</b> .....	23
<b>3.4.2 TRATAMENTO BIOLÓGICO</b> .....	24
<b>3.5 OTIMIZAÇÕES NA ETA E NA ETE</b> .....	27
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	28
<b>4.1 EXEMPLOS DE PROBLEMAS ENCONTRADOS ETA</b> .....	28
<b>4.2 EXEMPLOS DE OTIMIZAÇÕES NA ETA</b> .....	30
<b>4.2.1 MEMORIAL DE CÁLCULO PARA ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE CUSTO</b> .....	34
<b>4.3 EXEMPLOS DE PROBLEMAS ENCONTRADOS ETE</b> .....	35
<b>4.4 EXEMPLO DE OTIMIZAÇÃO EM ETE</b> .....	36
<b>4.5 PROPOSTA DE PROJETO PARA ETE (AMPLIAÇÃO)</b> .....	36
<b>5 RESULTADOS</b> .....	40
<b>5.1 SOLUÇÕES DE PROBLEMAS NA ETA</b> .....	40
<b>5.2 SOLUÇÕES DE PROBLEMAS NA ETE</b> .....	42
<b>5.3 RESULTADO DE OTIMIZAÇÃO NA ETA</b> .....	43
<b>5.4 RESULTADO DE OTIMIZAÇÃO DA ETE</b> .....	44
<b>5.5 RESULTADO DE PROPOSTA DE PROJETO PARA ETE (AMPLIAÇÃO)</b> .....	44
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	45
<b>7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47
<b>APÊNDICE A – VAZÕES MÉDIAS DOS POÇOS DURANTE O ANO 2016 (M<sup>3</sup>/H)</b> .....	49
<b>APÊNDICE B – FLUXOGRAMA DA ETE</b> .....	50
<b>APÊNDICE C – FLUXOGRAMA DA UF</b> .....	51
<b>APÊNDICE D – FLUXOGRAMA DA OSMOSE REVERSA</b> .....	52

# TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E SIGILO

O Trabalho Final de Curso, apresentado na forma de documento monográfico intitulado **EXEMPLOS DE OTIMIZAÇÕES E DE SOLUÇÕES DE PROBLEMAS INDUSTRIAS NOS SETORES DA ETE E DA ETA. EXEMPLO DE PROPOSTA DE PROJETO PARA O SETOR DA ETE. ESTUDO DE CASO: FRESENIUS KABI AQUIRAZ**, volume constante como um dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Ceará, orientado pelo **Eng. Químico José Evandro da Penha Junior**, defendido no dia 25 de junho de 2018, foi depositado pelo autor **Lucas Freitas de Araújo** sob compromisso de confidencialidade e sigilo sobre todas as informações técnicas relacionadas às suas pesquisas. Por este termo de confidencialidade e sigilo **são vedadas as seguintes práticas**:

1. **Disponibilização** do documento integral em plataformas públicas ou repositórios acadêmicos;
2. **A utilização das informações**, aqui protegidas por sigilo, e doravante constantes como informações confidenciais, a quem tiver acesso;
3. **Gravação ou cópia da documentação** confidencial a que tiver acesso, excetuando as cópias e/ou documentos originais AUTORIZADOS;
4. A **apropriação** para si ou para outrem do material confidencial e/ou sigiloso da tecnologia que venha a ser disponível;
5. **Repasse** de conhecimento das informações confidenciais;

Neste Termo, as seguintes **expressões serão assim definidas**:

**Informação Confidencial** significará toda informação revelada através da apresentação da tecnologia, a respeito de, ou, associada com dados obtidos para elaboração da monografia, sob a forma escrita, verbal ou por quaisquer outros meios. Informação Confidencial inclui, mas não se limita, à informação relativa às operações, processos, planos ou intenções, informações sobre produção, instalações, equipamentos, sistemas, dados, habilidades especializadas, projetos, métodos e metodologia, fluxogramas, especializações, componentes, fórmulas, produtos e questões relativas ao desempenho das atividades laborais.

A vigência da obrigação de confidencialidade e sigilo, assumida por meio deste termo, terá a validade enquanto a informação não for tornada de conhecimento público por direta autorização dos seus autores, mediante autorização escrita.

**Lucas Freitas de Araújo**

Autor

**Prof. Dr. João José Hiluy Filho**

Membro Externo

**Profa. Dra. Rílvia Saraiva de Santiago Aguiar**

Docente Responsável pela disciplina