

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS GUARAPUAVA
TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

RONALDO JOSE DE MELLO

AUTOMAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

TRABALHO CONCLUSÃO DE CURSO

GUARAPUAVA

2018

RONALDO JOSÉ DE MELLO

AUTOMAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado ao Programa de Graduação em Tecnologia em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito para aquisição do título de bacharel.

Orientador: Prof. Me. Marcelo Henrique Granza.

GUARAPUAVA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

AUTOMAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

por

RONALDO JOSE DE MELLO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 04 de dezembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial, em Tecnologia em Manutenção Industrial. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado

Marcelo Henrique Granza
Prof.(a) Orientador(a)

João Luiz Dallamuta Lopes
Membro titular

Henrique Ajuz Holzmann
Membro titular

Henrique Ajuz Holzmann
Coordenador do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de alcançar meus objetivos.

Agradeço a minha família, esposa e filhos, pelo incentivo e carinho nestes anos de estudo, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Agradeço ao meu orientador Prof. Me. Marcelo Henrique Granza, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Agradeço a empresa IBEMA Papel Cartão pela oportunidade de colocar em prática os conhecimentos adquiridos e também aos conhecimentos que adquiri ao longo do processo.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

MELLO, Ronaldo José. **Automação de uma Estação de Tratamento de Água**. 2018. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Tecnologia em Manutenção Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2018.

O presente trabalho tem como objetivo a automatização de etapas do processo e controle de uma ETA - Estação de Tratamento de Água industrial, no processo de fabricação de papel. Com a automação há uma economia significativa no custo operacional, sendo seu retorno financeiro à curto prazo. Em um processo operacional manual, as várias etapas acabam por se tornarem onerosas e sem credibilidade, mas com a implantação do sistema SDCC (Sistema Digital de Controle Distribuído) o controle dos dados da operação serão realizados simultaneamente com o controle de níveis dos tanques e a medição para adição de produto químico no tratamento da água. Este conjunto de engenharia possibilita manipular configurações e gestão local e remotamente mapeamento e bancos de dados e/ou referenciando o processo como configurações, estratégias de controle, estratégias de controle de lote, estratégias de segurança, processamento de gráficos, históricos, eventos e gerenciamento de mudança. Uma vez que o sistema passa a ser integrado com as demandas de produção, os desperdícios de água deixam de existir, aumentando assim os resultados e diminuindo o custos de químicos na produção.

Palavras-chave: Estação Tratamento Água (ETA), Automação, *SDCC*.

ABSTRACT

MELLO, Ronaldo José **Automation of a Water Treatment Plant** 2018. 41f. Completion of the Course - Industrial Technology and Maintenance - Federal Technological University of Paraná Guarapuava, 2018.

The present work aims at the automation of process steps and control of an ETA - Industrial Water Treatment Station, in the papermaking process. With automation there is a significant saving in operating cost, with its short-term financial return. In a manual operational process, the various stages end up becoming costly and without credibility, but with the implementation of the Digital Distributed Control System (SDCD) the control of the operation data will be performed simultaneously with the control of tank levels and measurement for addition of chemical in the treatment of water. This engineering suite makes it possible to manipulate configurations and management locally and remotely mapping and databases and / or referencing the process as configurations, control strategies, batch control strategies, security strategies, graphics processing, historical, events and management of change. Once the system becomes integrated with the production demands, the waste of the vessel ceases to exist, thus increasing the results and reducing the costs of chemicals in production.

Key words: Water Treatment Station (ETA), Automation, SDCD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de Fabricação do Papel	16
Figura 2 - Estação de Tratamento de Água da Empresa Ibema	19
Figura 3 – Esquema dos quatro Tanque de Filtragem	20
Figura 4– Manômetro de Indicação do Nível de Reservatório	21
Figura 5– Arquitetura do Sistema PlantWeb	23
Figura 6 – Fluxograma da ETA com Automação.....	24
Figura 7 – Pulsos de Emissão e Recepção do Transmissor	27
Figura 8 - Medição por Pressão Hidrostática	28
Figura 9 – Atuador Elétrico com Válvula acoplada.....	29
Figura 10 – Válvula de Controle com posicionador	30
Figura 11 – Bomba dosadora	30
Figura 12 - Indicador Digital	31
Figura 13 – ET 200S Remota IO	32
Figura 14 – Reservatório PAC.....	34
Figura 15 - Decantadores.....	34
Figura 16 - Tanques de filtragem	35
Figura 17 - Reservatório de Água	36
Figura 18 - Tanque de Armazenamento de PAC.	36
Figura 19 – Tela de Operação SDCD.	37
Figura 20 - Trends da Vazão.....	40
Figura 21 - Log de Eventos	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dosagem de PAC com Água limpa e Água suja	20
Tabela 2– Custo de Equipamentos e Instalação para Automação da ETA	33
Tabela 3 – Custo de Pessoal - Operação ETA / Mensal (Turnos 24H)	38
Tabela 4 – Custo de Pessoal - Operação ETA x Custos de Implantação do Sistema de Automação	39
Tabela 5 – Vazão de Água e Dosagem de PAC	40

LISTA DE SIGLAS

ANA	AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS
BP	BOMBA PROMINENTE
ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
FT	TRANSMISSOR DE VASÃO (SI)
ID	INDICADOR DE DESEMPENHO
IO	ENTRADAS E SAÍDAS (SI)
LIC	CONTROLADOR INDICADOR DE NÍVEL (SI)
LOG	REGISTRO DE EVENTOS
PAC	POLICLORETO DE ALUMINIO
PID	PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO
SDCD	SISTEMA DIGITAL DE CONTROLE A DISTANCIA
SI	SISTEMA INTERNACIONAL

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.2. OBJETIVO	12
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.3. JUSTIFICATIVA.....	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO PAPEL	15
2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO ÁGUA - ETA.....	17
2.3 OPERACIONALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO ÁGUA	17
2.3.1 OPERAÇÃO MANUAL	18
2.3.2 SISTEMA AUTOMATIZADO	21
3. METODOLOGIA	25
4. DESENVOLVIMENTO	26
4.1 PROJETO DE IMPLANTAÇÃO	26
4.2 DESCRIÇÃO MATERIAIS UTILIZADOS.....	27
4.2.1 TRANSMISSOR DE NÍVEL ULTRASSÔNICO.....	27
4.2.2 TRANSMISSOR DE NÍVEL SUBMERSÍVEL.....	27
4.2.3 ATUADORES ELÉTRICOS PARA VÁLVULAS BORBOLETAS	28
4.2.4 VÁLVULA DE CONTROLE	29
4.2.5 BOMBA DOSADORA	30
4.2.6 INDICADOR DIGITAL.....	30
4.2.7 REMOTA SIMATIC ET200S	31
4.3 EXECUÇÃO PROJETO	32
. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
7. CONCLUSÃO	43
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

A Revista O Papel (Maio/2015), destaca a matéria sobre a Agência Nacional de Águas, a ANA, onde aponta o setor de papel como o terceiro maior consumidor de águas em termos de vazão e retirada, atrás somente da agricultura e pecuária. Apesar de ser um setor com um alto nível de danos a natureza, o comprometimento com ações de redução de consumo e prevenção, a indústria de celulose vem traçando planos e metas para uma efetiva redução nos impactos ambientais e uma efetiva otimização dos insumos.

A automatização do setor de tratamento de águas para fins industriais, em uma produção de papel, onde se envolve um grande volume de água bruta (aquela não tratada para consumo), ameniza os impactos ambientais desta região.

O processo de tratamento manual de uma estação depende de um controle 24 horas/homem, compreendendo um inteiro campo da operação diária e a administração das instalações e do pessoal. Exige a consideração de vários fatores, como pessoal qualificado, padrões de proteção, limpeza das estações, controle analítico, medição da vazão e das dosagens, operação do equipamento, armazenamento e qualidade dos compostos químicos, manutenção, anotações e segurança.

Com o avanço das tecnologias, as etapas de fabricação foram sofrendo alterações que tornaram o processo mais rentável e produtivo, sendo assim, quando um processo manual é automatizado, um dos pontos que se tornam visíveis rapidamente é o controle das informações e a diminuição com mão de obra, visto que toda a parte de medição e controle passa de manual para automática, dispensando assim o contato do funcionário com a estação de tratamento e uma maior veracidade nos dados coleados.

Com o intuito de permanecerem competitivas as empresas foram obrigadas a se modernizarem, ou seja, não basta apenas as empresas serem produtivas, elas devem respeitar também a qualidade exigida pelo mercado e as especificações das normas do meio ambiente.

Segundo o Guia do Profissional em Tratamento de Água (2007) a utilização de equipamentos que podem ser automatizados dentro do processo de tratamento é cada dia maior, e as informações fornecidas por esses sistemas mais completas e confiáveis. Uma estação de tratamento de água segue uma sequência

exata no processo, a quantidade de equipamentos utilizados nestas Estações de Tratamento de Água - ETA's pode variar em função do tipo e porte da estação, neste caso, está sendo considerada um estação de médio porte.

Os principais pontos a serem automatizados neste caso são os responsáveis pelo processo de gerenciamento da estação, ou seja, pelo controle da vazão de entrada do tratamento, correção de dosagens de Policloreto de Alumínio e níveis dos tanques do reservatório.

Este controle se dará remotamente por um sistema de automação capaz de gerenciar as bombas, controlar os níveis e dosar os químicos utilizados no tratamento, assim, fornecendo os dados em tempo real criando uma confiabilidade nos mesmos.

1.1 Delimitação do tema

A automatização no tratamento de águas vem de encontro com uma ideia de gestão, que consiste no controle da demanda, principalmente quando envolve um grande volume de água, minimizando as falhas de transbordo na linha de escoamento para esgoto, diminuindo o desperdício de água tratada, e evitando o uso de água potável, tornando a empresa mais lucrativa e ainda sustentável.

1.2. Objetivo

Automatizar um sistema de tratamento de água para a indústria Ibema Papel Cartão com a Instalação de equipamentos de transmissão, dosagens e centralização das informações no SDCCD (Sistema digital de controle distribuído)

1.2.1 Objetivos Específicos

Levantar os pontos necessários para a automação do sistema;

Implantar sistema de automação para verificação e controle no desperdício de água de transbordo;

Controlar o uso da água pela demanda da indústria

Centralizar as informações gerando histórico de consumo e eficiência do tratamento;

Reduzir os custos no monitoramento via sistema.

1.3. Justificativa

Segundo o Guia de Sustentabilidade e Meio ambiente (2009) a distribuição de água no planeta não ocorre de forma equilibrada e, “como agravante é preciso citar que a população mundial não para de crescer, está concentrada em grandes aglomerações urbanas e muitas vezes com baixa disponibilidade de água”, o que acaba por prejudicar o abastecimento populacional e por consequência impacta na área fabril de grandes centros.

Neste contexto um Plano de Conservação e Reuso de Água é crucial na promoção do uso racional de água industrial, seja de qual setor ela pertença, considerando os aspectos legais, institucionais, técnicos e econômicos. Para que haja uma utilização adequada da água fabril, métodos de mensuração de demanda deve ser aplicada, afim de que possa especificar e manter uma medição continua promovendo o controle efetivo da demanda necessária evitando o desperdício ao longo do processo.

Quando o sistema operacional utilizado em estações de tratamento de água é o manual, o mesmo se torna sem referência, ocasionando falhas o referenciamento, o que gera impactos na produção. O controle da demanda de água consumida pela indústria não ocorre de forma exata devido à distância que se faz necessário entre a ETA e unidade consumidora, o que acarreta o desperdício como a escassez de água na produção.

Além desta falta de parametrização, o sistema adotado pela equipe operacional para a comunicação e troca de informações, sobre os dados correspondentes ao consumo e vazão de água, é o rádio comunicador, que por sua vez não é muito eficiente, causando assim, variações de consumo no processo produtivo e as constantes oscilações no consumo de insumos e químicos.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho foi desenvolvido em duas etapas, sendo que primeiramente foi realizado o reconhecimento do processo de produção de papel em relação ao consumo de água. Não havendo uma coleta de dados sobre a entrada de água para consumo na produção, foi necessário pesquisar equipamentos utilizados para a parametrização destas informações, sendo esta considerada a principal etapa com relação ao processo.

Foram levantados também quais as informações que deveriam ser monitoradas e quais os equipamentos que poderiam fazer as coletas necessárias.

Diante das informações e necessidades da máquina com relação ao funcionamento do ETA, foi realizada pesquisa das metodologias aplicadas a automação de ETA's.

Foram levantados os custos com mão de obra e confrontados com os sistemas de automação disponíveis em mercado, cujos dados foram levados em consideração sobre a viabilidade da implantação do mesmo.

A segunda etapa, após o reconhecimento da viabilidade da implantação do sistema, se deu através da identificação das peças em estoque e cotação das que deveriam ser adquiridas pelo setor de compras da empresa para a montagem e instalação dos equipamentos necessários para a parametrização, tratamento dos dados e indicadores de água no sistema de abastecimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Processo de Fabricação do Papel

O processamento de celulose e papel é produzido após uma série de etapas, as quais demandam um grande consumo de água. O produto principal são fibras de celulose virgens ou recicladas que após processadas se transformam no produto final conforme a finalidade.

Segundo Dragoni (2014) define papel como uma folha composta, basicamente, de fibras celulósicas unidas entre si, misturadas ou não com outros aditivos químicos que lhe darão características específicas, dependendo de sua finalidade.

No processo de papel a fibra utilizada, em sua maioria, é originada da madeira natural e tem um percentual considerável de água em sua composição, variando entre 40% a 50%, o que força as empresas a considerarem meios de diminuição do consumo de água no processo de fabricação de papel.

Segundo Robusti (2014), a cronologia do processo do papel, mostra que desde os primórdios das civilizações já se fazia uso de diversos tipos de matérias primas para o processo do papel, O precursor das técnicas de produção de papel foi o Chinês Ts'ai Lun, que em meados de 105 da Era Cristã, mergulhava uma forma móvel telada, feita de bambu, em um recipiente contendo água e o material fibroso adequadamente macerado, quando a forma emergia do recipiente, o excesso da água era drenado, e a folha do papel era formada em sua superfície e posteriormente seca.

Esse conceito ainda é usado nas máquinas de fabricação de papel atual, mas a busca por qualidade tornou as máquinas de papel mais eficientes e capazes de um melhor rendimento com baixo custo de produção. Isso se deu pela automatização das máquinas ao longo do desenvolvimento fabril, o que torna constante e a redução nos custos e insumos do processo.

Em uma empresa de grande porte o processo de fabricação começa pela transformação da madeira em celulose em um sistema de biodigestor, ou na compra do mesmo por empresas especificada na fabricação da celulose branqueada. Em muitas empresas a celulose vem seca e prensada, em resmas, a qual necessita de

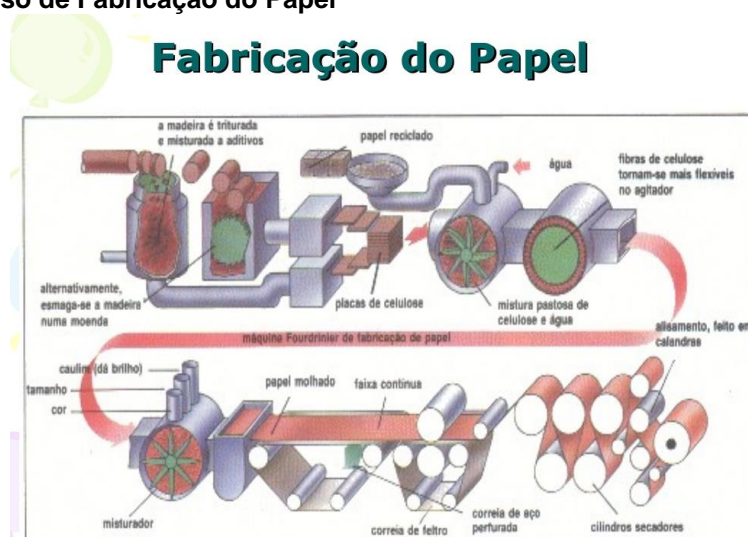
um tratamento com água para que possa se transformar em um percentual de água e fibra e então é encaminhada ao processo.

Para fabricação de papel cartão é utilizado três camadas de diferentes fibras celulose, aparas e pasta mecânica.

A aparas geralmente é reaproveitamento de papel reciclado já a pasta mecânica é a madeira desfibrada sem processo de branqueamento e passada por sistema de refinação de fibras.

Com isso o processo de fabricação segue para a efetiva produção como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Processo de Fabricação do Papel



Fonte: <http://www.dibpel.com.br/papel.php> (acessado 04/12/2017)

Após cada tipo de mistura celulose, a aparas e a pasta mecânica é passada pelo processo de refinação, as fibras são encaminhadas às caixas de entrada, nas mesas formadoras. Estas mesas rodantes encaminham a tela formadora do papel para a formação da folha através de elementos desaguadores. Neste momento as fibras ficam retidas na superfície e a água passa através da mesma, sendo encaminhada às calhas criando o que é chamado na produção de água de refugo, ou seja, água branca que é tratada nos Efluentes para retorno ao processo.

Na secagem do papel, é realizada a cura das resinas adicionadas, mantendo contato com cilindros secadores para a retirada da umidade.

Apesar da máquina de papel dispor de um sistema de captação de água para reuso, este não supre a necessidade no processo, sendo necessário a captação de água bruta.

Após a captação da água bruta, ou seja, água captada de fonte natural, a mesma passa por um tratamento no ETA's que possibilita o uso entrando no processo produtivo.

Neste cenário, o consumo de água vai além do processo produtivo e está embutido em vários pontos, tornando visível que pode ser reduzido por meio de uma diminuição da captação de fontes naturais, sendo considerado o reuso de água tratada em ETA's.

Também pode se ter resultados mais significativos com um melhor controle interno da vazão e distribuição para eliminação de perdas no tratamento e no uso do processo de fabricação.

2.2 Estação De Tratamento Água - ETA

Principal insumo na produção de papel, a água deve ser utilizada com cautela, pois é fundamental para a sobrevivência humana. Por tanto as indústrias buscam meios de obter um consumo consciente, evitando desperdícios e minimizando os impactos ambientais que a extração dela causa a natureza.

O processo de tratamento da água pura, extraída de fonte natural, para consumo fabril se dá no ETA (Estação de Tratamento de Água). O processo consiste em captar a água do rio, decantar as impurezas (lodo do rio), filtrar em leitos de areia e, por fim, adicionar químicos para eliminar microrganismos prejudiciais à fabricação de papel.

A pureza da água para uso industrial é diferente da pureza de água potável, alguns sais causam problemas na indústria (GAUTO,2013). Assim como alguns compostos acabam prejudicando na fabricação e na finalização do produto na indústria do papel.

Apesar de ser tratada, a água não é própria para consumo humano, pois o tratamento consiste apenas em adequar está água para consumo fabril, ou seja, sem que os microrganismos constantes nela interfiram na produção ou variação de químicos na produção do papel. Esta água industrial é destinada a máquina de papel, caldeira, ETE (Estação Tratamento Efluentes), hidrantes e oficinas.

2.3 Operacionalização da Estação Tratamento Água

Em 1964 o Engenheiro Zadir C Branco descreve a estação de tratamento como não automatizada, embora possuam bombas, dosadores e filtros, mas a purificação da água mesmo que seja para uso industrial exige controle e medição, sendo necessário um sistema de informação seguro e satisfatório em qualquer tempo.

A principal função do ETA no processo produtivo é o tratamento da água Bruta, proveniente de fontes não tratadas, sendo um local destinado à purificação da água com a captação de água bruta e distribuindo nos tanques.

Os tanques são identificados como floculador e decantador, onde se formam “flocos” devido à adição de produto químico para coagulação, este denominado Policloreto de Alumínio (PAC), aumentando assim a eficiência na decantação primária da água bruta, melhorando as características de filtrabilidade, permitindo que partículas existentes na água fiquem suspensas por imersão, sendo eliminadas por decantação ou flotação.

Em uma ETA o processo de verificação de nível é crucial, podendo estar sujeito a transbordo, onde a captação de água bruta seria relativa ao consumo gerado pela fabricação.

Na próxima etapa do tratamento nos tanques de decantação, os flóculos formados no processo anterior se sedimentam e são separados, a finalidade do tanque é eliminar os flocos por decantação. Esta etapa consiste na separação sólida (lodo) – líquido, ou seja, efluente bruto por meio da sedimentação das partículas sólidas. Os efluentes saem vagarosamente através do decantador, os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior do que o líquido, sedimentem no fundo do tanque.

Também é efetuado a remoção de sólidos, processo este realizado em um reservatório próprio para a equalização com mistura (mecânica ou aerada) equipamentos e bomba de dosagem de soluções ácidas e alcalinas.

2.3.1 Operação Manual

Na operação manual de uma Estação de Tratamento de Água, a principal função do operador é a de manter os níveis dos tanques, evitando o transbordo para

canaleta de esgoto e manter um nível que abastece os tanques de filtragem e reservatório.

Figura 2 - Estação de Tratamento de Água da Empresa Ibema



Fonte: O Autor (2018)

A água bruta captada tem aspecto barrento, contendo partículas sólidas com dimensões de 1nm a 1 μ m, areia e outras sujeiras que vão se depositando no fundo do tanque. As partículas menores e até mesmo invisíveis a olho nú não se sedimentam, ficando por toda a superfície da água, tornando o processo de remoção mais difícil.

É necessário que o operador mantenha uma atenção quanto ao nível do reservatório, pois quando estes níveis passam da indicação de nível há um desperdício no tratamento com o transbordo do reservatório.

Esta água de transbordo cai em uma canaleta de esgoto retornando para rio, e quando está abaixo do padrão o operador tem que abastecer para manter sempre um nível seguro, pois com a variação na demanda pela produção de papel pode causar a falta de água e prejudicar processo de produção. Para que isso não ocorra a abertura ou fechamento de válvulas devem ser realizadas periodicamente e manualmente.

A operação manual de abastecimento dos tanques é feita através de uma compota na entrada da captação. Esta ação realizada pelo operador que fará a abertura e o fechamento manualmente, quando realizado esta ação o operador terá que se certificar da vazão de entrada na calha parshall, dispositivo tradicionalmente usado para medição de vazão em canais abertos de líquidos fluindo por gravidade.

Através da vazão o operador faz a dosagem de PAC na calha, seguindo a proporção da Tabela 01 para água limpa ou suja.

Esta dosagem é realizada através controle manual, com a manipulação de uma válvula agulha instalada no tanque de PAC, ação que terá que ser conferida através de uma proveta graduada, instrumento utilizado medir volume pelo tempo.

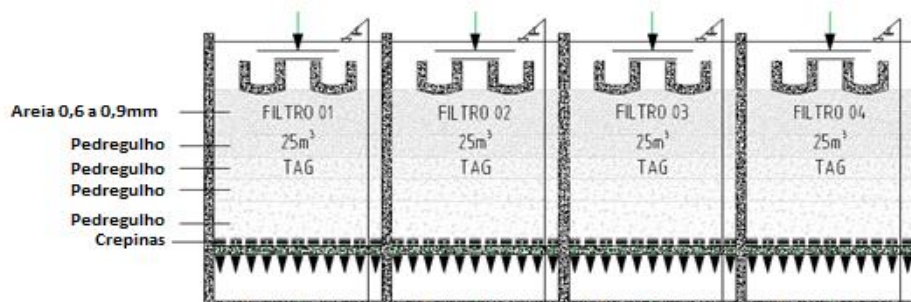
Tabela 1 - Dosagem de PAC com Água limpa e Água suja

Vazão de água	Dosagem água limpa	Dosagem água suja
150m ³ /h	36 ml/min	54 ml/min
170 m ³ /h	42 ml/min	60 ml/min
180 m ³ /h	45 ml/min	69 ml/min
200 m ³ /h	48 ml/min	75 ml/min
220 m ³ /h	54 ml/min	84 ml/min
250 m ³ /h	60 ml/min	90 ml/min
270 m ³ /h	66 ml/min	102 ml/min
300 m ³ /h	72 ml/min	108 ml/min
350 m ³ /h	84 ml/min	126 ml/min
380 m ³ /h	93 ml/min	138 ml/min
400 m ³ /h	99 ml/min	144 ml/min
450 m ³ /h	111 ml/min	162 ml/min

Fonte: O Autor (2018)

O sistema manual ainda demanda do controle do nível dos quatro tanques de filtragem, como apresentado na Figura 03. Cada tanque tem na sua saída válvulas manuais, o operador deve realizar a abertura e o fechamento das mesmas, atentando-se em relação ao nível do reservatório de água fresca.

Figura 3 – Esquema dos quatro Tanque de Filtragem



Fonte: O Autor(2017)

A medição de nível do reservatório é realizada através de um manômetro com escala de 0 a 3 mca fixado na parede da sala de operação, onde é necessário mantê-lo com indicação de 1,5 metros de coluna de água.

O sistema de medição é realizado de forma direta, onde o manômetro é conectado ao um tubo de cobre que segue um curso até o fundo do reservatório, desta forma com a variação do nível do tanque é refletido para a variação no ponteiro do manômetro.

Figura 4– Manômetro de Indicação do Nível de Reservatório



Fonte: O Autor (2017)

O sistema necessita de uma operação 24 h/dia, geralmente o regime adotado pelas empresas é de revezamento de operador a cada 6 horas, o que acarreta em um quadro de 5 funcionários.

2.3.2 Sistema Automatizado

No âmbito da área de automação, existe no mercado vários modelos de gestão operacional destinada ao controle das unidades que compõem um sistema de água e esgoto.

A implantação de um sistema de automação objetiva centralizar o controle implementando indicadores de desempenho (ID), tornando indispensável para a garantia da qualidade, sustentabilidade, atendimento dos interesses dos consumidores e rentabilidade financeira do sistema de abastecimento de água (GALVÃO JUNIOR & SILVA, 2006; ALEGRE et al., 2006).

A partir da padronização de todo o controle operacional, o sistema SDCCD, tem como objetivo centralizar o controle em malha, com as variáveis no sistema possibilitando definir através do set point nos controles.

Com a instalação de válvulas de controle na entrada do canal de adução, instalação do transmissor de vazão na calha parshall, as medições são realizadas através de transmissores ultrassônicos, com a indicação de vazão a dosagem de PAC controlada pelo sistema dispensando a conferência manual pela proveta.

O tratamento de água, apesar de não ser para destinação humana, necessita de um controles rigorosos quanto a qualidade da água, redução de resíduos, uso de produtos químicos, processo dos filtros, custos diversos, entre outros

Uma ferramenta de gestão amplia o seu campo de visão e fornece informações, em tempo real, sobre o funcionamento de cada máquina, pois uma simples falha na comunicação pode ocasionar perdas de produção, desperdício de água e impactos ambientais.

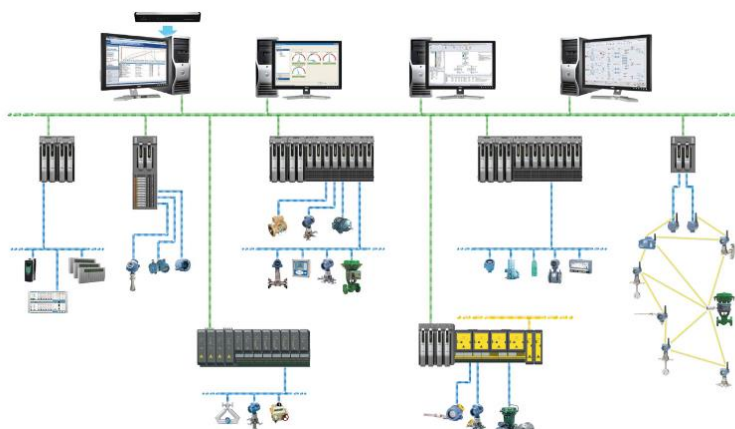
Ressalta-se que na maioria das vezes o mesmo sistema utilizado pela linha de produção para a automação dos equipamentos de fabricação são os mesmos utilizados para o controle dos controladores, níveis e dosadores da ETA.

Estes sistemas de automação tornam possíveis a arquitetura de uma planta digital PlantWeb, conforme a Figura 05, que integra os instrumentos tornando possível a centralização das informações do processo de tratamento de água. Também disponibiliza as variáveis de nível e vazão possibilitando a criação de módulos de controle PID (Proporcional Integral Derivativo), tornando melhor a sintonia de controle, reduzindo as variações bruscas no processo de produção.

Com a supervisão, aquisição de dados o controle a planta opera de forma que a variável controlada se comporte de acordo com o pré-estabelecido e seu monitoramento com a aquisição dos dados, ver as condições de funcionamento do processo como ocorrências de falhas, alarmes, valores, limites e relatórios.

A aquisição dos dados permite elaborar estratégias de operação com maior produção, qualidade e eficiência, criação de conjuntos de telas, recursos, comunicações e configurações que podem ser elaboradas e personalizadas pelo usuário do Sistema SDCCD.

Figura 5– Arquitetura do Sistema PlantWeb



Fonte o Autor (2017).

Quando o processo é automatizado, os controladores atuam de modo a minimizar as falhas que podem ocorrer quando o mesmo é manual. Na Figura 06, pode-se visualizar a automação geral do sistema de tratamento, onde a válvula de controle na entrada da captação torna-se automática, minimizando as variações de vazão que será monitorado por um transmissor de vazão na calha parshall.

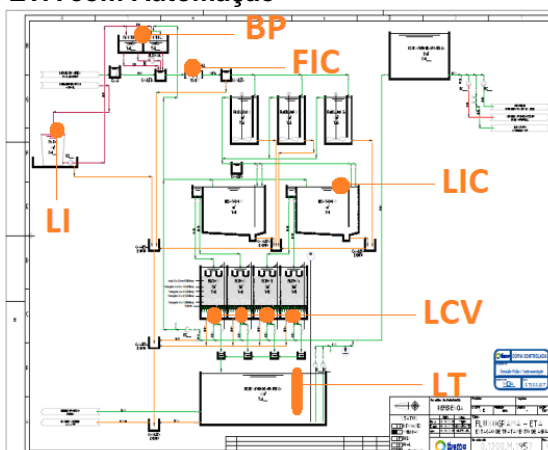
A dosagem de químico do PAC será automática obedecendo a mesma proporção da tabela 01. No SDCD, o operador fará a seleção desta dosagem, para água limpa e água suja. Quando efetuada a seleção pelo operador, esta seleção de água suja, somente será solicitada nos dias de chuvas fortes, quando as enxurradas deixam as águas do rio com aspecto barrento.

Ns tanques de decantação o transmissor de nível, fará com que se mantenha o nível mais constante possível, melhorando a decantação dos sólidos em suspensão.

Válvulas de controle na saída dos tanques de filtragem, responsável por manter o nível do reservatório com um fator de segurança entre 80 a 95% da capacidade de armazenamento, evitando a falta de água para o processo e o transbordo de água tratada.

O sistema terá indicação do tanque de estocagem de PAC para facilitar a solicitação de abastecimento no SDCD e indicação das variáveis vazão de entrada, nível do decantador e nível do reservatório, terá display digital na sala de operação na ETA, ação realizada para eventual falha de comunicação do sistema o controle possa ser operada no local.

Figura 6 – Fluxograma da ETA com Automação



Legenda

BP- Bomba prominente (dosagem de PAC)

FIC- Controle e indicação de vazão (controle de vazão da calha)

LIC- Controle de indicação de nível (controle de nível do decantador)

LCV- Válvula de controle de nível (controle de nível do reservatório)

LT- Transmissor de nível (transmissor de nível do reservatório)

LI- Indicador de nível (indicador de nível)

Fonte: O Autor (2017)

Com as variáveis integradas no sistema, haverá uma confiabilidade dos resultados de tratamento eficiente da água de reuso a ser consumida pela planta. O sistema fará os controles e as medições necessárias para a criação de um histórico que pode ser utilizado como fonte de pesquisa para uma mensuração de resultados e diminuição de desperdícios pela produção.

Haverá a sintonia de malha, onde o consumo da água será em virtude da produção, ou seja, somente será tratada a demanda exata da produção, eliminando percas no tratamento de água e transbordo de tanque por falta de controle.

Com o recurso de mensuração de dados exatos, se pode ter diagnósticos de falhas nos equipamentos gerando log de eventos antecipando as ações de manutenção preditivas nos instrumentos.

3. METODOLOGIA

A pesquisa científica foi desenvolvida através de uma investigação sobre as metodologias utilizadas na automação de ETA, com base nos objetivos propostos, desenvolvimento de uma pesquisa explicativa.

Primeiramente foi realizada a coleta dos dados sobre o investimento e quais os componentes haviam disponíveis em almoxarifado, delimitando o tempo de compra dos equipamentos não disponíveis, e os custos com a aquisição.

Após pesquisa sobre a viabilidade da implantação do sistema para monitoramento e controle da Estação de Tratamento de Água, foi iniciado o controle de vazão, pois o mesmo não era realizado, não existindo uma parametrização total de água utilizada dentro da fabricação.

A pesquisa foi realizada dentro da Empresa Ibema Papel Cartão, fundada em 1955, onde, desde sua fundação operava o sistema manualmente. Através do estudo da funcionalidade e operacionalização do ETA foram coletados dados internos e externos, além do histórico da empresa, afim de analisar as bases tecnológicas possíveis de implantação segundo o escopo da organização.

Justifica-se o uso deste meio de investigação devido a necessidade de baixo custo de implantação, sendo necessário levantar os custos e identificá-los afim de tornar possível a projeção de viabilidade de investimento presente e futuro.

Através da coleta de dados para a parametrização, pesquisa de campo e tratamento dos dados, com análise e discussão da variação de seu indicador de perdas de água no sistema de abastecimento, foram colocados em pratica as modificações e implantação dos sistemas na Estação de tratamento de água.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Projeto De Implantação

Estações de tratamento de água industrial geralmente utiliza o método manual de operacionalização por se tratar de um método mais tradicional. No caso da empresa Ibema, esse modelo de trabalho manual vem desde a implantação da indústria na região por falta de interesse por parte dos investidores em atualização do escopo destes ETA's.

Mas com as variáveis no mercado e a necessidade de modernização dos processos e produtos, acabou por exigir mudanças nas operacionalizações da empresa. Também houve uma necessidade de diminuição nos impactos ambientais.

Como já citado, as informações fornecidas por este modelo de atuação são vagos, com relação aos custos dentro do processo de produção.

Após realizado análise sobre a necessidade de um ajuste nos controladores do ETA, afim de diminuir percas de transbordo e paradas de máquina por falta de abastecimento, a Empresa Ibema decidiu adotar um sistema de automação onde houvesse uma interação em tempo real entre a máquina e o abastecimento de água.

Através do acompanhamento e elaboração do projeto de execução dos serviços e instalação dos equipamentos para o funcionamento do sistema, foi levantado as necessidades para a elaboração dos comando a serem criados em sistema, para manter e desenvolver o projeto.

Quando automatizado o sistema fará os controles e as medições necessárias para a criação de um histórico a ser utilizado como fonte de pesquisa para uma mensuração de resultados e diminuição de desperdícios pela produção.

Em virtude desta mudança na forma de medição e controle dos processos, a mão de obra utilizada nesta estação foi realocada para o chão de fábrica, diminuindo os gastos do centro de custos do setor, deixando disponível somente a mão de obra para operacionalização do sistema.

Haverá a sintonia de malha, onde o consumo da água será em virtude da produção, ou seja, somente será tratada a demanda exata da produção, eliminando percas no tratamento de água e transbordo de tanque por falta de controle.

Com o recurso no sistema SDCD poderá ter diagnósticos de falhas nos equipamentos gerando log de eventos antecipando as ações de manutenção preditivas nos instrumentos.

4.2 Descrição Materiais Utilizados

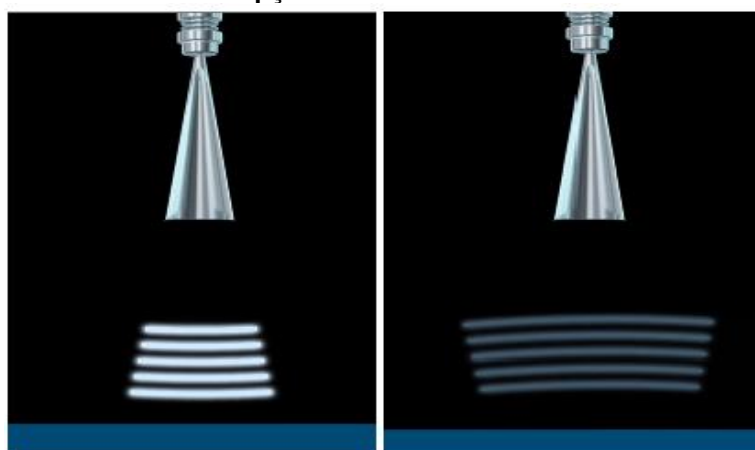
4.2.1 Transmissor de nível Ultrassônico

O transmissor possibilita a medição de nível, volume e vazão de líquidos e pastas em tanques de armazenagem, alcance de 8/12 metros, possui algoritmos para cálculo de volume de tanques, bem como a medição/ totalização de vazão em canal aberto (Calha Parshall). Podendo ser usada em aplicações com produtos agressivos em atmosferas gasosas e em altas pressões e temperaturas.

A medição é baseada no princípio de Tempo de Voo. Um sensor emite pulsos ultrassônicos, a superfície do meio reflete o sinal e o sensor o detecta novamente.

O tempo de voo do sinal ultrassônico refletido é diretamente proporcional à distância percorrida pelo mesmo sinal. Com a geometria conhecida do tanque ou calha o nível ou vazão pode ser calculado.

Figura 7 – Pulsos de Emissão e Recepção do Transmissor



Fonte: Manual Processos Instrumentação SIEMENS (2018)

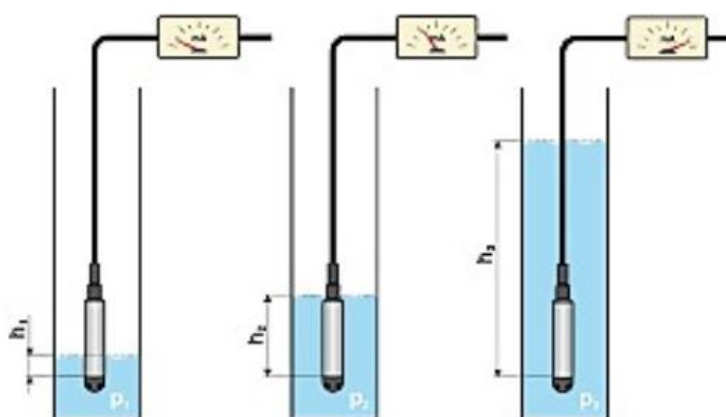
4.2.2 Transmissor de nível submersível

Princípio de medição do transmissor de pressão submersível, também chamado de sonda de nível, é um tipo especial de sensor de pressão utilizado para medições de nível em tanques, poços, vasos e perfurações.

Para medições de nível, a sonda é submersa diretamente no meio e direcionada para o mais próximo possível do fundo do tanque/vaso ou poço/furo. A sonda de nível mede a pressão hidrostática que permite tirar conclusões em relação ao nível atual, isto é, a altura da coluna de líquido acima do sensor.

Na prática, isso ocorre logo ao “submergir” a sonda e seu cabo de conexão. A aplicação é, portanto, bastante fácil. As características de qualidade mais importantes são: resistência química ao meio, estanqueidade da sonda de nível e de seu cabo, resistência à pressão e às tensões mecânicas incidentes na sonda. Transmissores de pressão submersíveis são frequentemente utilizados na indústria de água e esgoto.

Figura 8 - Medição por Pressão Hidrostática



Fonte: WIKA do Brasil Ind. e Com. Ltda. (2018)

4.2.3 Atuadores elétricos para válvulas borboletas

Os atuadores elétricos ou servomecanismo obedece a um comando ou um sinal analógico. Na maioria das vezes, os servomecanismos são acoplados a um sistema conhecido como malha fechada, que informa ao sistema de comando se a tarefa pedida de fato foi realizada. Para fazer isso, existe a possibilidade de utilizar transdutores de posição como potenciômetros e encoder's, o atuador pode ser definido como um elemento que produz movimento.

Figura 9 – Atuador Elétrico com Válvula acoplada



Autor: Smart Control Válvulas Industriais (2018)

4.2.4 Válvula de controle

A válvula de controle, conectada a um atuador que é capaz de modificar a posição do obturador em resposta a um sinal externo. A interface entre o atuador e o sinal externo é executada por um terceiro elemento, chamado posicionador.

O atuador movimentava o obturador para a posição desejada e mantê-lo lá, mas também de executar o movimento dentro dos limites máximos aceitos de tempo decorrido e força aplicada e mover o obturador para uma posição predeterminada em caso de falha. O posicionador deve ser capaz de compensar, sempre que possível, deficiências mecânicas do atuador, devidas a características construtivas, desgaste, etc. Os posicionadores em uso no momento são do tipo pneumático, eletropneumático e eletrônico.

Figura 10 – Válvula de Controle com posicionador



Fonte: Manual Automação EMERSON – pag 12 (2017)

4.2.5 Bomba dosadora

As bombas dosadoras são normalmente bombas volumétricas oscilantes. Durante o curso de retorno do deslocador é aspirado um volume preciso de líquido e durante o curso de pressão este é comprimido no tubo de dosagem. Com controle externo de 0/4 - 20 mA os ajustes da bomba podem ser alterados para se obter uma dosagem precisa permanente.

Figura 11 – Bomba dosadora



Fonte: Catálogo Prominent, (2018)

4.2.6 Indicador Digital

O indicador microprocessador é um instrumento usados na monitoração de variáveis analógicas, sendo na grande maioria de processos industriais. indicadores universais de processos é compatível com termopares, termorresistências Pt100 e sinais lineares como 0 a 20 mA, 4 a 20 mA ou milivolt.

O indicador possui escala programável, ponto decimal configurável, fonte de 24 V para excitação de transmissores remotos ou fonte de 10 V, possui saídas a rele, retransmissão da variável medida em 4 a 20 mA e comunicação digital RS485 com protocolo Modbus.

Figura 12 - Indicador Digital



Fonte: Catálogo NOVUS (2018)

4.2.7 Remota Simatic ET200S

O IO Remoto é uma prática utilizada em automação industrial, a melhor utilização de IO Remotos, principalmente em distância de instalação alcançadas, e tem a flexibilidade de definir quantidade de componentes conectados e velocidade de comunicação necessário.

Também tem a propriedade de conectar componentes de campo simples como sensores, válvulas e medidores, e permite a interação com componentes de campo complexos como pressostatos, medidores e interfaces analógicas mais avançadas.

Figura 13 – ET 200S Remota IO

Fonte: Catálogo Siemens (2018)

4.3 Execução Projeto

O processo de implantação do projeto de automação iniciou com o levantamento das necessidades da produção, ou seja, concentrar a maior quantidade de informação e variáveis do processo.

Para concentrar as informações de forma econômica, foi definido o uso de Remota de I/O com comunicação em rede Profibus interligada com SDCD, definindo as principais variáveis e quantidades que seriam monitoradas e manipuladas. Ainda nessa etapa do projeto foram definidas as variáveis de entrada, saída discretas e quais delas seriam analógicas e digitais.

Com automação de segurança o sistema passou a operar o tratamento de afluentes com confiança sem o risco de transbordo ou falta de água tratada na produção. Sabendo que em períodos fora do horário administrativo e finais de semana a supervisão seria concentrado no SDCD localizado na planta de fabricação de Papel que tem uma distância considerável da ETA.

Através desses requisitos definiu-se a automação mais viável para aplicação do projeto com estudos de custo de equipamentos a ser adquirido e o valor total do investimento podendo ser visualizado na Tabela 02.

Tabela 2– Custo de Equipamentos e Instalação para Automação da ETA

Qtdd	Equipamentos	Valor Unid.	Total
4	Transmissor de Nível	R\$ 3.000,00	R\$ 12.000,00
4	Atuador Elétrico	R\$ 6.000,00	R\$ 24.000,00
1	Válvula de Controle	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00
1	Transmissor de PH	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
1	Remota ET200s	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00
1	Infraestrutura	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
Total do Investimento		R\$ 73.000,00	

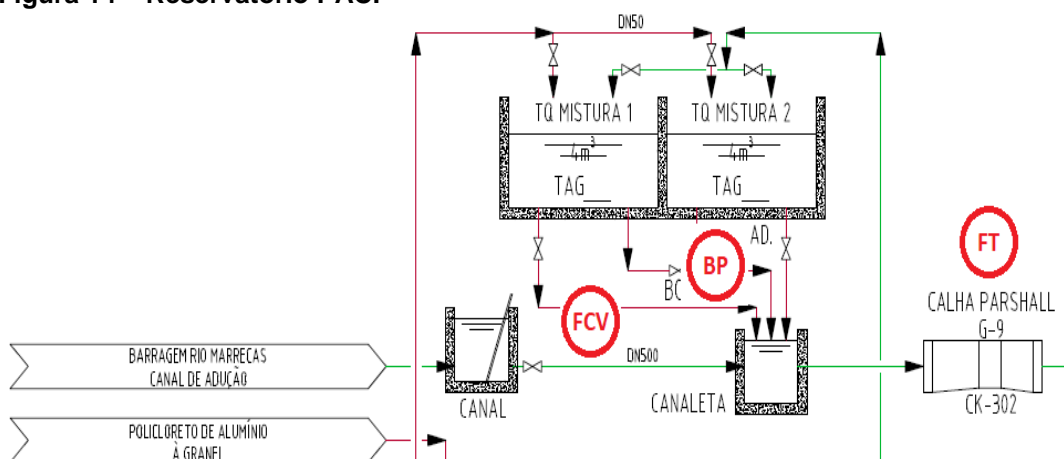
Fonte: O Autor (2018)

Com a definição o trabalho de automação montagem de infra-estrutura e comissionamento e Startup seria realizado pela mão de obra interna da empresa, priorizando-se as atividades que não oferecesse um risco ao setor.

Iniciou-se com a fabricação do painel elétrico com rearranjo definido para conexão adequada para suportar a aplicação da automação na ETA e com I/O reservas para futuras implementações e melhorias. Em seguida a preparação de calhas e leitos para cabos de potência e cabos de sinal para os respectivos instrumentos como atuadores elétricos, transmissores de nível e vazão, válvula de controle, bomba dosadora e indicadores digital. Os processos foram realizados em funcionamento normal sem comprometer o funcionamento da produção.

O início do processo de melhoria automatizada como mostra a Figura 13, foi com a instalação de uma válvula de controle na tubulação que alimenta toda a estação, dispensando a abertura manual da comporta. Na sequência a instalação de transmissor de vazão na calha parshall, e, a bomba de dosagem de PAC em função da vazão de água.

Figura 14 – Reservatório PAC.



Legenda

LCI- Válvula de controle de vazão (controle da vazão de entrada)

BP- Bomba prominente (dosage de PAC)

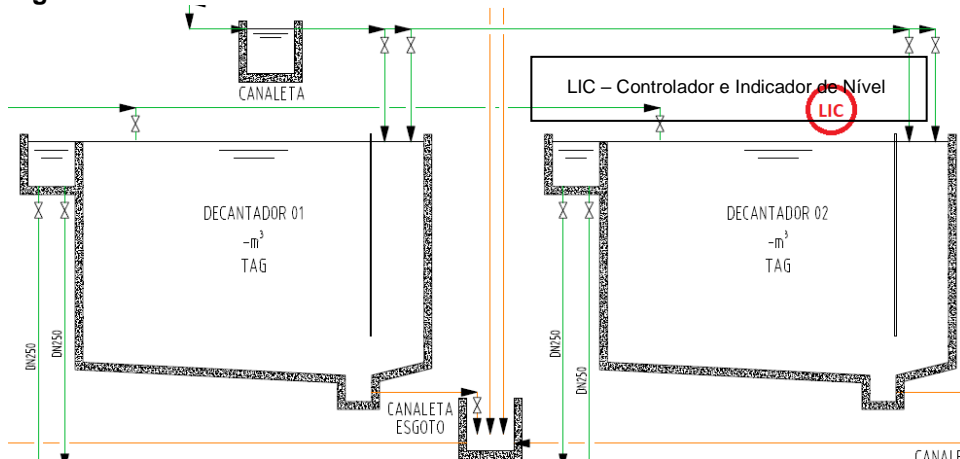
FIC- Transmissor de Vazão (medidor de vazão)

Fonte: O Autor (2017)

Os dois tanques de decantação na Figura 14 recebem água do floculador, onde se formam “flocos” devido à adição de PAC para coagulação, após este processo passa para os decantadores onde os sólidos em suspensão que apresentam densidade maior do que o líquido sedimentam no fundo do tanque.

Para que a decantação seja eficiente foi realizada a instalação de um transmissor de nível no decantador nº2, para se ter o controle de 100% da capacidade do tanque, ação que mantém o nível do floculador e do decantador iguais, devido as comportas nas extremidades dos tanques que se mantêm aberta para equalização dos níveis.

Figura 15 - Decantadores

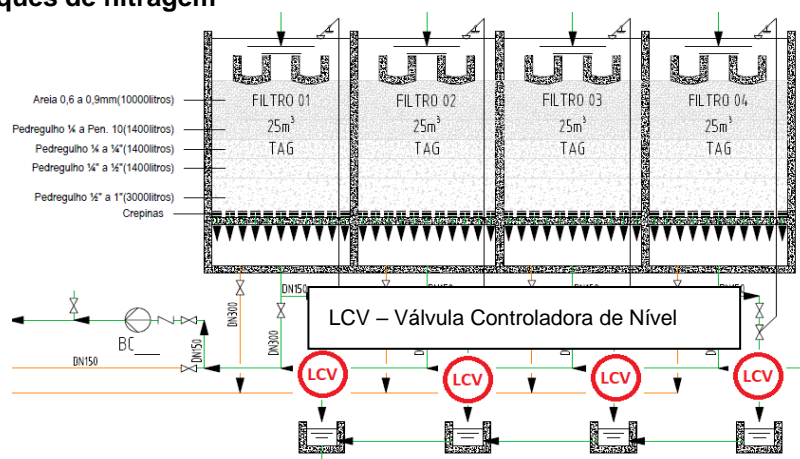


Fonte: O Autor (2017)

Os tanques de filtragem têm a mesma equivalência de altura dos decantadores, com comportas nas superfícies de cada filtro, mantendo aberta o nível dos tanques de filtragem igual ao do decantador. Os filtros tem camadas de pedregulhos, grandes quantidades de pedras miúdas e uma camada de areia acima dos pedregulhos para fazer a filtragem da água.

Com a automação foi instalado atuadores elétricos com válvula acoplada na saída de cada tanque. A demanda do reservatório será em virtude da necessidade do processo, ou seja, o controle será realizado através da demanda do reservatório e pela necessidade da empresa.

Figura 16 - Tanques de filtragem

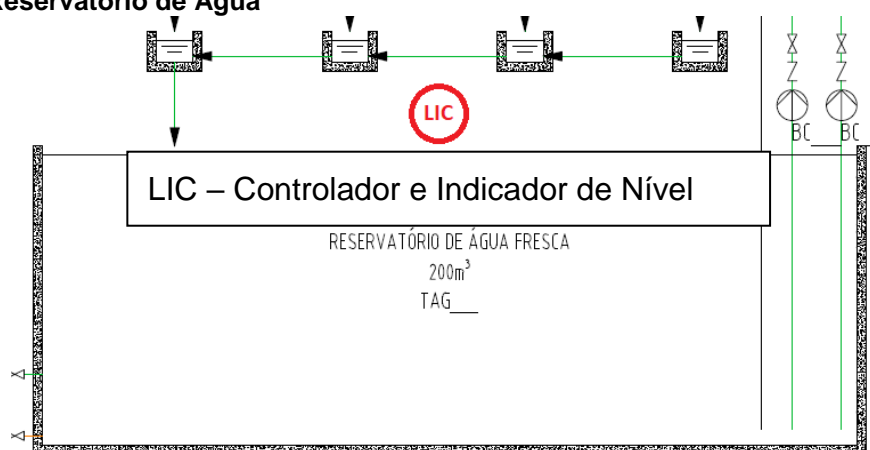


Fonte: O Autor (2017)

Na Figura 16 apresenta-se o reservatório de água tratada e sua capacidade de armazenamento é de 200m³ de água. Nesta etapa, finaliza-se o processo de tratamento, com a indicação do nível do tanque e o controle sobre o transbordo ou falta de água pode ser eliminado.

O nível no reservatório é abastecido pelas válvulas de saída dos tanques de filtragem, no tanque com a instalação de um transmissor de nível submersível, o abastecimento já é realizado automaticamente através de set point definido pelo operador do sistema, com limite de 95% da capacidade do reservatório.

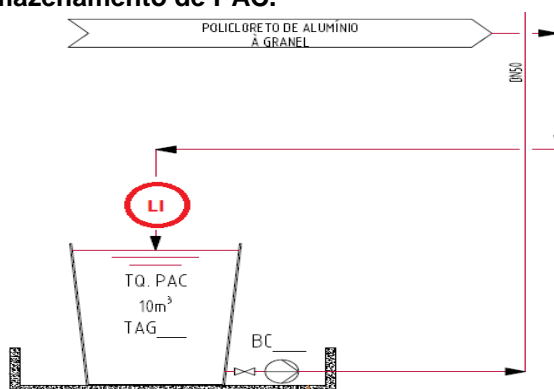
Figura 17 - Reservatório de Água



Fonte: O Autor (2017)

A automação previu a necessidade de monitoramento do nível do tanque de estocagem de PAC. Com a mudança de operação da ETA, não tem mais visualização pelo operador para controle da necessidade de abastecimento, como a variação de consumo do produto considerada alta, pode ser observado na Tabela 05, com a melhoria na criação de alarme configurado no SDCD, quando o nível chega a 40%, aparecerá uma mensagem para operador, alertando a necessidade de reabastecimento.

Figura 18 - Tanque de Armazenamento de PAC.

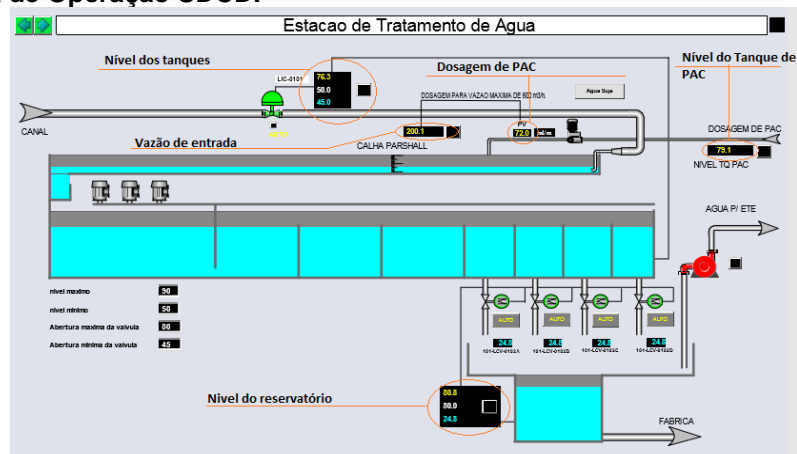


Fonte: O Autor (2017)

Com a automação finalizada, a disposição dos equipamentos e visualização das variáveis controladas da ETA ficou disponível, como mostra a Figura 18, com as opções de set point de controles da vazão de entrada, níveis dos floculadores, decantadores, filtros e reservatório de água e dosagem de PAC. A

operação do sistema ficou de forma intuitiva, alertando a eficiência do controle e alarmando quando alguma variável não respondendo ao valor desejado.

Figura 19 – Tela de Operação SDCD.



Fonte: O Autor (2017)

. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a automação obteve-se resultados significativos no custo do setor com a mão de obra de funcionários conforme mostram as Tabelas 03 e 04, para operação era necessários 5 operadores trabalhando em turnos de 6 horas, com a automação foram relocados 4 operadores para outras atividades, um operador manteve-se e foi realizado mudança na sua jornada de trabalho ficando em horário administrativo, ação realizada em virtude da organização do setor.

Na Tabela 04 de custo de operação da ETA na folha de pagamento mensal de 5 funcionários apresenta um total de R\$ 8.296,00/mensal.

Tabela 3 – Custo de Pessoal - Operação ETA / Mensal (Turnos 24H)

	Salário	Encargos	Total
	R\$ 1.220,00	R\$ 439,20	R\$ 1.659,20
Qtdd / Func	Sal + Enc	Total	
1	R\$ 1.659,20	R\$ 1.659,20	
2	R\$ 1.659,20	R\$ 3.318,40	
3	R\$ 1.659,20	R\$ 4.977,60	
4	R\$ 1.659,20	R\$ 6.636,80	
5	R\$ 1.659,20	R\$ 8.296,00	

Fonte: O Autor (2018)

Comparado com a Tabela 02 de custo da automação do tratamento de água em relação ao retorno efetivo do investimento aplicado. Pode-se perceber que no período de 9 meses a concretização da estratégia da empresa, e gestão adequada do projeto financeiro, teve mensuração positiva.

Na Tabela 04 o valor do investimento do projeto veio deduzindo do valor da folha de pagamento mensal proporcional a 5 funcionários, demonstrando que o retorno positivo do investimento está de acordo com a projeção.

Tabela 4 – Custo de Pessoal - Operação ETA x Custos de Implantação do Sistema de Automação

Mês trabalhado	Folha Pqto	Invest.Orçado	-R\$ 73.000,00
Jan/2018	R\$ 8.296,00	-R\$ 64.704,00	
Fev/2018	R\$ 8.296,00	-R\$ 56.408,00	
Mar/2018	R\$ 8.296,00	-R\$ 48.112,00	
Abr/2018	R\$ 8.296,00	-R\$ 39.816,00	
Mai/2018	R\$ 8.296,00	-R\$ 31.520,00	
Jun/2018	R\$ 8.296,00	-R\$ 23.224,00	
Julh/2018	R\$ 8.296,00	-R\$ 14.928,00	
Ago/2018	R\$ 8.296,00	-R\$ 6.632,00	
Set/2018	R\$ 8.296,00	R\$ 1.664,00	

Fonte: O Autor (2018)

Obteve-se também grandes resultados no controle de abastecimento como:

Redução do desperdício na entrada da captação, quando controle manual da comporta a operação não tinha controle exato de abertura, excedendo a vazão máxima da calha parshall e transbordando para canaleta de esgoto no início da captação.

A dosagem correta de químico, através da bomba dosadora, sendo proporcional a vazão, dispensando a conferência por proveta a relação da quantidade do volume dosado.

Eliminação do problema de transbordo do reservatório de água tratada para processo na fabricação do papel.

O processo anterior era puramente manual, não havia como quantificar nenhum tipo de variável do processo, através deste projeto executado e com as informações centralizada em um sistema de controle, pudemos mostrar através de gráficos a eficiência da automação.

As informações concentradas no sistema SDCD das variáveis do ETA possibilita a interação dessas informações com o Excel, facilitando a apresentação dos resultados e consumo de água e dosagem do químico para produção de papel e

podendo ser disponibilizada na rede corporativa, os valores foram mensurados a partir do mês de Março de 2018.

Tabela 5 – Vazão de Água e Dosagem de PAC

	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18
VAZÃO EM m ³ POR MÊS	132.883	135.772	142.346	148.592	146.356	129.212	142.543
VAZÃO DIARIA EM m ³	4.287	4.380	4.592	4.953	4.721	4.168	4.751
DOSAGEM DE PAC L/mês	1.953	1.996	2.093	2.184	2.151	1.899	2.095
DOSAGEM DE PAC L/dia	63	64	68	73	69	61	70

Fonte: O Autor (2018)

Com a automação as variáveis podem ser acompanhadas em trends (tendência), ferramenta que possibilita acompanhar e melhorar o controle, o que possibilita reduzir as variações e oscilações, e ainda rastrear log de eventos e falhas.

Linhas de tendência são plotadas nos gráficos, as quais exibem dados de processo e históricos em tempo real, coletados em uma referência de parâmetro. Pode mover-se uma linha de tendência para trás ou para frente no tempo e expandi-la. Cada gráfico pode conter até oito linhas de tendência em cores diferentes.

Na Figura 19, está representado a trend's de controle de vazão, pode ser visto o período desejado, ficando armazenado em histórico os alarmes e eventos, o controle de abertura da válvula de entrada correspondente de 0 a 100%. A trend mostra a sintonia da malha de controle com o set point pedido e o comportamento da variável em m³/h.

Figura 20 - Trends da Vazão.



Fonte: O Autor (2018)

Todos os registros e eventos são exibidos, armazenando em uma base de dados do sistema SDCCD, mostrado na Figura 20, inclui a data e hora que pode ser selecionado o período desejado para rastreabilidade, o tipo do eventos gerado, e também alarmes e mudanças ocasionados pelo processo ou pelo usuário, registra a área e o modulo de controle e descrição do evento.

Figura 21 - Log de Eventos

Date/Time*	Event Type	Category*	Area*	Node	Unit	Module	Module Description	Parameter	State	Level	Desc1	Desc2
10/22/2018 2:55:11.588 PM	EVENT	PROCESS	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0101	Control Module		ACTIVE	4-INFO	Error Clear Inputs Transfer Failure	
10/22/2018 2:55:09.596 PM	EVENT	PROCESS	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0101	Control Module		ACTIVE	4-INFO	101-LIC-01 Inputs Transfer Failure	
10/22/2018 2:55:09.332 PM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA		UPDATE		Administrat Partial Download of Module	
10/22/2018 2:55:09.037 PM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA		UPDATE		Administrat Attribute Override Failure: A01/SP_HI	
10/22/2018 2:54:35.120 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0	
10/22/2018 2:54:35.109 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 32.3	
10/22/2018 2:54:35.074 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0.84	
10/22/2018 2:52:32.569 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0	
10/22/2018 2:52:32.564 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 34.3	
10/22/2018 2:52:32.485 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0.96	
10/22/2018 2:52:21.068 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	MAN_VAL1 CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0	
10/22/2018 2:52:14.521 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	SP_VAL1 CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0	
10/22/2018 2:50:18.766 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	SP_VAL1 CV			ADMINISTR NEW VALUE = 50	
10/22/2018 2:49:48.162 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	MAN_VAL1 CV			ADMINISTR NEW VALUE = 1	
10/22/2018 2:48:39.277 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0	
10/22/2018 2:48:39.273 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 31.2	
10/22/2018 2:48:39.270 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 1.15	
10/22/2018 2:43:43.965 PM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA		UPDATE		Administrat Partial Download of Module	
10/22/2018 2:43:42.983 PM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA		UPDATE		Administrat Attribute Override Failure: PID1/SPAS	
10/22/2018 2:42:23.541 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0	
10/22/2018 2:42:23.538 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 337	
10/22/2018 2:42:23.533 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 2.1	
10/22/2018 2:42:23.523 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0	
10/22/2018 2:42:23.519 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/SP1 TIME CV			ADMINISTR NEW VALUE = 3	
10/22/2018 2:42:23.515 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 297.6	
10/22/2018 2:42:23.511 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 297.6	
10/22/2018 2:42:23.507 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 3.46	
10/22/2018 2:42:23.503 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 45	
10/22/2018 2:42:23.499 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 297.6	
10/22/2018 2:42:23.495 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 3.46	
10/22/2018 2:42:23.491 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 0	
10/22/2018 2:42:23.487 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 297.6	
10/22/2018 2:42:23.483 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 3.46	
10/22/2018 2:42:23.479 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 47.62	
10/22/2018 2:42:23.475 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 297.6	
10/22/2018 2:42:23.471 PM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 3.46	
10/22/2018 12:41:38.22 PM	EVENT	PROCESS	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA		ACTIVE	4-INFO	Error Clear Inputs Transfer Failure	
10/22/2018 12:41:44.55 PM	EVENT	PROCESS	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA		ACTIVE	4-INFO	101-FIC-01 Inputs Transfer Failure	
10/22/2018 12:41:36.22 PM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0101	Control Module		UPDATE		Administrat Partial Download of Module	
10/22/2018 12:41:31.841 PM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0101	Control Module		UPDATE		Administrat Attribute Override Failure: PID1/SPAS	
10/22/2018 12:43:70.04 PM	EVENT	PROCESS	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0101	Control Module		ACTIVE	4-INFO	Error Clear Inputs Transfer Failure	
10/22/2018 12:43:21.3 PM	EVENT	PROCESS	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0101	Control Module		ACTIVE	4-INFO	101-LIC-01 Inputs Transfer Failure	
10/22/2018 12:42:12.7 PM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA		UPDATE		Administrat Partial Download of Module	
10/22/2018 12:41:88.9 PM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-FIC-0101	Calha de Alimentacao ETA		UPDATE		Administrat Attribute Override Failure: A01/SP_HI	
10/22/2018 11:56:56.800 AM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA		UPDATE		Administrat Partial Download of Module	
10/22/2018 11:56:56.269 AM	DOWNLOAD	USER	AREA_101-ETA	CTRL-02		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA		UPDATE		Administrat Attribute Override Failure: PID1/SPAS	
10/22/2018 11:56:26.314 AM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 52.3	
10/22/2018 11:56:26.268 AM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 326.8	
10/22/2018 11:56:26.264 AM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 2.1	
10/22/2018 11:39:15.634 AM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 37.03	
10/22/2018 11:39:15.597 AM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 231.5	
10/22/2018 11:39:15.584 AM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/GAIN CV			ADMINISTR NEW VALUE = 3.38	
10/22/2018 11:39:11.544 AM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RATE CV			ADMINISTR NEW VALUE = 37.03	
10/22/2018 11:39:11.541 AM	CHANGE	USER	AREA_101-ETA	PROF_PLUS		101-LIC-0102	TO Reservatorio ETA	PID1/RESET CV			ADMINISTR NEW VALUE = 231.5	

Fonte: O Autor (2018)

7. CONCLUSÃO

O trabalho foi realizado em uma Empresa de Papel, proporcionando a realização de um projeto de crescimento profissional. Deparou-se com várias situações, dentre elas a necessidade de tomadas de decisão, dúvidas de execução, divergências de informações e readequação do projeto, trabalho com investimento reduzido, e mesmo com as dificuldades encontradas, procurou-se alternativas e caminhos diferentes para que o projeto executado dispensasse a operação local 24h/dia.

O projeto teve grande contribuição com uso de recursos naturais, eliminando as variações de controle evitando o transbordo de água tratada para canaleta de esgoto.

Também deve-se levar em consideração a melhora no processo, a confiabilidade dos dados e resultados sem a necessidade de operação manual. Não houve a necessidade de adequação após a implantação do sistema, mas possíveis melhorias podem ser feitas se necessárias para se obter uma adequação ao processo de fabricação.

O sistema automatizado resultou em uma economia e o retorno financeiro do investimento. Retorno esse devido redução na folha de pagamento e um maior controle do consumo de produto químico durante o processo. Estes dados se mantem os seus resultados até o presente momento.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Water Works Association, **Água: tratamento e qualidade**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1964.

GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2ª ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

GAUTO, Marcelo Gilber Rosa. – **Química Industrial [recursos eletrônicos] / Dados Eletrônicos** – Porto Alegre, Bookman, 2013.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Relatório Técnico 2016. São Paulo, 2016.

Manual de Conservação e Reuso de água na Indústria. Rio de Janeiro: DIM, 2006. 1ª Edição

Portal Tratamento de Água. **O desperdício e o reúso da água na indústria**. 19 Maio, 2010, Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/o-desperdicio-e-o-reuso-da-agua-na-industria/> Acesso em: 27 out. 2018

<https://blog.wika.com.br/know-how/o-que-exatamente-um-sensor-de-nivel-transmissor-de-pessao-submersivel/> Acesso em: 23 out. 2018

<https://www.emerson.com/documents/automation/v%E1lvulas-de-controlo-rotativas-vee-ball-v150-v200-e-v300-nps-1-a-12-polegadas-da-fisher-fisher-vee-ball-v150-v200-v300-rotary-control-valves-nps-1-through-12-portuguese-europe-pt-134890.pdf> Acesso em: 23 out. 2018

https://www.novus.com.br/site/default.asp?TroncoID=621808&SecaoID=948061&SubsecaoID=0&Template=../catalogos/layout_produto.asp&ProdutoID=507070 Acesso em: 23 out. 2018

<https://www.prominent.com.br/pt/Produtos/Produtos/Bombas-dosadoras/Bombas-dosadoras-de-diafragma-solenoides/p-beta.html> Acesso em: 23 out. 2018

<https://w3.siemens.com/mcms/sensor-systems/en/process-instrumentation/level-measurement-with-level-measuring-instruments/continuous/ultrasonic/transmitters>
Acesso em: 23 out. 2018

<https://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/automacao-e-controle/controladores-sAimatic/et200/pages/et200.aspx> Acesso em: 23 out. 2018

<https://www.smartcontrol.ind.br/valvulas-borboleta.php> Acesso em: 23 out. 2018