



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Recife

Departamento Acadêmico de Cursos Superiores

Curso Superior Tecnológico em Análise e Desenvolvimento de

Sistemas

JONATHAN SOARES DE MELO

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE NÍVEL EM ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS UTILIZANDO PLATAFORMA
ARDUINO**

Recife

2022

JONATHAN SOARES DE MELO

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE NÍVEL EM ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS UTILIZANDO PLATAFORMA
ARDUINO**

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao Departamento Acadêmico de Cursos Superiores em Curso Superior Tecnológico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Anderson Luiz Souza Moreira, Ms.

Recife

2022

M528s
2022

Melo, Jonathan Soares de

Sistema de automação e controle de nível em estação de tratamento de efluentes industriais utilizando plataforma Arduino/ Jonathan Soares de Melo. --- Recife: O autor, 2022.
55f. il. Color.

TCC (Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Federal de Pernambuco, Departamento Acadêmico de Cursos Superiores - DACS, 2022.

Inclui Referências e Apêndice

Orientador: Professor Me. Anderson Luiz Souza Moreira

1. Tratamento de Água. 2. Controle e Automação. 3. Arduino. I. Moreira, Anderson Luiz Souza (orientador). II. Instituto Federal de Pernambuco. III. Título.

CDD 005.376 (23ed.)

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE NÍVEL EM ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS UTILIZANDO PLATAFORMA
ARDUINO**

Trabalho aprovado. Recife, 12 de julho de 2022.

Prof. Ms. Anderson Luiz Souza Moreira
CTADS/DACS/IFPE

Orientador

Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira Domingues
CTADS/DACS/IFPE

Convidado 1

Prof. Ms. Hilson Gomes Vilar de Andrade
IFPE/DACT/Campus Recife

Convidado 2

Recife

2022

Dedico a todos que acreditaram em mim...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas bênçãos em minha vida, por todos os dias de saúde, força e sabedoria. Aos meus familiares e amigos. A todos os professores que se dedicaram. Em especial ao meu orientador Prof. Anderson Moreira e Prof. Paulo Abadie pela paciência e compromisso comigo.

“Em algum lugar, algo incrível está esperando para ser descoberto.”

(Carl Sagan)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária;
CLP: Controlador Lógico Programável;
CV: *Controlled variable*;
CD-ROM: *Compact Disc-Read Only Memory*;
DCS: *Distributed control system*;
ETE: Estação de Tratamento de Efluente;
ETA: Estação de tratamento de água;
ETARs: Estações de Tratamento de Águas Residuais;
GPIO: *General-Purpose Input/Output*;
IDE: *Integrated Development Environment* (Ambiente de Desenvolvimento Integrado);
ICA: Instrumentação, Controle e Automação;
IFPE: Instituto Federal de Pernambuco;
IoT: Internet of Things;
IP: *Internet Protocol*;
IETF: *Internet Engineering Task Force*
INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia;
kW: quilowatt;
HTTP: *HyperText Transfer Protocol*;
MAC: Media Access Control;
MPC: Model Predictive Control
MIT: Massachusetts Institute of Technology;
NCR: *Corporation em Nieuwege*;
PDP: *Policy Decision Point*;
PEP: *Policy Enforcement Point*;
PI: Proporcional-Integral;
PID: Proportional Integral Derivative;
RFID: *Radio-Frequency IDentification*;
SO: Sistema Operacional;
SODIS: *Solar Water Disinfection*;
TI: Tecnologia da Informação;
TCP: *Transmission Control Protocol*;

UDP: *User Datagram Protocol*;

UIT: União Internacional de Telecomunicações;

Wi-Fi: *Wireless Fidelity*;

WLAN: *Wireless local area network*;

USB: *Universal Serial Bus*;

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Gráfico de utilização de dispositivos móveis;

Figura 02 – Sensor de nível ultrassônico;

Figura 03 – Modelo Wi-Fi ESP01;

Figura 04 – Fonte Ajustável para Protoboard 3.3V e 5V com interruptor;

Figura 05 – Protótipo simulando a estação de tratamento;

RESUMO

O presente trabalho visa ao longo de seus conteúdos expressar como alguns procedimentos informatizados podem ser fundamentais no processo de tratamento das águas ou efluentes, ressaltando de que forma a tecnologia vem expandindo as técnicas de tratamento e mensuração dos detritos presente nos efluentes. O objetivo geral da pesquisa consiste em apresentar um protótipo voltado para o processo de automação de controle junto às estações de efluentes. Quanto aos objetivos secundários, os mesmos são: descrever as principais características da estação de tratamento de efluentes; avaliar de forma a automação está sendo aplicada dentro das estações de tratamento de efluentes; ressaltar os principais procedimentos do desenvolvimento de um protótipo dentro das estações de tratamento para efetivar a automação do controle. Para uma melhor fundamentação dos conteúdos apresentados realizou-se uma pesquisa exploratória, sendo descritos alguns dos principais conceitos, análises e informações de autores renomados dentro do campo tecnológico. Assim como a apresentação de um protótipo que pode ser inserido para uma maior eficácia do processo de tratamento da água por parte dos estabelecimentos responsáveis pelo procedimento de tratamento de águas ou efluentes.

Palavras-chave: 1.tratamento de água; 2. controle e automação; 3.arduino.

ABSTRACT

The present work aims, throughout its contents, to express how some computerized procedures can be fundamental in the process of water treatment or effluent, highlighting how technology has been expanding the techniques of treatment and measurement of the debris present in the effluent. The general objective of the research is to present a prototype aimed at the control automation process with the effluent stations. As for the secondary objectives, they are: to describe the main characteristics of the effluent treatment plant; assess how automation is being applied within effluent treatment plants; highlight the main procedures of the development of a prototype within the treatment plants to effect the automation of the control. For a better foundation of the presented contents, an exploratory research was carried out, describing some of the main concepts, analyzes and information from renowned authors within the technological field. As well as the presentation of a prototype that can be inserted for greater efficiency of the water treatment process by the establishments responsible for the water or effluent treatment procedure.

Key words: 1. water treatment; 2. control and automation; 3. arduino

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 PROBLEMÁTICA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DA ÁGUA.....	16
2.1.1 Filtração.....	18
2.1.2 Desinfecção.....	19
2.2 AUTOMAÇÃO DE CONTROLE EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	21
2.2.1 Sistema de controle em uma estação de tratamento.....	23
2.2.2 Microcontroladores.....	26
2.3 INTERNET DAS COISAS (IoT).....	29
2.3.1 Internet sem fio (Wi-fi).....	32
2.4 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DESKTOP.....	35
3 METODOLOGIA.....	39
4 PROTÓTIPO PROPOSTO.....	40
4.1 Resultados.....	44
5 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	49
APÊNDICES.....	53
Apêndice A: Código do esboço (sketch) no Arduino.....	53

1 INTRODUÇÃO

O Brasil desperdiça 39,2% de toda a água potável que é captada. Isso significa que a água não chega ao seu destino final: as residências dos brasileiros. Essa quantidade desperdiçada seria suficiente para abastecer mais de 63 milhões de brasileiros em um ano.

As informações são de um estudo inédito do Instituto Trata Brasil, feito a partir de dados públicos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2019.

Fazendo o uso da automação é possível ter o controle de nível e vazão de tanques de água e estações de tratamento, conseqüentemente o desperdício de água.

O sistema de tratamento de água é basicamente usado para tratar águas residuais municipais e industriais, água limpa para fabricação de bebidas e alimentos, água para abastecimento de água da cidade, fermentação de cerveja e água para caldeira, sistema de drenagem, água pura para indústria eletrônica e elétrica ou indústria relativa, água para serviço hospitalar de grande porte, indústria de injeção e farmacêutica, e propor sistema de dessalinização da água do rio (LINS, 2010).

Com bombas ligadas diretamente nos sistemas de controle e acionamento de ETE (estação de tratamento de efluentes) ou ETA (estação de tratamento de água) somado a sensores de nível e vazão, é possível coletar dados de forma automática, assim o sistema fica responsável de transferência de volumes de efluentes ou água tratada, podendo ser controlado e monitorado a distância de uma estação de tratamento ou várias delas de um único lugar de forma mais eficiente.

O sistema de tratamento de água é composto principalmente de sistema de entrada de água (estação de bombeamento de entrada de água), sistema de tratamento de água de alimentação (planta de purificação de água), rede de tubulação de abastecimento de água (incluindo rede de tubulação e estação de bombeamento de reforço), rede de tubulação de drenagem, sistema de tratamento de águas residuais (estação de tratamento de esgoto) e sistema de descarte e reutilização, etc (MERTEN, 2012).

1.1 PROBLEMÁTICA

Ao longo dos conteúdos destacados o trabalho busca responder a seguinte problemática: De que forma o desenvolvimento de um sistema de automação pode ser algo primordial para as estações de tratamento de efluentes?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar um protótipo voltado para o processo de automação de controle junto às estações de efluentes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Descrever as principais características da estação de tratamento de efluentes;
- Avaliar de forma a automação que está sendo aplicada dentro das estações de tratamento de efluentes;
- Ressaltar os principais procedimentos do desenvolvimento de um protótipo dentro das estações de tratamento para efetivar a automação do controle.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DA ÁGUA

Ao longo dos anos alguns procedimentos foram sendo desenvolvidos e aplicados buscando conceder uma maior segurança a água que chega para os cidadãos, observando principalmente as doenças relacionadas à mesma, devido a altos números de componentes que podem colocar em risco a saúde das pessoas. Dessa forma, surgem as técnicas de tratamento da água, onde a mesma passa por processos químicos a fim de minimizar os riscos dos seus componentes para a saúde das pessoas. (KRONENBERGER, 2011)

As estações de tratamento se tornam as principais formas de conceder aos cidadãos uma água de qualidade, promovendo aos mesmos certa segurança quanto a água que está chegando a suas casas para consumo. Algo que foi de fundamental importância, observando os riscos que a ingestão de água contaminada pode gerar para as pessoas ao longo do tempo. Em geral, esses problemas estão associados principalmente à poluição da água ou envolvimento de substâncias ao longo da tramitação da água. (MONTES, 2018)

Um dos principais impactos causados na água para que surgisse a necessidade das estações de tratamento se refere aos problemas com saneamento básico em algumas regiões, uma vez que sem esse processo extremamente necessário as águas passam a ser contaminadas ou apresentam substâncias passivas e ofensivas à saúde das pessoas. Sendo preciso dessa forma, certos cuidados tanto por parte do estado como por parte dos profissionais que fornecem água para uma determinada região.

A falta de tratamento de esgoto, ou o tratamento inadequado/insuficiente pode acarretar a contaminação da água, implicando em uma série de problemas relacionados à saúde humana. No esgoto sanitário encontram-se grandes quantidades de bactérias, vírus entéricos e parasitas intestinais (protozoários e helmintos) que podem contaminar seres humanos acarretando danos a sua saúde (LINS, 2010).

Santos (2013) destaca que dentro das estações de tratamento a avaliação constante das substâncias ao longo dos procedimentos realizados, podem ser

considerados de extrema importância, para verificar se tais procedimentos estão encontrando a eficiência esperada e quais melhorias podem ser introduzidas para conceder uma maior qualidade aos procedimentos realizados, assim como um êxito considerável.

Um dos processos mais utilizados dentro das estações consiste na filtração, meio pelo qual a água passa por instrumentos de filtração das substâncias que podem de alguma forma apresentar risco a saúde ou a qualidade da água que está sendo repassada para as pessoas.

Muitos dos procedimentos aplicadas nas estações de tratamento se refere a processos químicos, buscando aplicar nas águas uma substância a fim de minimizar os riscos para a saúde das pessoas, como também evidenciar quais produtos podem conceder as estações uma maior rentabilidade em suas atividades (CAMPOS, 2019).

Esse pode ser considerado um dos pontos principais a serem trabalhados dentro do processo de tratamento da água, durante a execução dos processos de tratamento deve ser avaliado se a água está em condições para uso pelas pessoas ou não. Muitos profissionais destacam os processos de qualidade como uma forma de avaliar se todos os procedimentos para minimizar os componentes ou substâncias impróprias ao organismo humano foram retirados da água, evitando dessa forma que as pessoas venham contrair doenças relacionadas ao consumo da água (MINELLA, 2012).

Os procedimentos de qualidade são aplicados em diversos segmentos procurando extrair o melhor dos produtos ou serviços, dessa forma muitas empresas ou organizações buscam desenvolver um setor de qualidade voltado principalmente para a satisfação dos clientes. No caso das estações de tratamento, as mesmas buscam verificar quais procedimentos podem ser incorporados na avaliação da água que está sendo repassada as pessoas, analisando se a mesma está boa para consumo e quais os procedimentos se tornam mais eficiente na redução de possíveis componente ou organismos que venham a prejudicar o consumo da mesma pelas pessoas (MERTEN, 2012).

Ao longo dos anos foram criados diversos tipos de equipamentos ou procedimentos que avaliam diretamente a qualidade da água, analisando se a mesma apresenta algum componente capaz de prejudicar a saúde das pessoas e

em caso de contaminação da água quais processos não se tornaram eficientes para eliminar as substâncias encontradas. Vale ressaltar que existem órgãos especializados no que se refere a qualidade de produtos naturais que são ofertados as pessoas, dentre eles se destaca Ministério da Saúde, INMETRO e Anvisa (HELLER, 2016).

Esses podem ser considerados instrumentos de verificação de qualidade dos procedimentos implantados dentro das estações de tratamento a fim de conceder uma maior qualidade a água que é repassada para consumo dos cidadãos de determinada região. Vale ressaltar que algumas doenças são transmitidas por meio da água algo que evidencia a importância dos processos de tratamento da água antes que essa seja consumida (ARAUJO, 2019).

Quase alguns anos atrás, as estações de tratamento de águas residuais foram comutadas para o sistema de controle após o sistema de automação; comumente referido como um sistema de controle de processo é introduzido. O sistema de controle automatizado de tratamento de água é aplicado à planta de purificação de água da cidade, estação de esgoto e outros projetos de conservação de água. O sistema inclui principalmente sistema de comunicação de rede, sistema de monitoramento por computador e sistema de monitoramento de imagem de vídeo da planta de purificação de água (planta de esgoto).

2.1.1 Filtração

Um dos principais tipos de tratamento aplicados na água consiste na filtração, onde a água passa por um equipamento de filtragem, sendo a mesma filtrada dos componentes que comprometem sua utilização. Algo muito importante a ser destacado sobre a filtração é que a mesma pode ser realizada tanto pelas empresas ou estações de tratamento como pelas pessoas em suas residências, onde em geral existem instrumentos que buscam minimizar os componentes na água que podem representar um risco a saúde das pessoas que consumirem da água (WOOD, 2014).

Em muitas estações de tratamento a filtração é apontada como um dos principais processos aplicados na água, buscando retirar da água os organismos que podem ir a prejudicar a saúde das pessoas. Em geral as estações de tratamento possuem um setor voltado somente para execução desse processo, sendo a água

analisada constantemente pelos profissionais para verificar se o processo de filtração teve o êxito esperado (HUISMAN, 2014).

A filtração direta é considerada um dos melhores procedimentos a serem implantados no tratamento da água a ser repassada ao público, a mesma vem a realizar o processo de filtração da água de uma forma mais geral, minimizando assim que organismos ou substâncias contidas na água sejam ingeridas pelas pessoas. (SMITH, 2015)

Como a área de filtração é definida em função da vazão de projeto, é necessário diferenciar os conceitos existentes para esse parâmetro. Primeiramente, tem-se a área efetiva de filtração, que é definida como a área transversal do filtro disponível para a filtração, ou seja, a área total do meio poroso exposta ao fluxo. Não estão incluídas nessa área, as estruturas ou barreiras sólidas que impedem o fluxo e a separação das partículas. Outra definição relaciona a área com a porosidade do elemento filtrante, sendo conhecida como área aberta para filtração, ou seja, a área dos poros ou a soma de todas as aberturas no meio filtrante para a passagem da água. Esse parâmetro é expresso, geralmente, como porcentagem da área efetiva de filtração. (TESTELAF, 2016)

Por meio da filtração algumas substâncias são retiradas das águas sem a utilização de produtos químicos, os equipamentos de filtração consistem nos principais componentes utilizados nessa etapa de tratamento. Sendo retirado das águas substâncias que podem minimizar o risco de doenças e de possíveis problemas clínicos para com as pessoas. (PHILLIPS, 2015)

2.1.2 Desinfecção

Dentre os processos de tratamento mais presente nas estações de tratamento, pode-se destacar a desinfecção, ela é considerada uma das formas de promover o tratamento no que se refere a presença de substâncias químicas ou componentes químicos, sendo realizado os processos buscando retirar ao máximo os mesmos da água. (ORNELAS, 2014)

A desinfecção busca promover o combate a substâncias ou organismos que possam comprometer a saúde das pessoas que ingerirem a água, assim como colaborar para o desenvolvimento de algumas doenças por parte das pessoas que ingerirem a água. Porém, vale destacar que mesmo com o processo de desinfecção

ainda existe o risco de as águas continuarem tendo certas substâncias ou organismos, por isso, muitos estudiosos consideram que não deve ser realizado de forma isolada. (SANTOS, 2013)

O método SODIS (sigla em inglês para Purificação Solar da água) é ideal para desinfetar pequenas quantidades de água. Deve-se preencher garrafas de plástico transparente de 2 a 3L com a água contaminada e deixá-las expostas à luz do sol na posição horizontal. A exposição deve ser de 6 horas se o céu estiver brilhante ou até 50% nublado, ou de 2 dias consecutivos se o céu estiver 100% nublado ou se a temperatura da água for inferior a 42°C. Durante dias de chuva contínua, o método não tem desempenho satisfatório. (RASELLA, 2013) A eficiência do processo pode ser aumentada usando-se garrafas plásticas metade pintadas de preto, com a face pintada voltada para baixo, ou, também se colocando as mesmas sobre uma placa de zinco.

A desinfecção da água pode ser realizada por dois agentes, os agentes físicos e os químicos, ambos visam por meio do processamento da água extrair componentes que representem algum risco a saúde das pessoas ou possam vir a causar determinados problemas para as pessoas que ingerirem as mesmas. Em geral, as estações de tratamento realizam um desses agentes para alcançar uma boa qualidade da água a ser repassada as pessoas, ou introduzida na rotina das mesmas, seja para consumo ou para rotinas domésticas. (ORNELAS, 2014)

Agentes físicos: os agentes físicos consistem em máquinas ou equipamentos que promovem o tratamento da água, sendo os mesmos aplicados dentro das instalações da estação. Os equipamentos utilizados no processo de tratamento buscam diminuir os componentes presentes na água, antes que a mesma seja repassada para as pessoas (BOLTON, 2019).

Os tratamentos de desinfecção podem ser físicos (radiação gama, raios X, radiação ultravioleta, esterilização térmica, etc.) de tratamento. Dentre os reagentes químicos, o cloro e seus derivados são os agentes desinfetantes mais utilizados em todo o mundo. Muitos organismos regulam os valores de cloro residual e dependem do uso final da água. Assim, para água potável, recomenda-se que o cloro livre residual esteja entre 0,2 e 1 ppm (partes por milhão), enquanto no caso de piscinas e spas, deve ser mantido entre 1,5–3,0 ppm. No entanto, esses valores são gerais e cada órgão competente determinou seus próprios limites (RASELLA, 2013).

Algumas estações de tratamento se utilizam da radiação ultravioleta, a mesma é aplicada na água a fim de combater os componentes que podem vir a comprometer a utilização ou consumo da água. Ao longo dos anos esse processo deixou de ser aplicado por parte das estações de tratamento devido a uma certa desconfiança das organizações que a mesma não seria totalmente confiável, porém, voltou a ser praticada pelas empresas devido a estudos e análises realizados comprovando como a técnica de ultravioleta pode ser eficiente junto a desinfecção da água, observando também o baixo custo que tal pratica gera para as organizações praticantes de tal atividade.

2.2 AUTOMAÇÃO DE CONTROLE EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

A necessidade de processos de tratamento econômicos e confiáveis aumentou consideravelmente para atender ao nível cada vez mais rigoroso das regulamentações ambientais e, em maior escala, para atingir as desafiadoras metas nacionais de redução da carga de nutrientes em corpos d'água. Como resultado dessas regulamentações, grandes obras de modernização e construção foram realizadas, em particular para uma remoção mais eficiente de nutrientes.

A implementação de um sistema mais avançado de Instrumentação, Controle e Automação (ICA) representa o caminho certo para a renovação de uma ETE, levando a uma melhor utilização dos processos unitários. Além disso, medições e controles on-line baseados neles são essenciais para a operação flexível e econômica de modernas plantas de remoção de nutrientes (CAMARGO, 2017).

Uma questão chave na implementação bem sucedida dos sistemas de controle informatizado das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETARs) é a escolha da arquitetura de controle. Nos últimos anos, as tentativas de usar as arquiteturas convencionais de controle de processo levaram a resultados decepcionantes. Isso se deve à natureza bastante diferente dos problemas de controle de águas residuais (ONGLEY, 2016).

Como consequência, o papel do Sistema de Controle Distribuído (DCS) é reduzido a uma plataforma de coleta de dados e as malhas de controle são frequentemente desabilitadas. Assim, os sistemas de controle existentes raramente são operados de forma eficaz por um longo período de tempo. A barreira para a

implementação bem-sucedida do sistema de controle não é o software ou hardware de controle, mas sim o problema de projetar sistemas de controle integrados à operação e gerenciamento da planta e com alto grau de autonomia local, flexibilidade e confiabilidade (ONGLEY, 2016).

Um controlador de feedback não toma ações corretivas até que a perturbação tenha perturbado o processo e gerado um sinal de erro. Às vezes, se as características do efluente e a taxa de fluxo (distúrbios) forem medidas e for possível calcular a mudança necessária no fluxo de ar (variável manipulada) fornecido a um processo de lodo ativado para manter a concentração constante de CV (variável controlada), um controle feedforward pode ser implementado. Na aplicação prática, o controle feedforward é normalmente usado em combinação com o controle feedback; esta combinação pode fornecer um sistema de controle mais ágil, estável e confiável. O controle combinado de feedforward e PI foi proposto, por exemplo, para controle de fluxo de carbono externo e CV controle de concentração em processos de lodos ativados.

As questões de controle em instalações de tratamento de efluentes dizem respeito principalmente ao controle da aeração para uso de energia e satisfação das demandas do processo. Uma questão significativa é o fornecimento de oxigênio adequado sem aeração excessiva e seu custo de energia associado, apesar das mudanças nas condições de influência (CAMARGO, 2017).

A maioria das plantas nos Estados Unidos realiza apenas a remoção de matéria orgânica. O aumento da pressão regulatória para remover nutrientes como nitrogênio e fósforo requer processos mais complicados, que apresentam problemas de otimização e controle. Em particular, os nutrientes são transformados em taxas diferentes, dependendo do ambiente do reator e das condições de operação. A operação cíclica e as instalações multirreator são usadas para a remoção de nutrientes.

A água é uma entidade essencial para o sustento da humanidade. A qualidade da água potável e as boas condições da estação de tratamento de água são importantes para garantir o abastecimento seguro de água potável. Geralmente a fonte para estações de tratamento de água inclui água de poços, águas subterrâneas, lagos, lagoas e rios que contêm uma variedade de impurezas. Essas impurezas são de natureza química e física e os fatores fundamentais como ph.

oxigênio dissolvido, condutividade da água, etc. Devem ser monitorados e controlados.

Para esta automação desempenha um papel fundamental na realização dessas tarefas. Normalmente controladores lógicos programáveis (CLP) são usados em estações de tratamento de água para automação. Silveira (2010) enfoca um sistema de controle e uma nova abordagem de monitoramento para a estação de tratamento de água usando “Raspberry Pi” como uma alternativa ideal aos CLPs para automação de pequenas estações de tratamento de água. sistema que traz benefícios como baixo custo, grande compatibilidade, tamanho reduzido e facilidade de uso. Os sensores utilizados no projeto cuidam tanto das propriedades químicas da água quanto das condições físicas da estação de tratamento de água.

No monitoramento, os dados que chegam dos sensores para a “Raspberry pi” após a conversão de analógico para digital. Esses dados são verificados continuamente em relação aos valores de limite aceitos dos respectivos fatores e são continuamente carregados no servidor na nuvem IoT com a ajuda da Internet com uma frequência de 10 segundos. E se o limite dos valores é alcançado, os sinais são enviados pela Raspberry pi ao sistema de controle para iniciar as ações necessárias (SILVEIRA, 2010).

2.2.1 Sistema de controle em uma estação de tratamento

A microbiologia é hoje um campo de pesquisa em desenvolvimento, uma vez que os processos biológicos estão cada vez mais inseridos em setores como a indústria alimentícia, química, ambiental e até farmacêutica. Vários exemplos podem ser encontrados, como iniciadores lácticos na vinificação, remoção de íons de chumbo e hidrocarbonetos, tecnologias de bi encapsulação em carnes, tratamento de efluentes domésticos, entre outros.

O desafio em termos de controle enfrentado hoje pela comunidade científica voltada para esse tipo de processo se resume em que não é possível encontrar um modelo que descreva de forma convincente todas as dinâmicas e variações que ocorrem devido às mudanças no ambiente. O autor Schmidt (2018) faz uma interessante classificação das metodologias de controle implementadas até o momento em bi processos, mostradas abaixo:

- Controladores fundamentais: a metodologia mais simples de usar em controles de malha fechada desse tipo é o controle liga-desliga. Em bi processos você pode encontrar exemplos como controle de temperatura. Se o valor da temperatura atual for superior a um valor predefinido, a água de resfriamento é bombeada através do invólucro do biorreator. Se o valor real da temperatura for menor, o bombeamento não é realizado. Por outro lado, o controlador PID (*Proportional Integral Derivative*) também é amplamente utilizado quando os processos são de natureza flutuante (CAPANEMA, 2014).
- Automação baseada na redução de modelos: devido às não linearidades e complexidade apresentadas nos dois processos, às vezes é possível trabalhar a partir de modelos reduzidos que descrevem as principais dinâmicas do sistema dependendo do objetivo de controle. Como exemplo, os autores Heller e Pádua (2010) propuseram um esquema de controle baseado em conhecimento mínimo do processo e informações mínimas de medição com parametrização Youla. Seu principal objetivo era controlar a cultura de levedura de cerveja que regula a concentração de etanol, assumindo que as variações no substrato eram quase nulas e estáveis.
- Automação baseada em controle preditivo: a teoria de controle preditivo de modelo (MPC), pode ser utilizada em diferentes cenários como modelos lineares empíricos baseados em identificação, sistemas não lineares, modelos derivados de balanço de energia e modelos de processos combinados com reguladores bioquímicos. Em muitos casos, os modelos lineares não fornecem a precisão necessária para representar a não linearidade de sistemas biológicos complexos. Em um modelo adequado, isso pode ser superado transformando as variáveis por linearização para obter um modelo para MPC linear ou derivar um filtro de Kalman (CAPANEMA, 2014).
- Automação baseada em procedimentos empíricos: basicamente, os autores de vários artigos relacionados a este tipo de controle sustentam que várias suposições do sistema são feitas de acordo com as observações de campo, e da mesma forma, os procedimentos são executados in loco para verificar os resultados e calibrar o controlador (HELLER, 2010).

Como pode ser visto, existem muitos exemplos na literatura onde várias tecnologias para controle de bi processos estão incluídas, porém, a maioria delas

está apenas na fase de simulação e não foram implementadas em plantas reais, isso ocorre em grande parte porque os recursos para esses aplicativos são reduzidos devido aos custos de operação.

O tratamento de efluentes tem sido um assunto amplamente estudado por diversos ramos da Engenharia, isso se deve principalmente ao fato de não haver um método 100% aplicável a todos os casos, pois sempre há variações no afluente, nos elementos que compõem a planta e até mesmo no regulamento. Ao longo dos anos, o lodo ativado representou grande parte dessas estações de tratamento, sendo utilizado em diferentes modelos com condições específicas, mas com a mesma finalidade.

Existem muitas propostas de controle focadas na dinâmica das fases atóxica e aeróbica do biorreator, a maioria delas tentando otimizar os processos de nitrificação e desnitrificação e com modelos reduzidos de acordo com critérios particulares. Macedo (2017) o principal objetivo desenvolvido pelo autor é seguir uma determinada referência controlando o oxigênio dissolvido e o substrato injetado artificialmente, de tal forma que se obtenha um nível aceitável de contaminação no efluente e o oxigênio necessário seja fornecido à biomassa.

O sistema de controle da estação de tratamento de resíduos líquidos consiste em três partes principais:

- Sistema para medição de parâmetros tecnológicos, como nível de líquido em vários tanques das linhas de tratamento, valores de pH e condutividade do resíduo líquido antes e depois do tratamento, vazões da unidade de filtragem, etc.
- Sistema de dosimetria para medição de radioatividade em várias posições na estação de tratamento.
- Painéis de controle e console de controle para instalação de equipamentos eletrônicos, indicadores e outros.

Como pode ser visto e com base na análise realizada sobre os objetivos de controle estabelecidos por diferentes autores, fica evidente que o oxigênio no sistema é a variável mais importante a controlar, assim como variáveis como concentração de amônio, nitrito e nitrato e até mesmo a concentração de sólidos em suspensão no efluente são comumente controladas em um determinado nível para

cumprir as regulamentações e evitar penalidades no momento do descarte (MACEDO, 2017).

Sob outra perspectiva, os modelos de plantas podem variar de acordo com a configuração proposta para cada caso, mantendo uma sinergia entre as fases aeróbica e atóxica, porém, nenhuma das configurações estudadas refere-se a um sistema alternado como o proposto neste trabalho. Além disso, o modelo de tanque de decantação por vezes é considerado ideal e em outras os autores fazem uma redução sem levar em consideração as concentrações em cada camada ou a taxa de sedimentação dos sólidos em detalhes.

2.2.2 Microcontroladores

As águas residuais industriais podem conter compostos orgânicos dissolvidos que precisam ser reduzidos antes de serem descartados no meio ambiente. Os poluentes orgânicos são comumente removidos por tratamento biológico como tratamento aeróbio onde a aeração é o principal processo. No tratamento de águas residuais, a aeração é um processo de colocar o ar em contato íntimo com a água (PEREIRA, 2015). Ele consome grandes quantidades de energia principalmente para criar aeração usando o soprador. Por exemplo, as indústrias normalmente precisam de mais de um soprador para a aeração, onde um soprador geralmente consome cerca de 100 kW de energia elétrica para acionar o motor como parte principal do soprador.

Outro processo de tratamento é a digestão anaeróbica. É um processo biotecnológico simples e eficaz para minimizar resíduos orgânicos de efluentes e gerar metano como produto benéfico para a fonte de energia (ZANCO, 2015). A digestão anaeróbica é a única tecnologia que se mostrou capaz de extrair essa energia dos efluentes em escala comercial. Os conceitos de projeto de sistemas de tratamento anaeróbio foram aprimorados de reatores clássicos como fossas sépticas e lagoas anaeróbicas, para configurações modernas de reatores de alta taxa como filtros anaeróbios, manta de lodo anaeróbio de fluxo ascendente, leito de lodo granular expandido, leito fluidizado de filme fixo e reatores de leito expandido, e outros. De acordo com Pereira (2015), tecnologia cara e sistemas de controle

sofisticados para tratamento anaeróbico de efluentes geralmente falham em curto prazo nos países em desenvolvimento.

O desenvolvimento da tecnologia da informação continua a desempenhar um papel no incentivo aos seres humanos para a realização de atividades. Os benefícios do desenvolvimento da tecnologia da informação podem tornar mais fácil para o ser humano obter informações mais eficientes e precisas. O desenvolvimento da tecnologia da informação não terá sucesso sem a inovação humana para gerenciá-la e cuidar dela adequadamente (MARTINS, 2015).

Para obter informação, a tecnologia da informação é a ferramenta mais adequada para o ser humano. O uso de computadores pode ser aplicado em diversos campos da vida humana. A crescente necessidade de informações e usuários de computadores incentiva a criação de uma rede de computadores que seja capaz de atender e atender diversos aspectos das necessidades humanas.

Esse avanço tecnológico exige que as empresas se mantenham a par dos desenvolvimentos tecnológicos e inovem na utilização da tecnologia da informação no gerenciamento de diversos dados e informações com mais eficiência e precisão. Mas se a empresa não seguir o fluxo da tecnologia haverá muitos impactos negativos que serão criados. Como sofrer perdas materiais ou abandono de relatórios da empresa (MARTINS, 2015).

Nesta era de globalização, a tecnologia da informação desempenha um papel muito importante no atendimento de todas as necessidades de negócios da empresa, em termos de produção, supervisão ou análise. A existência de tecnologia da informação torna mais fácil para as empresas promover as vantagens da empresa e promover as vantagens de seus produtos. A tecnologia da informação desempenha um papel muito importante na análise dos próprios processos da empresa. E pode agilizar e facilitar a obtenção de informações sobre os resultados da análise do processo.

A automação de estações de tratamento de água tem um protagonista vibrante na ação segura e consistente no fornecimento de água de uso doméstico. Este sistema enfatiza um sistema avançado e inteligente de controle e verificação para purificação de água usando "IOT" e "microcontrolador". Este sistema proposto é uma tentativa de projetar uma filtragem de água econômica com sistema de reciclagem de controle inteligente.

Neste sistema, as águas residuais do banheiro e da cozinha são reutilizadas para jardinagem e descarga de vasos sanitários. A água da bacia é passada através do “sistema purificador” que consiste em diferentes técnicas de purificação, como sedimentação, purificador de carvão, tratamento com grânulos de sílica para que a água seja purificada perto do valor de pH neutro. A água reciclada não é ácida nem alcalina (PEREIRA, 2015). O sistema também elimina a cor e o odor indesejáveis da água. Para este “sistema microcontrolador” é usado para controlar o fluxo de água e verificar a turbidez da água. É um dispositivo automático que pode fornecer água segura, razoável e prontamente disponível para uso doméstico.

O “Sistema IoT” está conectado ao abastecimento de água de entrada e verifica o sistema de cobrança em tempo real e o uso de água. Também detecta o “vazamento de água”. Este sistema possui “gerador de energia hidráulica” que gera energia pelo fluxo de água e armazena a energia em uma bateria de íon de lítio, portanto, em caso de falha de energia, pode fornecer energia ao sistema de reciclagem para um serviço ininterrupto. É um dispositivo automático que pode fornecer água segura, razoável e prontamente disponível para uso doméstico (ZANCO, 2015).

A segurança de IoT é um dos principais tópicos de pesquisa, pois há a necessidade de fornecer segurança para o crescente número de dispositivos conectados. Por exemplo, é necessário garantir que os dispositivos IoT estejam apenas fornecendo informações para entidades autorizadas.

O desenvolvimento de hardware de IoT tem muitos problemas de pesquisa relacionados à medida que novos dispositivos são introduzidos e muitos deles são pequenos e têm vida útil limitada da bateria. Além disso, os dispositivos sensores de IoT devem ser integrados à Internet usando protocolos de comunicação. Esses protocolos devem considerar a baixa energia da bateria do sensor, especialmente quando os sensores são implantados em locais remotos.

Existem muitos protocolos desenvolvidos e mais a serem desenvolvidos que consideram o uso de baixa potência para dispositivos IoT. Por exemplo, um protocolo de descoberta e anúncio de serviço eficiente em redes de sensores ubíquos baseados em IP é proposto (MARTINS, 2015). O protocolo adota uma abordagem totalmente distribuída para garantir tempos de aquisição ideais, baixo

consumo de energia e baixa sobrecarga gerada, com reação oportuna às alterações de topologia. O protocolo é capaz de realizar tempos de aquisição ótimos com custo mínimo em termos de energia e sobrecarga gerada, tornando-o adequado para redes móveis.

Uma plataforma IoT é uma tecnologia que possui mais de uma camada. Ele comunica dados entre um dispositivo de hardware e o armazenamento em nuvem (CORTELLETI, 2016). Atualmente, a plataforma IoT oferece aos usuários um recurso integrado, que facilita a criação de aplicativos de programa para dispositivos de hardware conectados, além de cuidar da compatibilidade entre dispositivos, segurança de dados e escalabilidade. As principais tecnologias relacionadas à IoT são tecnologias de nós sensores, incluindo redes de sensores sem fio, miniaturização e nanotecnologia. Como a IoT está relacionada a muitos dispositivos sensores sem fio, ela produz um grande número de dados, que também são processados pela IoT. Basicamente, a IoT consiste em seis camadas

1) Conectividade 2) Analytics 3) Computação 4) Direção 5) Aplicação 6) Segurança (SEVERIANO LEÃO MACEDO, 2016). Os dados a interface de aquisição são projetados pela camada de percepção da IoT, que inclui sensores, câmeras, leitores RFID e vários terminais de coleta de dados.

2.3 INTERNET DAS COISAS (IOT)

Estamos testemunhando o surgimento de uma nova era da Internet das Coisas (IoT; também conhecida como Internet dos Objetos). De um modo geral, IoT refere-se à interconexão em rede de objetos do cotidiano, que geralmente são equipados com inteligência onipresente.

A IoT aumentará a onipresença da Internet integrando todos os objetos para interação por meio de sistemas embarcados, o que leva a uma rede altamente distribuída de dispositivos que se comunicam com seres humanos e outros dispositivos. Graças aos rápidos avanços nas tecnologias subjacentes, a IoT está abrindo enormes oportunidades para um grande número de novos aplicativos que prometem melhorar a qualidade de nossas vidas. Nos últimos anos, a IoT ganhou muita atenção de pesquisadores e profissionais de todo o mundo.

Embora o termo Internet das Coisas seja cada vez mais usado, não há uma definição ou entendimento comum hoje sobre o que a IoT realmente abrange. As

origens do termo datam de mais de 15 anos e foram atribuídas ao trabalho dos *Auto-ID Labs* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em infraestruturas de identificação por radiofrequência em rede (RFID) (MORABITO, 2010).

Desde então, as visões para a Internet das Coisas foram desenvolvidas e estendidas além do escopo das tecnologias RFID. A União Internacional de Telecomunicações (UIT), por exemplo, agora define a Internet das Coisas como “uma infraestrutura global para a Sociedade da Informação, permitindo serviços avançados interconectando coisas (físicas e virtuais) baseadas em tecnologias de informação e comunicação interoperáveis, existentes e em evolução” (WATSON, 2018).

Ao mesmo tempo, várias definições alternativas foram propostas. Algumas dessas definições exibem uma ênfase nas coisas que se tornam conectadas na IoT. Outras definições se concentram em aspectos relacionados à Internet da IoT, como protocolos de Internet e tecnologia de rede. E um terceiro tipo centra-se em desafios semânticos na IoT relacionados, por exemplo, ao armazenamento, busca e organização de grandes volumes de informação.

Os campos de aplicação das tecnologias de IoT são tão numerosos quanto diversos, pois as soluções de IoT estão se estendendo cada vez mais a praticamente todas as áreas do dia a dia. As áreas de aplicação mais proeminentes incluem, por exemplo, a indústria inteligente, onde o desenvolvimento de sistemas de produção inteligentes e locais de produção conectados é frequentemente discutido sob o título de Indústria 4.0 (LUCCA FILHO, 2018).

Na área de casas ou edifícios inteligentes, termostatos inteligentes e sistemas de segurança estão recebendo muita atenção, enquanto as aplicações de energia inteligente se concentram em medidores inteligentes de eletricidade, gás e água. As soluções de transporte inteligente incluem, por exemplo, rastreamento de frota de veículos e bilhetagem móvel, enquanto na área de saúde inteligente estão sendo abordados temas como vigilância de pacientes e gestão de doenças crônicas (WATSON, 2018).

Em sua essência, a inovação na Internet das Coisas é caracterizada pela combinação de componentes físicos e digitais para criar novos produtos e permitir novos modelos de negócios. Graças ao gerenciamento de energia cada vez mais eficiente, comunicação de banda larga, memória confiável e avanços nas

tecnologias de microprocessadores, tornou-se possível digitalizar funções e recursos-chave de produtos da era industrial (MORABITO, 2010).

Como resultado, as funções físicas primárias de uma coisa podem ser aprimoradas com serviços digitais adicionais baseados em TI, que podem ser acessados não apenas localmente, mas também em nível global. Por exemplo, a função primária de uma lâmpada é fornecer luz em um local específico. No entanto, se a lâmpada for aprimorada com a tecnologia IoT, ela poderá detectar adicionalmente a presença humana e servir como um sistema de segurança de baixo custo, que no caso de uma intrusão ativa um modo de luz intermitente e envia um alerta para o smartphone do proprietário (LUCCA FILHO, 2018).

Da mesma forma, a principal função baseada em coisas de uma caixa é fornecer capacidade de armazenamento. Mas quando o silo é enriquecido com tecnologia IoT, pode ainda medir e monitorizar o seu próprio peso, detectando assim níveis de stock baixo e oferecendo um serviço de reabastecimento automático. E enquanto a principal função de um trator baseada em coisas pode ser rebocar outros equipamentos agrícolas, uma conexão do trator à IoT pode facilitar os serviços de manutenção e otimização preditivos baseados em TI (MORABITO, 2010)

O impacto que as tecnologias de IoT podem ter, no entanto, não se limita ao valor criado por produtos conectados individuais. Em vez disso, as funções de um produto podem ser ainda mais aprimoradas se ele estiver conectado a produtos relacionados e, assim, se tornar parte de um sistema de produto. Por exemplo, um trator conectado pode fazer parte de um sistema de equipamento agrícola maior, que pode incluir, por exemplo, tratores, colheitadeiras, enfardadeiras ou perfuratrizes adicionais e monitorar a localização, bem como os principais indicadores de desempenho das máquinas para otimizar o equipamento geral eficiência da frota maior (FREITAS, 2016).

Dentro da Internet das Coisas, as plataformas de IoT são essencialmente produtos de software, que oferecem conjuntos abrangentes de funcionalidades independentes de aplicativos que podem ser utilizados para criar aplicativos de IoT. A natureza das plataformas de IoT individuais pode variar consideravelmente, pois os provedores se concentram em diferentes aspectos da pilha de tecnologia de IoT e incluem diversos conjuntos de funcionalidades em suas ofertas. Portanto, não

há configuração padrão de uma plataforma IoT, mas existe uma infinidade de plataformas IoT, que atendem a necessidades e áreas de aplicação específicas.

Segundo De Castro (2017) a IoT tradicional é formada por três camadas. A parte inferior é a camada de percepção, cuja função é conhecer e coletar informações dos objetos. O meio é a camada de transporte, redes de telefonia móvel e redes de telefonia fixa, redes de transmissão e redes de dados IP fechadas para cada operadora. E, finalmente, o topo é a camada de aplicativos, onde muitos aplicativos são executados. As aplicações típicas incluídas nesta camada são tráfego inteligente, agricultura precisa, logística inteligente, indústria inteligente, proteção ambiental, monitor de mineração, enfermagem remota, defesa de segurança, governo inteligente, etc.

A IoT vem aos poucos trazendo um mar de mudanças tecnológicas em nosso cotidiano, o que por sua vez ajuda a tornar nossa vida mais simples e confortável, por meio de diversas tecnologias e aplicações. Há inúmeras utilidades de aplicativos de IoT em todos os domínios, incluindo médico, manufatura, industrial, transporte, educação, governança, mineração, habitat etc. Embora a IoT tenha muitos benefícios, existem algumas falhas no nível de governança e implementação da IoT (FREITAS, 2016).

2.3.1 Internet sem fio (Wi-fi)

Wireless Fidelity (Wi-Fi) é uma tecnologia de rede que permite que computadores e outros dispositivos se comuniquem por meio de um sinal sem fio. Vic Hayes foi nomeado pai da *Wireless Fidelity*. O precursor do Wi-Fi foi inventado em 1991 pela NCR Corporation em Nieuwege, na Holanda. Os primeiros produtos sem fio foram lançados no mercado sob o nome WaveLAN com velocidades de 1 Mbps a 2 Mbps. Hoje, há Wi-Fi quase difundido que fornece conectividade de rede local sem fio (WLAN) de alta velocidade para milhões de escritórios, residências e locais públicos, como hotéis, cafés e aeroportos. A integração do Wi-Fi em notebooks, handhelds e dispositivos eletrônicos de consumo (CE) acelerou a adoção do Wi-Fi ao ponto de ser quase um padrão nesses dispositivos (FERNANDEZ, 2013).

As redes *Wi-Fi* funcionam por meio de ondas de rádio. Elas são transmitidas por meio de um dispositivo de rede, que recebe os sinais, decodifica e os emite a

partir de uma antena. Para que um dispositivo tenha acesso a esses sinais, é preciso que ele esteja dentro um determinado raio de ação.

O raio de ação de uma rede Wi-Fi é variável, de acordo com o roteador e a antena utilizada. Essa distância pode variar de 100 metros, em ambientes internos, a até 300 metros, em ambientes externos. O mesmo tráfego de dados ocorre no sentido oposto estabelecendo, assim, a comunicação entre os dispositivos.

Segundo Morimoto (2018), na residência o uso de dispositivos moveis está substituindo o uso dos computadores de mesa, que é fixo e ocupa espaço, com isso não oferece à mobilidade. O ambiente corporativo a falta de uma rede *Wi-Fi* afeta muito a agilidade e tempo de resposta. Por esse motivo, as empresas estão substituindo o uso de cabos, para redes *Wi-Fi*.

A tecnologia de redes sem fio locais *Wireless Local Area Network* (WLAN) mais conhecida pelo nome Wi-Fi, porém a tecnologia segue padrões IEEE 802.11, que é implementada no chipset MAC dos rádios dos dispositivos *wireless*. Nos últimos 20 anos a tecnologia *Wi-Fi* evoluiu seus padrões, desde o 802.11-1997 original, passando pelos padrões 802.11b - 1G, 802.11a - 2G, 802.11g - 3G e 802.11n - 4G, até ao atual padrão 802.11ac - 5G, de acordo com a Figura 1.



Figura 1 - Gráfico de utilização de dispositivos móveis
Fonte: Brito (2018).

De acordo com Koliás (2012) uma das principais finalidades do desenvolvimento do wireless consistia em desenvolver uma rede de computadores

sem tanto equipamento ou com maior acessibilidade por parte dos usuários em qualquer ambiente, não necessitando de um contato direto com os tradicionais equipamentos de informática. Algo que na visão de estudiosos e pesquisadores da área se demonstrou muito positivo para o crescimento das atividades diárias.

O gerenciamento tradicional de redes sem fio envolve o uso de protocolos de controle e gerenciamento, bem como o uso de controladoras centralizadas produzidas pela indústria. Para prover aos usuários o serviço de compartilhamento de recursos com alta disponibilidade a um custo adequado, uma rede sem fio precisa ser propriamente configurada e gerenciada. As redes sem fio atuais são compostas por pontos de acesso isolados ou conectados a uma controladora central. Diversos protocolos, como a família IEEE 802.11, que descreveremos nesta seção, são implementados para garantir que a rede sem fio Wi-Fi funcione. (IEEE, 2012)

O controlador sem fio D-Link DWC-1000 é um gerenciador de LAN sem fio centralizado desenvolvido especificamente para campi, filiais e pequenas e médias empresas (SMBs). Com a capacidade de gerenciar até seis pontos de acesso sem fio (atualizável a 24) e um máximo de 96 pontos de acesso sem fio em um cluster de controlador, o DWC-1000 é uma solução de mobilidade econômica para pequenas e médias escalas ambientes. Sua descoberta de AP auto-gerenciada e gerenciamento de ponto único permite que os clientes adquiram um sistema de classe empresarial sem o fardo de executar configurações massivas e complexas. Com uma detecção de segurança robusta e abrangente sistema, o DWC-1000 também permite que APs gerenciados bloquear ataques potenciais de usuários não autorizados e dispositivos, especialmente para ambientes sem fio. (FERNANDEZ, 2013)

Além de facilitar a conexão de uso próprio, as redes sem fio têm utilidade nas mais diversas áreas, como nas universidades, onde são feitas instalações de redes sem fios no campus, possibilitando que os alunos tenham acesso e executem tarefas como, consultar a biblioteca e responder e-mails em qualquer lugar. Outra função importante é seu uso nos exércitos, no qual talvez não seja possível contar com uma infraestrutura apropriada para uso de uma rede local, tornando a melhor opção carregar o seu próprio equipamento.

Redes de sensores sem fio (WSNs), às vezes chamadas de redes de sensores e atuadores sem fio (WSANs), são sensores autônomos distribuídos

especialmente para monitorar condições físicas ou ambientais, como temperatura, som, pressão, etc. outros locais. As RSSFs oferecem suporte a muitos aplicativos em diferentes campos, conforme a seguir (KOLIAS, 2012).

As tecnologias WiFi têm sido amplamente exploradas em muitas aplicações. Recentemente, a Internet das Coisas (IoT) suporta todos os aplicativos online. Somos encorajados a projetar uma combinação entre WSNs e IoTs para coletar dados de detecção. Os dados podem ser gerenciados on-line e processados para controlar remotamente os sistemas de sensores (MORIMOTO, 2018).

2.4 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DESKTOP

Com o rápido desenvolvimento da tecnologia informática e aplicações de Internet amplamente utilizadas, tem havido um número crescente de equipamentos informáticos nas empresas. Esses computadores geralmente executam uma variedade de aplicativos. Portanto, sua estabilidade, confiabilidade, segurança e desempenho não apenas afetam diretamente a eficiência das operações, mas também têm uma influência importante na eficiência do negócio e no custo administrativo de toda a empresa.

Além disso, com o refinamento dos setores da empresa, diferentes departamentos possuem requisitos próprios para ambiente de desktop, a fim de garantir a segurança dos recursos internos, é necessária restrição classificada de autoridade para acessar o conteúdo de cada computador local.

Como impedir os clientes de qualquer acesso ao volume do sistema, fechar a porta USB e a unidade de CD-ROM para os usuários desse departamento. Os problemas acima podem ser resolvidos com a ajuda de um conteúdo crucial do "Desktop Management System" --- o controle de acesso de recursos locais, ele permitirá que cada empresa tenha um ambiente de desktop diferente que atenda às suas próprias necessidades.

Política é a agregação de um conjunto de regulamentos usados para descrever a operação que pode ser executada sob quais casos. Com o rápido desenvolvimento da rede, a teoria do "gerenciamento de rede" baseada em políticas foi proposta. Ele pode realizar as demandas do sistema de gerenciamento de rede.

Essa política pode ser alterada dinamicamente, o que pode alterar dinamicamente o comportamento e as estratégias do sistema. A Internet

Engineering Task Force (IETF) e outras organizações para padronização, instituições de pesquisa e fabricantes de equipamentos de rede começaram a se envolver em pesquisas de gerenciamento de políticas e publicaram os rascunhos relevantes.

Os sistemas de gerenciamento de desktop e a Política fizeram algumas conquistas em suas respectivas áreas:

- Chen Zhifeng apresenta um sistema de gerenciamento de desktop baseado na Web, no qual eles usam um modelo de um servidor para gerenciar vários computadores. Descreve e analisa as técnicas de projeto e implementação do sistema (PRESSMAN, 2012). No entanto, devido à falta de introdução de Política e modelo de política no sistema, ele só pode gerenciar a área de trabalho de acordo com as regras fixas, portanto, seu sistema não pode lidar com as mudanças dinâmicas nas regras de gerenciamento.
- Li Jinping e Gao Dongjie propuseram uma plataforma de software baseada em políticas para o sistema de gerenciamento de rede. Eles usam a linguagem XML para definir, armazenar e acessar as regras de política e usam a tecnologia CORBA para obter o gerenciamento de rede distribuído (MARTINS, 2010).
- Li Qinghai e Zhang Deyun propuseram uma política distribuída de práticas de gerenciamento baseadas em funções. O documento propôs práticas de gerenciamento de políticas baseadas em funções de alto nível com base na estrutura de políticas do IETF (MORESI, 2011). Seu conceito de domínio permite a combinação dos papéis e domínios e, a partir disso, a expressão do papel é simplificada. No entanto, é o modelo de política usado no sistema de gerenciamento de rede; melhorias precisam ser feitas se desejar aplicar o modo de política ao sistema de gerenciamento de desktop.

Em conclusão, os Estudos Relacionados são principalmente sobre o modelo de política ou sobre o sistema de gerenciamento de desktop. Outros devem combinar o modelo de política e o gerenciamento de rede. No entanto, as pesquisas relacionadas ao modelo de políticas aplicado ao sistema de gerenciamento de desktops para solucionar problemas causados pela introdução do modelo de políticas permanecem intocadas.

A ferramenta de controle de política é uma interface para os administradores editarem a política. Ele é capaz de refinar o formulário de linguagem natural inserido pelo administrador para muitas regras de política e colocar as políticas no banco de dados pelo formato apropriado. A ferramenta de controle de política também é usada para combinar o equipamento de política de decisão e o equipamento que aplica as políticas (PRESSMAN, 2012). Além disso, supervisiona e controla o funcionamento de todo o sistema. Além disso, fornece um mecanismo de verificação simples que examina os conflitos de política latentes.

O recurso de política é um recurso de armazenamento que salva a política e outras informações relacionadas, como banco de dados relacional e serviço de diretório.

O *Policy Decision Point* é uma entidade lógica de tomada de decisão; as decisões são tomadas de acordo com as regras de política e status do serviço de rede. Explica, lança e executa políticas e regras. Por exemplo, ele pode receber solicitações e as condições de política enviadas pelo Policy Enforcement Point (PEP) e encontrar uma política correspondente no recurso de política e, em seguida, retornar o resultado ou a ação ao PEP (MARTINS, 2010).

O *Policy Enforcement Point* é uma entidade lógica que reforça as decisões de política. É responsável por enviar solicitações de decisão de política ao PDP e fornecer condições de política; e traduzir as decisões devolvidas para ordens de configuração operacional relevantes para o equipamento específico para execução.

Devido à diferença entre gerenciamento de desktop e gerenciamento de rede, o gerenciamento de rede depende da rede; a paralisação da rede certamente levará à paralisação de todo o sistema de gestão. Porém o gerenciamento do desktop é diferente, quando a rede sofre uma interrupção, o terminal do desktop consegue continuar funcionando, e gerenciar seus respectivos processos e eventos pela política (MORESI, 2011).

Por exemplo, um determinado departamento de uma empresa não tem permissão para acessar o disco do sistema. Essa política é armazenada no recurso de política online. Ele precisa do PEP (onde está o terminal do computador) para enviar a solicitação na rede e transmitir a decisão final do PDP para o PEP na rede. E a ocorrência de interrupção de rede tornará o sistema de gerenciamento de desktop incapaz de responder a eventos com base na política. Isso permitirá que o

pessoal desse departamento opere o computador sem ultrapassar o limite da política e resultará no fracasso do gerenciamento de desktops no final.

Se optarmos por usar o Modelo de Gerenciamento de Políticas IETF baseado no modelo de distribuição de solicitação/resposta, a interação do PEP e do PDP seria totalmente dependente da rede. Então, uma solicitação PEP, do início ao fim, requer várias vezes de transmissão online. No gerenciamento de desktop, no entanto, a transmissão de rede de alta velocidade é necessária para responder principalmente ao evento no desktop (JACOBSON, 2019). Por exemplo, o usuário não teria acesso ao disco do sistema se não houvesse uma política de autorização. Mas a política é da rede. Neste ponto, se a velocidade de transmissão da rede for lenta, isso afetará muito a experiência do usuário.

3 METODOLOGIA

A pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Segundo o autor, estes tipos de pesquisas são os que apresentam menor rigidez no planejamento, pois são planejadas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

Dessa forma esse trabalho foi desenvolvido principalmente com finalidade de desenvolver uma nova visão acerca dos temas expostos, formando assim um novo conceito ou aplicabilidade das práticas apresentadas. Por meio da pesquisa principalmente os conceitos e análises necessárias ao desenvolvimento do trabalho.

Para uma melhor fundamentação dos conteúdos expressos ao longo do trabalho realizou-se o desenvolvimento de um protótipo a fim de destacar como o sistema de controle pode ser um instrumento positivo junto as estações de tratamento. Sendo descrito os principais passos e métodos adotados para que o sistema seja alinhado as necessidades das estações de tratamento, assim como aos objetivos propostos pela organização.

4 PROTÓTIPO PROPOSTO

Para uma melhor compreensão das fases e equipamentos utilizados na realização do protótipo serão apresentadas algumas informações a seguir, destacando cada equipamento utilizado e a estruturação adotada no processo de constituição do protótipo.



Figura 2 – Sensor de nível ultrassônico.

Fonte: Próprio autor.

O sensor ultrassônico é usado para melhor precisão e estabilidade em diferentes condições. Este detecta o objeto e mede a distância seguindo o princípio do eco neste sistema proposto, a água também é considerada como objeto quando um raio de som atinge a água, resultando na geração de eco que é detectado pela parte de eco do sensor ultrassônico.



Figura 3 – Modelo Wi-fi ESP01 utilizado para conectar o Arduino com web.

Fonte: Próprio autor.

ESP-01 é escolhido para comunicação. Ele contém um chip ESP8266, bem como uma antena PCB e 8 pinos GPIO, tornando-o pronto para uso no projeto sem a necessidade de peças adicionais. Tem custo razoável e forte capacidade que o tornam muito popular nos últimos anos. Além disso, é muito pequeno em tamanho.

Esse é um sistema baseado em IoT, que tornará o gerenciamento mais eficiente e sem complicações.

A placa Arduino contém uma entrada USB. A placa USB fornece entrada/saída básica e poder de processamento. O controlador Arduino se comunica com o servidor supervisor com um protocolo m2m específico que é baseado no protocolo http. Neste trabalho, o protocolo http e o protocolo m2m são cumpridos com base na conexão TCP em um controlador Arduino.

Uma vez que um controlador Arduino é conectado ao sistema de controle supervisor, ele pode ser monitorado e controlado remotamente com qualquer navegador. O sistema de controle supervisor Arduino baseado na web é usado para fornecer serviço de controle supervisor remoto de sistemas de bombeamento de água.

O Arduino recebeu as informações e transmitiu com o módulo Wi-Fi ESP8266 sem fio para o site através da internet. Esta informação transmitida é monitorada e controlada usando IOT.

Isso habilita o mecanismo de controle remoto por meio de uma conexão segura da web com a Internet para o usuário. Foi preparado um site que apresenta os valores reais de tempo e valores de referência de vários fatores necessários às culturas. O usuário pode controlar bombas d'água e aspersores pelo site e ficar de olho nos valores de referência que ajudarão o agricultor a aumentar a produção com safras de qualidade.



Figura 4 - Fonte Ajustável para Protoboard 3.3V e 5V com interruptor utilizada para alimentar a esp01 e o controlador Arduino.

Fonte: Próprio autor.

A **Fonte Ajustável para Protoboard** é uma placa desenvolvida para rápida instalação, bastando conecta-la à protoboard. Seu funcionamento é facilitado pois possui entrada alimentação por plug P4 e USB, bastando conectar o cabo com tensão de 6,5 a 12VDC ou cabo USB para a protoboard fornecer aos seus pontos de contatos tensão de saída ajustável de 3.3v e/ou 5v.

De acordo com Messias (2014), um dos principais aspectos observados junto a fonte ajustável é que seu sistema de USB pode ser utilizado no processo de alimentação de circuitos, algo que promove uma maior interação entre o equipamento e os demais compostos onde está sendo inserido, ampliando ainda mais suas atividades.



Figura 5 – Protótipo simulando a estação de tratamento.

Fonte: Próprio autor.

O protótipo desenvolvido consiste em uma simulação de 2 tanques de efluentes (demonstrado como dois pontos de água), destacando como o sistema pode detectar o nível de efluentes dentro do tanque e encaminham as informações para o controlador. Sendo os controladores nesse caso as placas de arduinos, os controladores promovem a monitoração do nível dos tanques e encaminham as informações via web para o usuário do sistema, sendo esse o principal operador.

O sistema proposto funciona fazendo uso de sensor ultrassônico para detectar o nível de água em termos percentuais. Como explicado antes, o sensor ultrassônico tem dois aparelhos, ou seja, trig e eco. Trig é usado para emitir uma onda sonora para um objeto, pois é conhecido que quando uma onda sonora atinge um objeto, ela retorna com igual ou mais intensidade, o que é chamado de eco. A parte de eco do sensor ultrassônico detecta o raio de som refletido e retorna o valor de acordo com isso.

Geralmente mede a duração do tempo entre o trig e o eco de raio de som. A definição física para velocidade é definida como a taxa de variação da distância com o tempo. Se negligenciarmos a diferenciação, a velocidade é dada como razão entre a distância e o tempo. Neste sistema proposto, o raio sonoro viaja 2 vezes.

Não haverá execução direta de obra sem a elaboração de valores correspondentes. Portanto, é obrigatório elaborar os valores antes da implementação. Conseguimos colocar um sensor ultrassônico no topo do tanque

suspensão e medimos os resultados usando o Arduino. Após a medição bem-sucedida dos resultados, podemos transmitir esses resultados para automação do gerenciamento do nível de água.

4.1 RESULTADOS

Diante dos procedimentos destacados pode-se observar que para obter um rendimento melhor das atividades realizadas junto as estações de tratamento, o uso de sistemas integrados pode ser algo positivo. Como destacado por Heller (2010), se torna cada vez mais eficiente a inserção de tecnologia nos procedimentos de tratamento da água ou efluentes, buscando uma maior qualidade.

A tecnologia é uma importante aliada no desenvolvimento de novas técnicas ou processos relacionados ao tratamento de efluentes, uma vez que se torna cada vez mais comum a construção de equipamentos e métodos alinhados as rotinas de tratamento.

Diante da elaboração e utilização do protótipo apresentado são observadas algumas dificuldades, principalmente no que se refere a utilização de equipamentos específicos para que os processos realizados obtenham o êxito esperado. Sendo dessa forma preciso aos gestores ou responsáveis pelo tratamento verificar quais equipamentos estão mais alinhadas as suas necessidades.

Quanto ao custo dos equipamentos utilizados no protótipo, nota-se um custo muito abaixo comparado aos equipamentos tradicionalmente utilizados no mercado que podem variar de R\$ 790,00 a R\$ 19.800,00, enquanto os controladores utilizados no protótipo podem ser adquiridos por um custo abaixo dos R\$ 250,00.

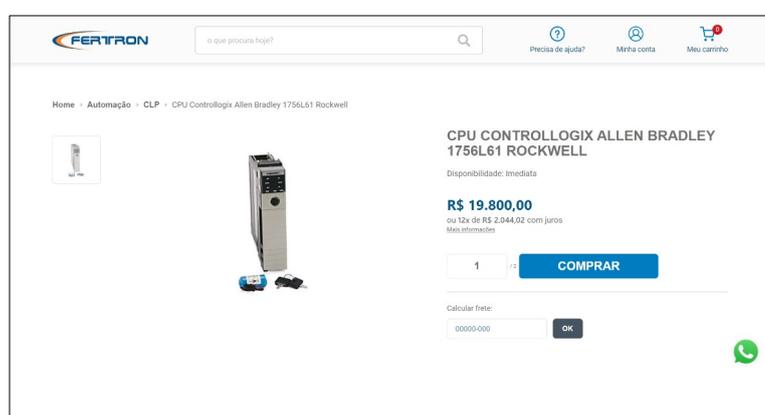


Figura 6 – Valor CLP Controllogix Allen Bradley

Fonte: <https://www.fertronshop.com.br/automacao/clp/cpu-controllogix-allen-bradley-1756-l61-rockwell>

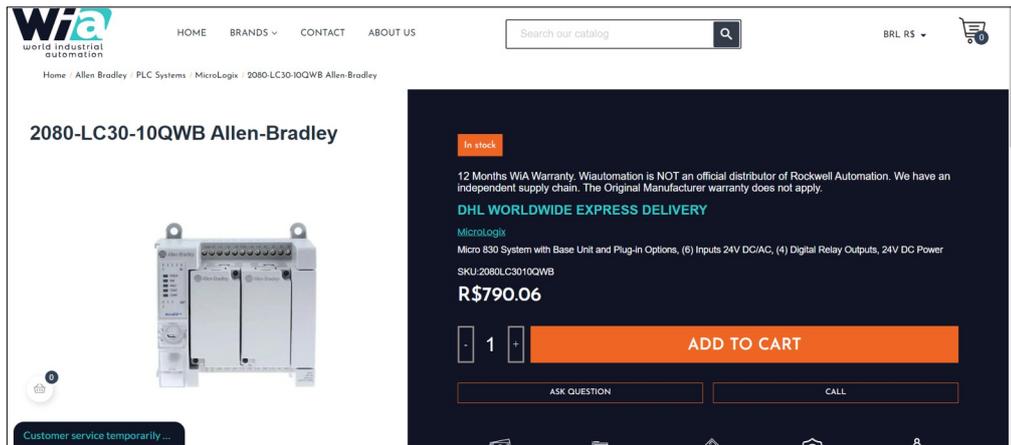


Figura 7 – Valor CLP Micro 830 Allen Bradley

Fonte:

<https://br.wiautomation.com/allen-bradley/plc-systems/micrologix/2080LC3010QWB>



Figura 8 – Valor microcontrolador ESP-01 utilizado no protótipo

Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp8266-esp-01/>



Figura 9 – Valor microcontrolador Arduino UNO utilizado no protótipo

Fonte: <https://www.robocore.net/placa-arduino/arduino-uno-r3>

Na visão de Leite et. al. (2018), os recursos que podem ser aplicados na rotina de tratamento da água são diversos, principalmente com o alinhamento entre os equipamentos e os recursos tecnológicos, a fim de obter um resultado ou compreensão dos métodos mais eficientes. Na rotina de verificação de como os processos de tratamento pode ser fundamental a criação de protótipos, dando uma visualização de aspectos importantes dentro da organização das estações.

Um ponto importante observado no processo de elaboração do protótipo consiste na compreensão do tempo, sendo possível observar qual tempo devido para que o tratamento aplicado seja devidamente realizado. Assim como, uma compreensão de quais os principais tempos necessários para que se tenha um êxito maior quanto as medidas de tratamento e o resultado obtido.

A automatização é uma das principais ferramentas utilizadas nas estações de tratamento, dando aos gestores uma compreensão e expansão das atividades de tratamento. Com ênfase principalmente na avaliação da qualidade da água promovida por meio dos métodos aplicados, assim como informações precisas para que os procedimentos, produtos ou processos tenham um êxito maior.

5 CONCLUSÃO

Nas situações atuais, a necessidade de água é muito alta. A população está crescendo linearmente a cada dia, mas as necessidades não estão sendo atendidas na mesma proporção. Entre os problemas mais perigosos, a escassez de água é uma questão importante, precisamos resolver esse problema da maneira mais fácil.

O principal problema por trás dessa questão é a negligência dos seres humanos. Os tanques estão sendo sobrecarregados, devido à manutenção inadequada esse problema surge. Assim quando adotamos as tecnologias como sistema proposto, podemos lidar com esses problemas.

Outro aspecto é que estamos desenvolvendo em todos os campos a geração atual exige automação para tudo isso precisamos adotar o sistema proposto.

Como observado ao longo do trabalho a inclusão de determinadas tecnologias na rotina de tratamento de águas ou efluentes é algo extremamente fundamental para um êxito das atividades relacionadas aos mesmos. No caso o desenvolvimento de um protótipo dentro do processo de tratamento de efluentes tendo por base o sistema arduino é um norte de como a interação positiva entre as rotinas tecnológicas e sociais, relacionadas principalmente a qualidade de determinados recursos pode ser extremamente relevante.

A avaliação da qualidade da água é vital para identificar os problemas existentes e quaisquer mudanças que surjam nas fontes de água ao longo de um período de tempo. Os sistemas convencionais de monitoramento da qualidade da água continuam limitados à coleta de amostras no local e análises adicionais em laboratórios ambientais. O progresso no hardware de baixo custo e de código aberto baseado em Arduino abriu o caminho para o desenvolvimento de plataformas de medição de baixo custo, portáteis e no local.

No negócio de purificação de água, é fundamental que seus sistemas de controle não estejam operacionais e, pior ainda, que o reparo do dano leve muito tempo. Sem falar, se o dano do equipamento causar transbordamento de água. estamos perdendo um recurso natural não renovável. É por esta razão que a integração de um sistema de comunicações é essencial, para notificar imediatamente os possíveis danos e repará-los.

Pode-se concluir que o uso da tecnologia Arduino neste projeto mostra uma alternativa para empresas que desejam implementar um sistema de comunicação confiável com uma versão inicial baixa. Assim como uma das vantagens da tecnologia Arduino permite que sejam feitas modificações na eletrônica do circuito; isso permite personalizar um cartão eletrônico de acordo com as necessidades do cliente.

Dessa forma, a utilização do sistema de controle arduino é algo fundamental dentro do processo de tratamento de efluentes, promovendo uma maior segurança quanto as informações, assim como estabelecendo uma rotina mais eficaz quanto a verificação da qualidade dos efluentes junto aos processos aplicados.

REFERÊNCIAS

- BANZI, M. Primeiros passos com o arduino (Primeira ed.). São Paulo, SP, Brasil: Novatec Editora Ltda. 2010.
- BOLTON, J.R. **Light compedium: ultraviolet principles and application**. EPA – Newsletter. 2019, N. 66. p. 9-37.
- CAMARGO, V. L. A. Automação Industrial: PLC, teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: PROSAB. ABES. 2019.
- CAPANEMA, S. P. Instrumentação e controle de uma estação de tratamento de água. Dissertação de Mestrado. UFMG – 2014.
- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. Revista Brasileira de Ensino Física. v.33, n.4, 4503, 2011.
- CORTELLETI, Daniel. Dossiê Técnico: Introdução à programação de microcontroladores Microchip PIC. Centro Tecnológico de Mecatrônica. SENAI – RS, 2016.
- DE CASTRO, Bianca Francinny Lisboa Murta. IoT e seus principais desafios. Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação, v. 3, n. 1, 2017.
- FERNANDEZ, M. **Evaluating openflow controller paradigms**. Em ICN 2013, The Twelfth International Conference on Networks, p. 151-157, 2013.
- FREITAS, T. A. de. Internet das coisas: uma análise sobre o impacto da tecnologia nos cuidados com animais domésticos. 2016. 24f. Dissertação (Mestrado Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento) - Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2016.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2019.

- HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. 2.ed. Minas Gerais: UFMG, 2010.
- HOAG, M. SERVIDORES WEB usando o APACHE. (M. A. Denega, Ed.) São Paulo: Editora Berkeley. 2012.
- HUISMAN, L.; WOOD, W. E. Slow sand filtration. **Geneva, Belgium:** World Health Organization, 2014.
- IEEE802.11. **Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications.** IEEE Std. 2012.
- JACOBSON, I, The Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, 2019.
- KOLIAS, C et al. **Openflow-enabled mobile and wireless networks.** Relatório técnico, The Open Networking Foundation. 2012.
- KRONEMBERGER ET AL. **Atlas do saneamento 2011-** Saneamento e meio ambiente. IBGE, 2011.
- LINS, G. A. **Impactos ambientais em estações de tratamento de esgotos (ETEs).** 2010. 236 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.
- LUCCA FILHO, J. de. INTERNET DAS COISAS (IOT) E INDÚSTRIA 4.0: revolucionando o mundo dos negócios. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 72-85, 2018.
- MACEDO, J. A. B. Águas & Águas. 3. ed. Minas Gerais: CRQ – MG, 2017.
- MARTINS, A., Computação Baseada em Casos: Contribuições Metodológicas aos Modelos de Indexação, Avaliação, Ranking, e Similaridade de Casos. Tese de Doutorado, COPELE/CCT/UFPB, Campina Grande, 2010.
- MARTINS, Nardênio Almeida. Sistemas Microcontrolados: Uma abordagem com o Microcontrolador PIC 16F84. Editora Novatec Ltda, 1ª edição. 2015.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais:** um desafio para a sobrevivência futura. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, 2012.

- MESSIAS, A.R. CONTROLE DE MOTOR DE PASSO ATRAVÉS DA PORTA PARALELA. Rogercom. 2014.
- MONTES, R. M; LEITE, J. F. **A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos**. Cenário da bacia do Córrego Vaca – Brava, Goiânia – GO. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia, 2018.
- MORABITO, Giacomo. The Internet of Things: A Survey. Computer Networks. 2010. p.2787-2805.
- MORESI, E.A.D., Gestão da informação e do conhecimento, Inteligência organizacional e competitiva, Editora UnB, Brasília, 2011.
- MORIMOTO, Carlos. **Redes wireless**. Padrões, v. 2. 2018.
- ORNELAS, P. **Reuso de água em edifícios públicos: o caso da Escola Politécnica da UFBA**. 2014. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2014.
- ONGLEY, E.D. Matching water quality programs to management needs in developing countries: the challenge of program modernization. Science Direct. European Water Pollution Control, v. 7, n. 4, p. 43-48, set. 2016.
- PAZOS, F. Automação de Sistemas & Robótica. (R. Reinprecht, Ed.) Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil. 2012.
- PEREIRA, F. Microcontroladores PIC: Programação em C. 4ª ed. São Paulo: Érica, 2015.
- PRESSMAN, R.S., Engenharia de software. Ed. Makron Books, São Paulo, 2012.
- RASELLA, Davide. **Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbimortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 40-50, set./jan. 2013.
- SANTOS NETO, A. O. **Avaliação bacteriológica de águas de bebedouros em escolas da rede pública estadual da zona sul de Recife-PE**. Monografia de conclusão de curso. UFPE, Recife, 2013.
- SCHMIDT, Alvaro Maciel. Controle de nível de líquido utilizando controlador lógico programável.2008. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de

Controle e AutomaÇÃO, Universidade Federal de Ouro Preto - Ufop, Ouro Preto, 2018.

SILVEIRA, Gustavo. Sistemas de Tratamento de Efluentes industriais. 2010. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E.E. **Efeito da camada filtrante na perda de carga de filtros de areia.** In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., 2005, Teresina. Anais... Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2015. v.1, p.1-6

WATSON, Tim. "The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework". Computers in Industry, v. 101, 2018, p. 1–12.

ZANCO, W. S. Microcontroladores PIC 16F628A/648A: Uma Abordagem Prática e Objetiva. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2015.

SÍTIOS E PÁGINAS ELETRÔNICAS CONSULTADAS:

<<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2021/05/31/quase-40percent-da-agua-potavel-no-brasil-e-desperdicada-aponta-levantamento-do-instituto-trata-brasil.ghtml>>. Acesso em 24 de julho de 2022.

<<https://ipnews.com.br/6-pilares-para-a-construcao-de-estrategias-de-internet-das-coisas/>>. Acesso em 24 de julho de 2022.

<<https://www.fertronshop.com.br/automacao/clp/cpu-controllogix-allen-bradley-1756-l61-rockwell>>. Acesso em 24 de julho de 2022.

<<https://br.wiautomation.com/allen-bradley/plcsystems/micrologix/2080LC3010QWB>>
Acesso em 24 de julho de 2022.

<<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp8266-esp-01/>>.
Acesso em 24 de julho de 2022.

<<https://www.robocore.net/placa-arduino/arduino-uno-r3>>. Acesso em 24 de julho de 2022.

APÊNDICES

Apêndice A: Código do esboço (sketch) no Arduino

```

const int TrigPin = 13; // ULTRASSOM
const int EchoPin = 12; // ULTRASSOM
const int bomba = 7; //LIGA_BOMBA
const int autoPin = 6; // DEFINE AUTO/MANUAL
int autoState = 0; // DEFINE ESTADO AUTO OU MANUAL

/*****
*****/

void setup() {
  pinMode(TrigPin, OUTPUT);
  pinMode(EchoPin, INPUT);
  pinMode(bomba, OUTPUT);
  pinMode(autoState, INPUT);
  digitalWrite(TrigPin, LOW); //Saída de Trigger inicia em nível baixo
  digitalWrite(bomba, LOW);
  Serial.begin(250000);
}

/*****
*****/

void loop() {
  double TempoMicros;
  double Dist;
  autoState = digitalRead(autoPin);
  digitalWrite(TrigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TrigPin, LOW); Serial.print("\n");
  TempoMicros = pulseIn(EchoPin, HIGH); //pulseIn() Mede, em microsegundos,
o tempo em que o pino de Echo passou em nível alto
  Dist = TempoMicros / 58.3; //Valor da distância em
centímetros Serial.print("Distancia: ");
  Serial.print(Dist);

```

```
Serial.print(" cm\n");
Serial.print("\n");
Serial.print(autoState);
delay(500);      //
Atualização if (autoState ==
HIGH) {
  if (Dist < 14)
    { digitalWrite(bomba, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(bomba, LOW);
  }
}
}
```