

CAPÍTULO IV - PROPOSTA DE UM PROJETO DE UMA BANCADA DIDÁTICA UTILIZANDO A AUTOMAÇÃO PARA ANÁLISE DO PH DA ÁGUA, CORREÇÃO DA ACIDEZ, POR CONTROLE DE PROCESSO EM BATELADA

Rodney Yuiti Fukui¹

Wesley Candido da Silva²

Paulo Broniera Jr³

Marcos Bernardo de Lima⁴

RESUMO

Em meio a crescente exigência na qualidade de produtos industrializados é pertinente o conhecimento dos processos a serem controlados e manipulados dentro das indústrias, entre eles destacam-se, análise, correção e controle do potencial hidrogenionico (pH). Em meio a esta necessidade o presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma proposta de projeto de uma bancada didática automática para análise do pH da água e correção da acidez, por controle de processo em batelada. Esta proposta de projeto foi elaborada pelo método de esquemas técnicos de desenhos e diagramas conforme normas ISA 5.1 e para concretizar a proposta utilizou-se artifício de representação virtual autêntica do projeto através de software. É vale ressaltar ainda que este projeto de bancada didática é de grande relevância no contexto da educação, propicia aos educandos maior protagonismo em suas atividades experimentais nas disciplinas envolventes, proporcionando aos futuros profissionais uma percepção similar da realidade aplicada na indústria.

Palavras-chave: Projeto de uma Bancada Didática. Automação Controle Processo em Batelada. Análise do pH da Água.

¹ Graduado do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina E-mail: fukuirod@hotmail.com

² Especialista – Engenharia de Automação Industrial, da Faculdade de Tecnologia do Senai Santa Catarina E- mail: Wesley.candido@sistemafiep.org.br

³ Mestre em Engenharia Elétrica. Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina E- mail: paulobrij@hotmail.com

⁴ Mestre em Tecnologia. Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina E-mail:marcos.lima@pr.senai.br

PROPOSAL OF A PROJECT OF A DIDACTICAL BANK USING THE AUTOMATION FOR PH ANALYSIS OF WATER, CORRECTION OF ACIDITY, BY PROCESS CONTROL IN BATTLE

ABSTRACT

In the midst of increasing demands on the quality of industrialized products, it is pertinent to know the processes to be controlled and manipulated within the industries, such as analysis, correction and pH control. In the midst of this need, the aim of this work was developing a proposal for the design of an automated didactic bench to analyze the hydrogen potential (pH) of the water and its acidity correction, by batch process control. This project proposal was elaborated by the method of technical schemes of drawings and diagrams according to ISA 5.1 standards. To materialize the proposal, it was used an authentic virtual representation device of the project through software. It is important to emphasize that this didactic project is very relevant in the context of education. It gives students a greater role in their experimental activities in the disciplines that involve processes, control and automation, providing future professionals with a similar perception of the reality applied in industry.

Key-words: Design of a Didactic Bench. Water pH Analysis. Automation Control Batch Process.

6. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento contemporâneo tecnológico no campo da automação destaca-se com grande potencial os princípios da indústria 4.0, este, proporciona através da internet das coisas (IoT) transmitir informações em tempo real das transações de manufatura e processo na cadeia produtiva, isto é, uma transmissão de dados entre o sistema físico e os sistema virtual ou vice-versa, proporcionando autonomia e flexibilidade nos processos (MENDES; SIEMON, CAMPOS, 2017).

Em razão da crescente demanda por produtos industrializados a automação está presente em diversos âmbitos industrial e à necessidade de obter medições precisas com grandezas físicas diversas é constante, e, vários sensores e ferramentas são usados para mensuração e controle no processo de automação (THOMAZINI; ALBURQUERQUE, 2007).

Dentre os processos a serem controlados na indústria se destacam o pH em diversos seguimentos tanto nas industrias petroquímica, alimentícia, orgânica,

saneamento, e retrata com primordialidade na geração de controle de qualidade da produção (RODRIGUES, 2010).

Para o controle de pH utiliza-se técnicas tais como, proporcional (P) este tipo de controle oscila para cima ou para baixo referente ao ponto de ajuste (*setpoint*), o integral (I) complementa a ação proporcional identifica e corrige o erro, porém, seu equilíbrio é vagaroso, derivativo (D) tem o propósito de antecipar e equilibrar o erro, e o conjunto desses controle de processo PID, são para um sistema que exige uma precisão nos resultados de forma confiável para chegar ao *setpoint* desejado com exatidão (SENAI, 2013).

Tais métodos empregados nas indústrias requer um conhecimento dos profissionais das suas aplicabilidades, que, muitas das vezes não é possível uma parada no andamento produtivo para sintonia. E diante desta demanda, este estudo propõe o desenvolvimento de um projeto do kit didático para o ensino de automação dedicado ao controle por malha fechada de pH. Desta forma propicia aos educandos maior protagonismo em suas atividades experimentais, assim sendo, permite também que as capacidades e habilidades de acordo com o perfil profissional do educando, sejam enfatizadas em conjunto com as aulas teóricas e tem-se a percepção simulada da realidade na indústria.

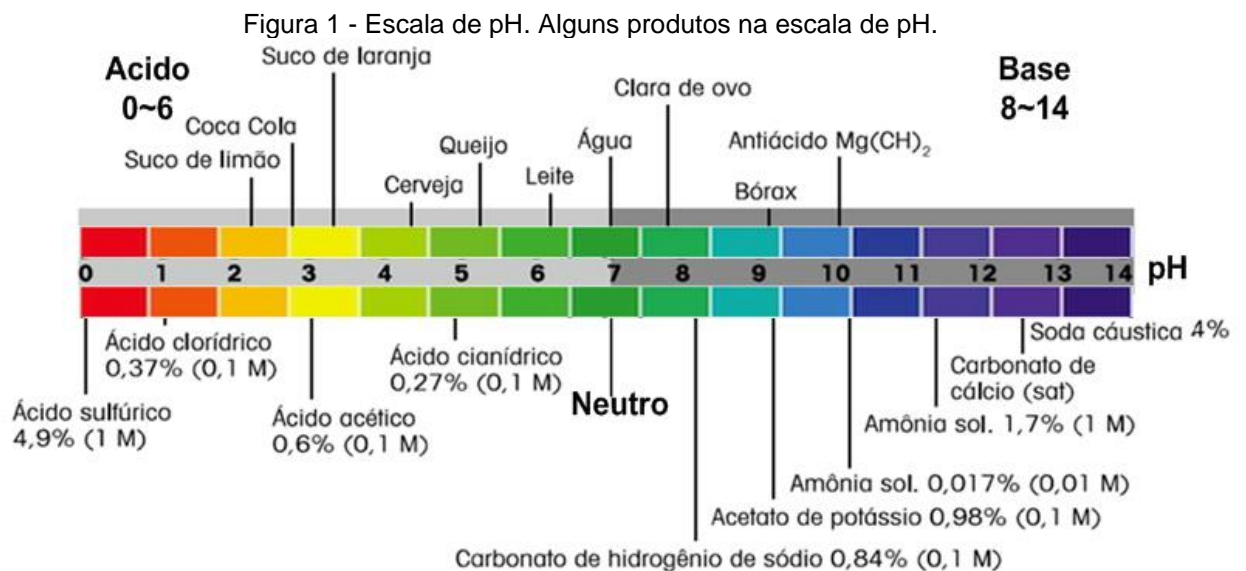
A automação de bancada didática utilizada neste projeto proposto, é para elevar o potencial hidrogenionico (pH) da água ácida por processo batelada, analisar e corrigir com auxílio de equipamentos de controle, controlador lógico programável (CLP), sensores, atuadores e dosar o produto gradativamente até que se atinja o parâmetro desejado de pH neutro ou alcalino.

O pH aceitável para que a água se torne potável é de 6,0 a 9,5 ou seja alcalina, esta limitação também está associada a prevenção de corrosão e degradação onde circula esta substância em tubulações no sistema (SABESP, 2018).

7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Potencial Hidrogenionico (pH)

O pH em uma escala de concentração de íons do hidrogênio, mostrada figura 1, inventado por Soren Peder Lauritz Sorensen. Sigla originária da lingua Alemã que “p” quer dizer potência e “H” símbolo do hidrogênio da tabela periódica (CUNHA, 2014).



Fonte: Adaptado pelo autor (2018) ^{1 2}

Segundo Mello (2014), é possível verificar o grau de acidez ou de alcalinidade de uma solução em uma escala de 0 a 14 conforme a tabela. Para Brena (2009), a equação do pH (equação 1):

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad (1)$$

2.1.1 Neutralização do pH

Com a finalidade de neutralizar o pH quando a solução se encontra ácida em estação de tratamento de água (ETA), é aplicado o cal hidratado [Ca (OH)₂] ou seja, alterando a para neutro ou alcalino conforme necessidade (MACKENZIE; MASTEN 2016).

Segundo MINISTÉRIO DA SAÚDE (2011), sabe-se que em algumas localidades a água de mananciais subterrâneos ou superficiais pode apresentar pH fora da faixa recomendada, o que não significa que essa água seja imprópria para consumo humano. Por outro lado, é importante lembrar que o pH dentro dessa faixa previne os equipamentos utilizados quanto a corrosão e favorece uma melhor eficiência da desinfecção, [...], aconselha-se ajuste do pH.³

2.1.2 Corrosão

¹ METTLER TOLEDO. Medição de ph . Disponível em: < <https://www.mt.com/br/pt/home/library/guides/lab-analytical-instruments/pH-Theory-Guide.html> >. Acesso em: 13 abr. 2018

² VIDACINA. El ph de los alimentos . Disponível em: < : <https://vidacina.com/el-ph-de-los-alimentos/> . >. Acesso em: 13 abr. 2018

³ MINISTÉRIO DA SAÚDE. Perguntas e respostas sobre a PORTARIA MS N° 2.914/2011. Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental/DSAST/SVS/MS Tiago Brito Magalhães, Mariely Helena Barbosa Daniel. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/setembro/30/PERGUNTAS-E-RESPOSTAS-SOBRE-A-PORTARIA-MS-N-2-914.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

Com base em Araújo (2005), a corrosão é deterioração por processo orgânico químico ou eletroquímico em materiais metálicos e não metálicos tanto o ferro, aço, plástico entre outros.

Em razão de vários produtos químicos da família dos não metais da tabela periódica, são lançados no ar em formas de fumaça ou gases em níveis consideráveis, por meio de automóveis e equipamentos automotores, movido à derivada de petróleo propagam-se pelo ar, estas reações químicas são convertidas em chuva ácida comprometendo [instalação](#), [máquina](#), [mecanismo](#) no processo de corrosão (NERY, 2013).

2.2 Automação Industrial

A automação propriamente dita, idealizado pelo engenheiro da montadora Ford Motor Company por volta de 1940. Até neste período utilizavam-se os relés para o comando e controle no setor industrial, que por sua vez, ocupavam muito espaço por serem robustos como mostra a figura 2, seus painéis e uma infinidade de fios nas linhas de montagem General Motors. Em fase de mudança para outros modelos as execuções de tarefas eram vagarosas por suas complexidades lógicas do setup (LAMB, 2015).

Figura 2 – Painél a relé

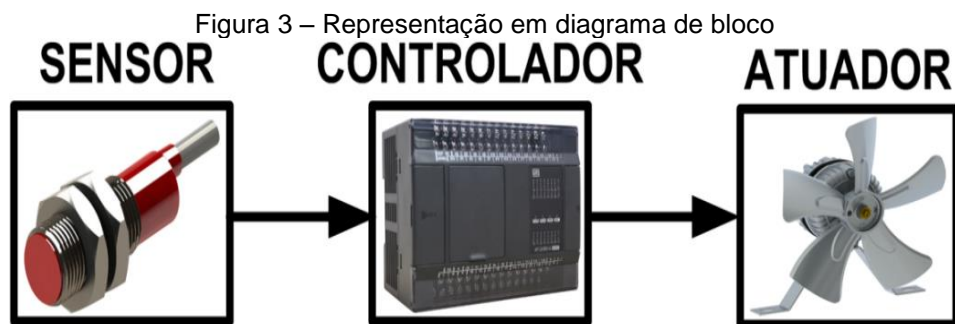


Fonte: Parede e Gomes (2011) ¹

No atual avanço da tecnologia são poucas as automações com equipamentos á relé, no entanto, sua aplicação em pequenas máquinas apresenta um custo baixo por ter um limite de atuador e transdutor (FRANCHI; CAMARGO A, 2013).

A automação são combinações de elementos mecânicos e eletrônicos com o objetivo de se controlar, monitorar e tomar descisões importantes por intermédio de sensores controlador atuador, representados em diagrama de bloco mostrado na figura 3 (ROSÁRIO 2009).

¹ PAREDE, Ismael Moura; GOMES, Luiz Eduardo Lemes. Automação Industrial: eletrônica. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011. 227 p.



Fonte: Adaptado pelo autor (2018) ^{1 2 3}

Sensor é um equipamento que faz a leitura física em sinais ópticos, elétrico, pressão, temperatura entre outros, geralmente instalado na entrada de um controlador lógico programável (CLP), e este, faz a conversão e processamento dos sinais e entrega na saída comumente originando em uma força mecânica dos atuadores, ou seja, é a conclusão dos valores relacionados com as entradas (ALCIATORE; HISTAND, 2014).

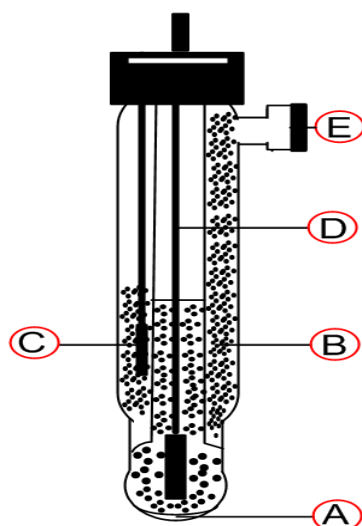
Para Ordonez, Edward; Penteado (2006), nos processos de automação de sistemas é aplicado sensores digitais (discreto, liga/desliga), ou seja, presença de um sinal ou a ausência. E sensores analógicos que possibilita um sinal de variação constante como é o caso do sensor de pH, este sensor segundo Oliveira; Fernandes (2017), constitui-se por eletrodo combinado como mostrado na figura 4 possuem um bulbo eletrodo de vidro e eletrodo referência, são mais usuais por ser compacto e fácil manuseio.

Figura 4 – Eletrodo combinado

¹ WEG. Sensores industriais: sensor indutivo. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Seguranca-de-Maquinas-e-Sensores-Industriais/Sensores-Industriais/Sensores-Indutivos/Sensores-Industriais---Sensores-Indutivos/p/MKT_WDC_BRAZIL_SENSORS_INDUCTIVE_SENSORS>. Acesso em: 21 jun. 2018.

² WEG. Controlador lógico programável. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automacao-e-Controle-Industrial/Controle-de-Processos/Controladores-Logicos-Programaveis/Controlador-Logico-Programavel-TPW04/Controlador-Logico-Programavel-TPW04/p/MKT_WDC_BRAZIL_PLC_TPW04>. Acesso em: 21 jun. 2018.

³ WEG. Soprador. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-Eltricos/Monofasico/Ventiladores/Movimentacao-de-Ar/Soprador/Soprador/p/MKT_WMO_BR_1PHASE_BLOWER>. Acesso em: 21 jun. 2018.



Fonte: Adaptado pelo autor (2018) ¹

No eletrodo de vidro é importante a calibração do eletrodo de referência com pH conhecido, ajuste do tampão à um valor constante, para então o bulbo sensor efetuar a comparação de potencial. É impossível sua medida direta na substância por existir uma discordância de potencial (THOMAZINI; ALBUQUERQUE; BRAGA, 2007).

Calibração para Senai (2015), é o ajuste de ferramentas e equipamentos em um parâmetro já conhecido e correlacionar este valor, aferindo o instrumento pertinente à medida ou amplitude desejada. No quadro 1 a seguir são mostradas as identificações de A~E do eletrodo combinado com as referências e características.

Quadro 1 – Característica de um sensor combinado de pH.

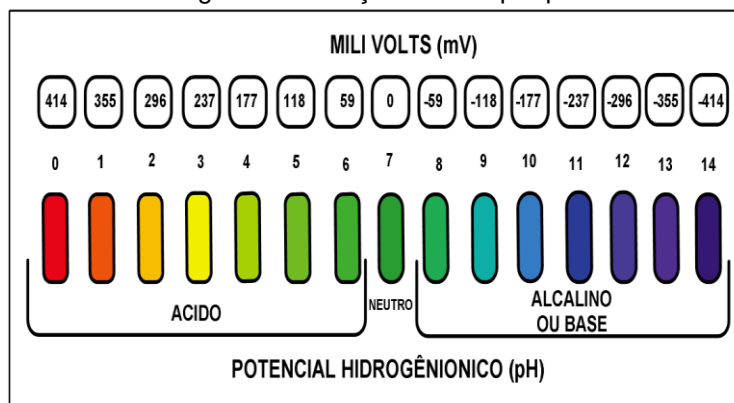
Referência	Característica	Fonte
A	Bulbo Sensor.	(THOMAZINI; ALBUQUERQUE; BRAGA, 2007).
B	Solução interna 3 Cloreto de Potássio (KCl).	
C	Elemento de referência.	
D	Haste de prata recoberta com cloreto de prata.	
E	Abertura lateral para aplicar a solução com pH conhecido para a calibração do eletrodo de referência.	

Fonte: Adaptado pelo autor (2018)

Para Trevisan, Poppi (2006), sensor de pH ou sensor químico identifica concentração química em uma substância. Princípio de medição do pHmetro por imersão em substância são composto principalmente por dois eletrodos: medição e referência. Quando o eletrodo é submerso na amostra, ele produz milivolts que são transformados para uma escala de pH, figura 5 (RODRIGUES, 2010).

¹ THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações. São Paulo: Editora Erica, 2007. 224 p.

Figura 5 – Relação em mV por pH



Fonte: Adaptado pelo autor (2018) ^{1 2}

Segundo Alves (2010), na escala de Calibração a relação entre variação de mV com o pH onde:

$$\text{mV} = -59,15 \cdot \text{pH} + 414,10 \text{ mV} \quad (2)$$

$$\text{pH } 0,00 = 414,1 \text{ mV} \quad (3)$$

$$\text{pH } 7,00 = 0,0 \text{ mV} \quad (4)$$

$$\text{pH } 14,00 = -414,1 \quad (5)$$

2.2.1 Sistema de Controle

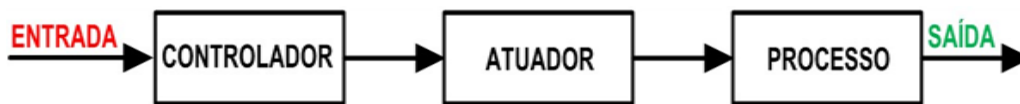
É a ação de refinamento, desenvolvimento em determinadas transformações diversas. Através do sistema de controle de processos pode-se monitorar e controlar suas variáveis dando assim um suporte confiável de variabilidade aumenta a eficácia para a característica de um produto em produção, conseqüentemente uma proteção no controle contra desvio subitido indesejavel que pode provocar mudanças de característica e espectro na estrutura e nos produtos (FRANCHI, 2011).

Os sistemas de controle podem ser aplicados de duas maneiras distintas o de malha aberta e o de malha fechada, o primeiro ilustrado na figura 5, neste processo bem como muito utilizado, porém sem o ajuste da variável de entrada pela saída ou vice-versa, sem a necessidade de correção de perturbações, portanto não se monitora precisamente as condições da transformação do processo (COSTA, 2009).

Figura 5 – Diagrama de blocos de malha aberta

¹ Disponível em: <https://vidacina.com/el-ph-de-los-alimentos/>. Acesso em 13/04/2018.

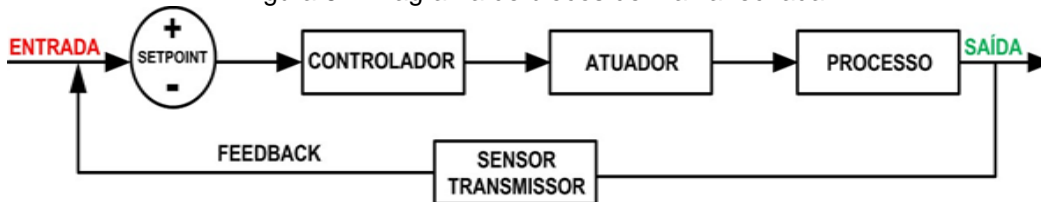
² ALVES, Nilton Pereira. Medição de pH e Íons: Conselho Regional de Química. 2010. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/sms/files/file/medicao_pH_ions_2010.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2018.



Fonte: Autor (2018)

Já o segundo que é o de malha fechada mostrado na figura 6, são ajuste refinado de suas operações.

Figura 6 – Diagrama de blocos de malha fechada



Fonte: Autor (2018)

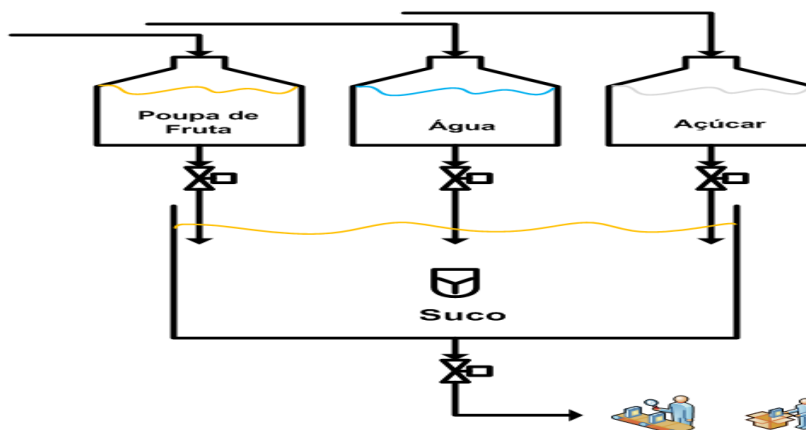
O emprego deste controle resulta em medição, computação, comparação, e correção do processo, ou seja, mensurar a saída monitorada pela entrada até que se chegue a uma concordância entre os indicadores e atuadores corrigindo as avarias. (DUNN, 2013).

2.2.2 Processos Batelada e processo contínuo

Em uma grande diversidade de produtos que uma indústria manipula, se tem o processo por batelada figura 7, quando se trata de mudanças de produtos para outro semelhante não a necessidade de grandes alterações em seu equipamento.

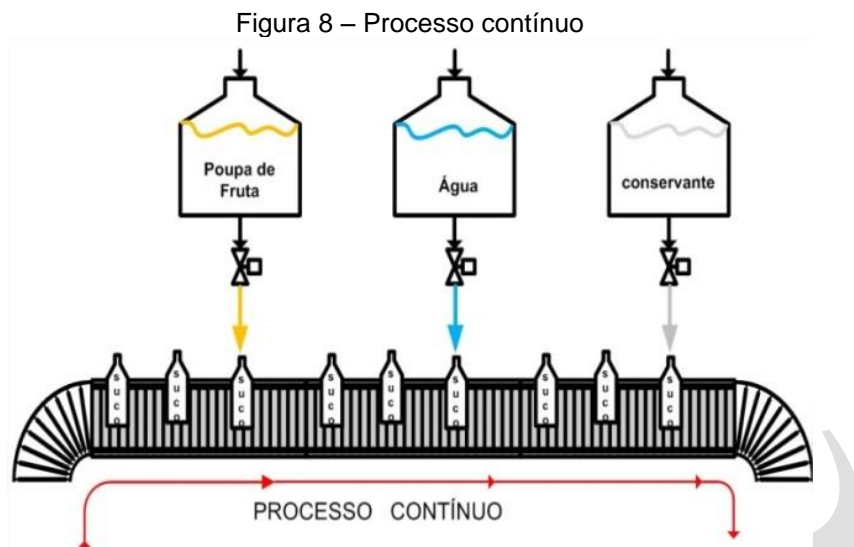
A sua manufatura determina quantidade de produto e não segue para outro estágio antes de completar a sequência em um tempo estipulado (FRANCHI, 2011).

Figura 7 – exemplo processo batelada



Fonte: Autor (2018)

Após o término de uma série, novamente é colocada uma quantidade de material e segue um novo ciclo (SENAI, 2013). Ou seja, tem-se uma pausa momentaneamente para a reposição de uma nova transferência, o que já não acontece com o método do processo contínuo mostrado na figura 8.

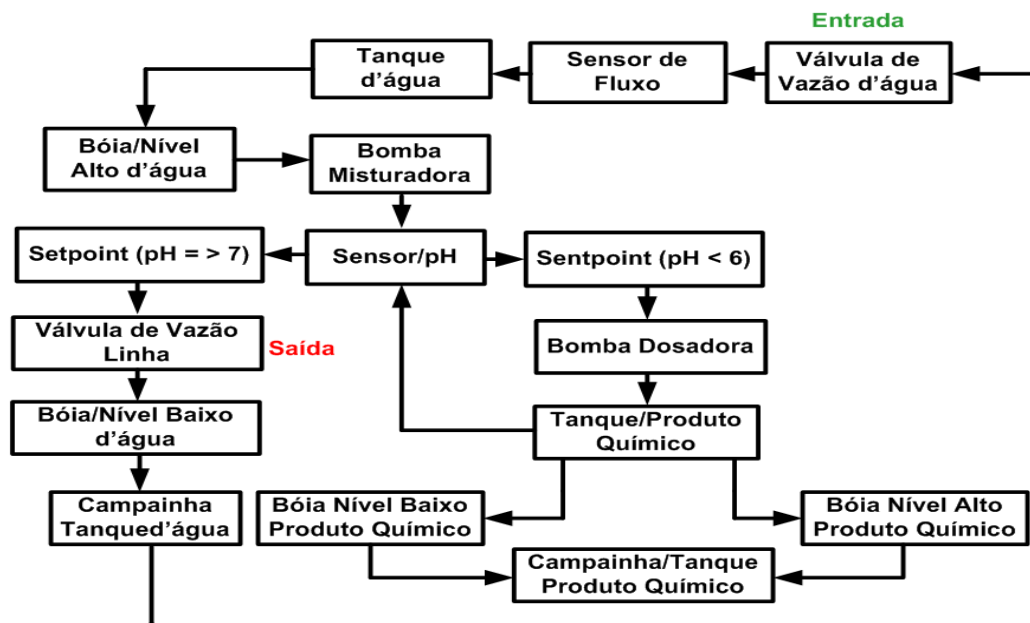


Este segue outra necessidade de produtividade segundo Duarte (2001), prossegue ininterruptamente dentro do sistema recebendo matéria prima durante o trajeto, geralmente baixa diversidades e alta produtividade, mas neste aspecto se tem um desafio de risco, caso haja uma anomalia ou pane no sistema compromete a produtividade da estrutura de um todo quando nela vinculado.

3. METODOLOGIA

Este trabalho retrata de um projeto de bancada didática para análise e correção do pH por processo batelada, envolvendo equipamentos de medição e controle como, CLP para controlar o processo, sensor de pH e bomba dosadora para mensurar a dosagem, a figura 9 é representada em forma simplificada em diagrama de blocos do projeto.

Figura 9 – Diagrama em bloco do projeto



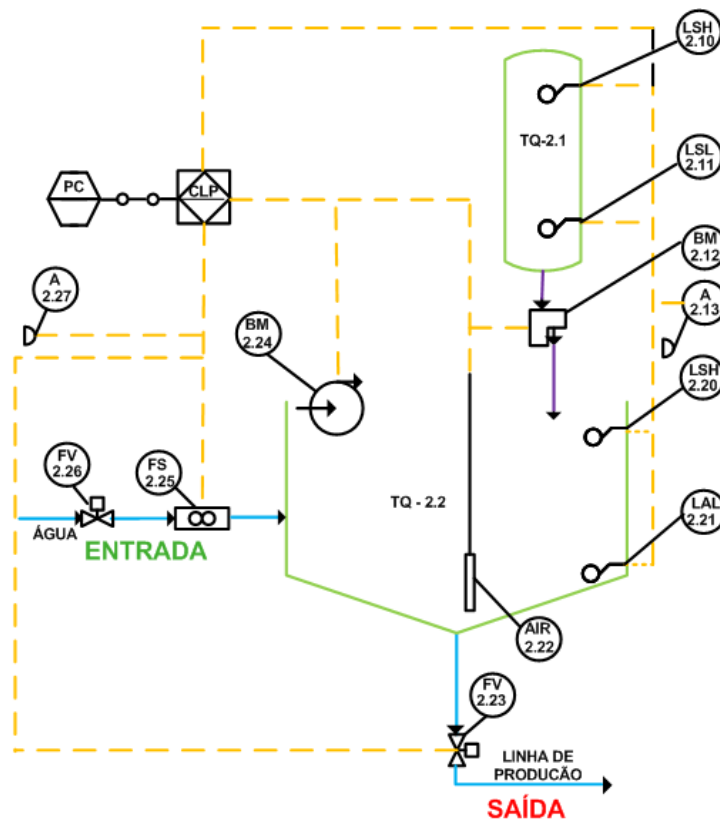
Fonte: Autor (2018)

A válvula de vazão d'água na entrada do sistema é aberta dando passagem ao líquido para o sensor de fluxo monitorar a vazão enviando sinais para o sistema, e quando atingida a superfície da bóia de nível alto do tanque d'água, simultaneamente a bomba misturadora começa agitar e o sensor de pH faz a leitura em sinais de mili voltz referente a escala de pH, caso o pH se encontre = ou > que 7, ou seja, neutro ou alcalino abre-se a válvula de vazão para a evacuação d'água, a bóia de nível baixo d'água indica que a água se evacuou totalmente para linha de saída, soando a campainha para iniciar novamente outra batelada. Na condição do pH < que 6 ácido, a bomba dosadora permite dosar gradualmente o produto químico permitindo que novamente o sensor de pH faça a leitura até que se atinja o pH desejado, neutro ou alcalino, e avança para a linha de saída, assim segue outra batelada.

Caso o tanque de produto químico se esvazie é detectado pela bóia de nível baixo e se aciona a campainha indicando a ocorrência pausando o sistema, assim também, é indicado quando se tem o tanque cheio pela bóia de nível alto soando a campainha para não exceder e transbordar o líquido.

Dando continuidade ao projeto foi desenvolvida uma planta de diagrama de processo e instrumentação (P&ID), na figura 10 mostrada a baixo, são referentes à proposta da bancada didática, aqui são ilustradas todos os elementos de comando, atuadores, ligações elétricas, tubulações e posicionamento na estrutura conforme a norma ISA 5.1 (SENAI 2016).

Figura 10 – Diagrama P&ID, proposta do projeto.



Fonte: autor (2018)

Esta planta didática todos os dispositivos e equipamento são de acesso ao operador, oferecendo autonomia para manutenção, manuseio dos procedimentos, e verificação nas atuações do processo de controle, o diagrama P&ID propicia a visualização geral das malhas, tags, elementos de conexões, que são apresentadas no quadro a seguir. Para um apoio na identificação dos instrumentos do projeto no diagrama P&ID, foi desenvolvido o quadro 1.

Quadro 1 – Identificação de equipamento no diagrama P&ID

Instrumentos	Identificação da Malha de Controle	Nomenclatura Identificação Funcional (TAG)	TAG Tradução	Identificação de localização	Local de instalação
Tanque Produto	2.1	TQ	Tanque	○	Monta do/campo
Tanque D'água	2.2	TQ	Tanque	○	Monta do/campo
Bóia/baixo	2.10	LSL	Chave de nível baixo	○	Monta do/campo
Bóia/alto	2.11	LSH	Chave de nível alto	○	Monta do/campo
Bomba/Dosadora	2.12	BM	Bomba	○	Monta do/campo
Bóia/baixo	2.20	LSL	Chave de nível baixo	○	Monta do/campo
Bóia/alto	2.21	LSH	Chave de nível alto	○	Monta do/campo

Sensor/PH	2.22	Air	Registrador indicador de condutividade	○	Montado/campo
Válvula/Vazão	2.23	FV	Válvula de vazão	○	Montado/campo
Bomba/Rotativa	2.24	BM	Bomba	○	Montado/campo
Sensor/Fluxo	2.25	FS	Chave de vazão	○	Montado/campo
Válvula/Vazão	2.26	FV	Válvula de vazão	○	Montado campo
Alarme/TQ 2.1	2.13	A	Alarme	○	Montado campo
Alarme/TQ 2.2	2.27	A	Alarme	○	Montado campo
Controlador Lógico Programável	X	CLP	Controlador Lógico Programável		Localizado no painel acessível ao operador
Persona Computer	X	PC	Computador Pessoal		Localizado no painel acessível ao operador
	X	X	Ligação por software	X	X
-----	X	X	Sinal elétrico	X	X

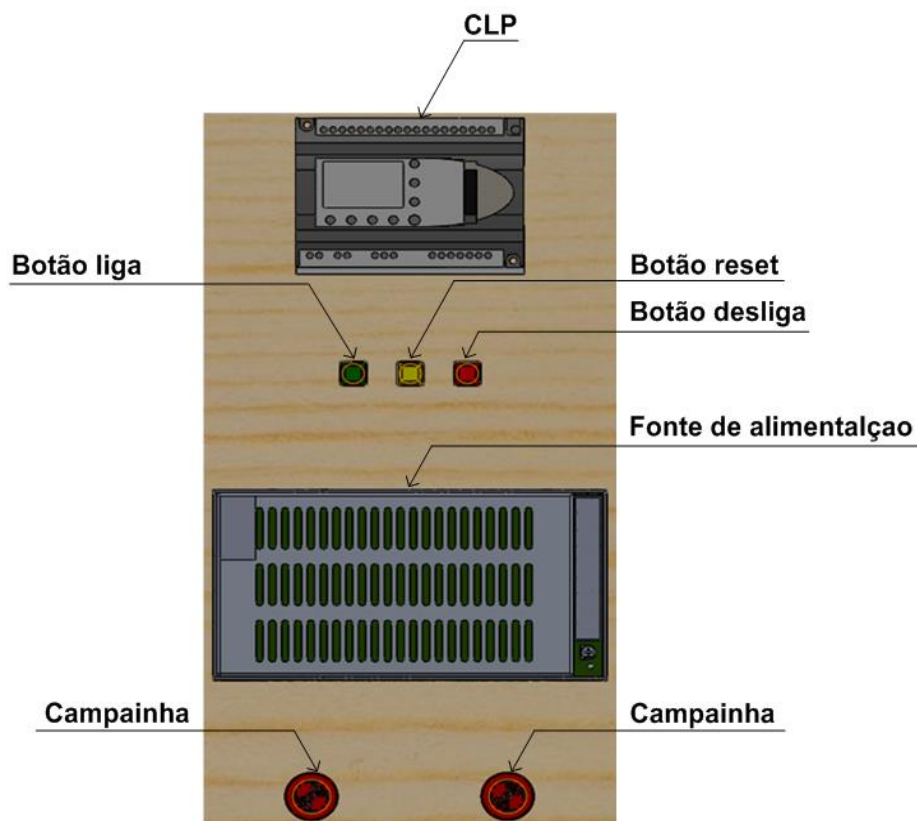
Fonte: Autor (2018)

O quadro 1 representa indicações de malhas de controle, nomenclaturas, TAGs com as traduções dos elementos, identificação de localização no qual os instrumentos estão instalados na planta P&ID e com as simbologias de cabos elétricos.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para validar a proposta do trabalho foi utilizado o software solidworks para o desenvolvimento da representação virtual autêntica do projeto, constituída em três partes. A primeira parte figura 15, é referente ao painel de conexão elétrica formada por sete dispositivos exibida a seguir.

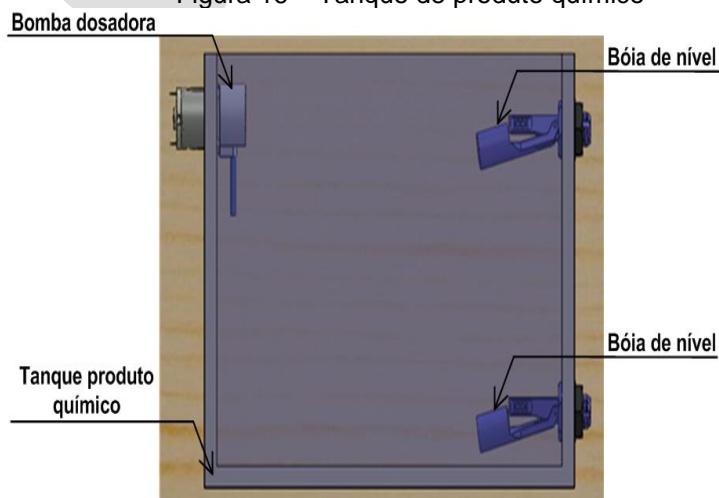
Figura 15 – Painel de conexão elétrica



Fonte: Autor (2018)

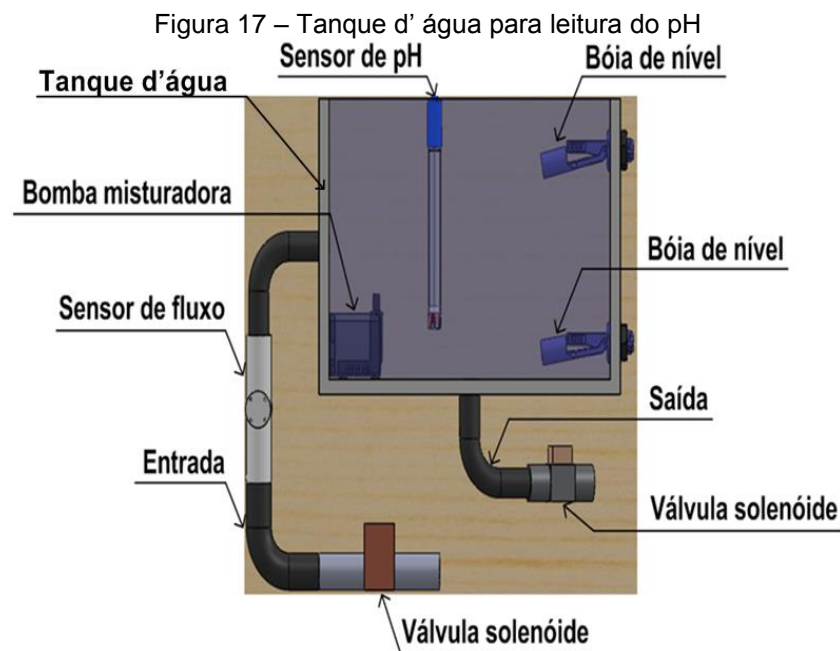
O painel de conexão elétrica do projeto proposto é constituído por botão liga para inicializar o sistema, botão reset para reiniciar o sistema, botão desliga para a interrupção do processo, CLP para os processamentos de dados e controle do processo, fonte de alimentação para conversão de corrente alternada para corrente contínua (AC/DC) conectado no CLP e as campainhas para o aviso de imprevisto que possa ocorrer durante o processo. Na segunda parte do desenho representa o tanque de produto químico que são compostos por quatro elementos mostrados na figura 16.

Figura 16 – Tanque de produto químico



Fonte: Autor (2018)

Este recipiente é representada por tanque de produto químico para a acomodação da substância, bomba dosadora para injetar o produto de forma controlada pelo CLP, bóia superior de nível para a indicação de recipiente alimentado da solução, bóia inferior de nível para indicá-la a falta do produto no recipiente. A terceira e última parte do projeto proposto é integrada por dez equipamentos definidas na figura 17, tanque d'água para leitura do pH.



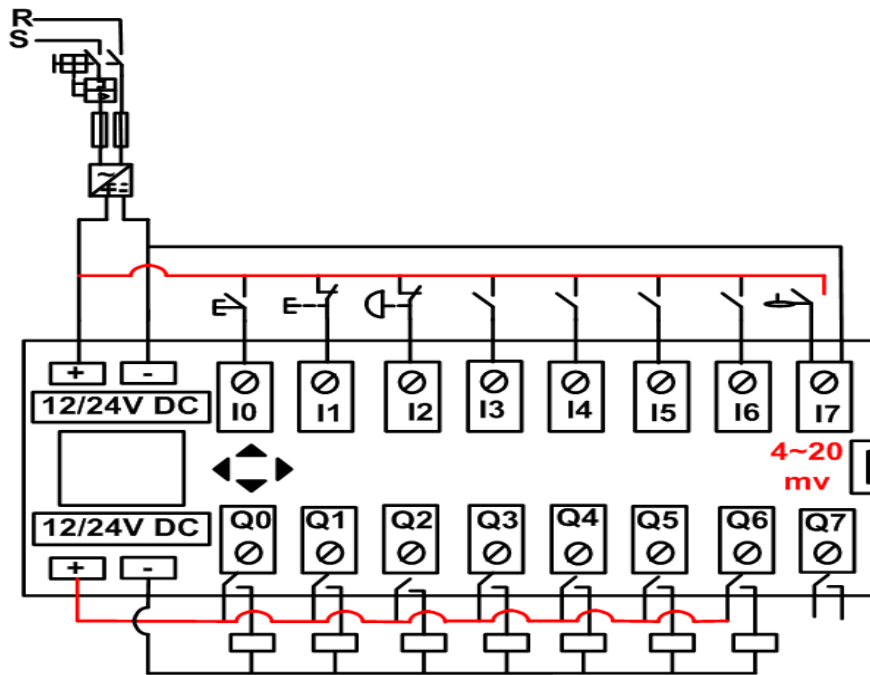
Fonte: Autor (2018)

A terceira parte do projeto são definidas por tanque d'água, sensor de pH para a leitura do meio aquoso, bóia superior de nível para sinalizar se o reservatório se encontra cheio, bóia inferior de nível para apontar as condições de recipiente vazio, bomba misturadora para a homogeneização d'água, válvula solenóide ou de vazão de saída para o escoamento do líquido no padrão adquirido, válvula solenóide ou de vazão acesso à entrada d'água para nova batelada, sensor de fluxo este mede o volume a ser depositado.

4.1 Diagrama elétrico

O diagrama elétrico mostrado na figura 18 traz informações do projeto proposto e retrata das conexões e instalação elétrica dos componentes em um CLP convencional como: disjuntor, fusível, transformador de tensão AC/DC, botoeiras e sensores.

Figura 18 – Diagrama elétrico do CLP



Fonte: Autor (2018)

Dando sequencia em proporcionar uma identificação com claresa o quadro 4 fornece uma visualização classificadas em cores dos dispositivos no CLP, relacionada com suas input e output em inglês, entradas e saídas ou tecnicamente I/Os. Nas entradas são utilizadas sete digitais e uma analógica e as saídas sete saídas todas digitais.

Quadro 2 – Componente a ser conectado ao CLP do projeto

Relações de instrumentos/entradas e saídas I/O					
Entrada digital	IN	Entrada analógica	Saída digital	OUT	Saída analógica
Botão liga	I0	Sensor de pH	I7	Bomba dosadora	Q0
Botão reset	I1			Válvula solenóide/in	Q1
Botão de desliga	I2			Bomba rotativa/mistura	Q2
Bóia de nível alto/produto	I3			Sensor de fluxo	Q3
Bóia de nível baixo/produto	I4			Válvula solenóide/out	Q4
Bóia de nível água /alto	I5			Campainha/tanque/produto	Q5
Bóia de nível água /baixo	I6			Campainha/tanque/água	Q6

Fonte: Autor (2018)

O quadro 2 são informações relacionadas ao endereçamento dos componentes pertinente a entradas e saídas das conexões nas interfaces do CLP.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu pesquisar e elaborar um sucinto projeto que foi representado por desenhos técnicos e diagramas conforme normas estabelecidas, assim a proposta da bancada didática foi atingida e finalizada, os resultados conforme figura representada no protótipo do projeto.

Com os resultados obtidos no presente projeto, sugere-se para trabalhos futuros a confecção da bancada e escolha do controlador lógico programável e conseqüentemente a programação lógica a ser aplicados, dimensionamentos dos equipamentos e com sistema supervisorio poderá contribuir na melhoria da bancada.

REFERÊNCIAS

- ALCIATORE, David G.; HISTAND, Michael B. **Mecatrônica e o sistema de medições**. 4. ed. Porto Alegre: Verônica de Abreu Amaral, 2014. 456 p.
- ALVES, Nilton Pereira. **Medição de pH e Íons**: Conselho Regional de Química. 2010. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/sms/files/file/medicao_pH_ions_2010.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- ARAÚJO, Giovanni Moraes De. **Segurança na armazenagem, manuseio e transporte de produtos perigosos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde Editora e Livraria Vertual, 2005. 948 p.
- BRENA, Nilson Antonio. **Uma chuva ácida e os seus efeitos sobre as florestas**. 2. ed. São Paulo: Nilson Brena Ebook, 2009. 208 p.
- COSTA, Eduard Montgomery Meira. **Controle analógico: teoria e prática**. Santa Catarina: Clube de Autores, 2009. 256p.
- CUNHA, Carlos Leonardo Figueiredo. **Interpretação de exame laboratorial na prática do enfermeiro**. Rio de Janeiro: Rubio Ltda, 2014. 172 p.
- DUNN, William C.. **Fundamentos de instrumentação industrial e controle de processos**. Minas Gerais: Bookman Editora, 2013. 336 p.
- FRANCHI, Claiton Moro. **Controle de Processos Industriais Princípio e Aplicações**. São Paulo: Érica Ltda, 2011. 256 p.
- FRANCHI, Claiton Mouro; CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Controlador logico programável sistema discreto**. São Paulo: Érica Ltda, 2013. 352 p.
- LAMB, Frank. **Automação Industrial: Controle e processo industriais**. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda, 2015. 376 p.
- MACKENZIE, Davis L.; MASTEN, Susan J.; WEAVER, Gabriela C. **Engenharia Ambiental**. 3. ed. Porto Alegre: Denise Weber Nowaczyk, 2016. 872 p.

MELLO, Hugo José Nogueira Pedroza Dias. **Sensores químicos com transdução microeletrônica e ótica utilizando polianilina nanoestruturada**. 2014. 110 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Física Aplicada à Medicina e Biologia, Universidade de São Paulo Ffclrp, Ribeirão Preto, 2014.

MENDES, Cleiton Rodrigues; SIEMON, Franz Biondi; CAMPOS, Milena Monteagudo.

Estudo de caso da indústria 4.0 aplicados em uma empresa

automobilística. ResearchGate, [S.L], nov. 2017. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/321152959_ESTUDOS_DE_CASO_DA_INDUSTRIA_40_APLICADOS_EM_UMA_EMPRESA_AUTOMOBILISTICA>. Acesso em: 07 jun. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Perguntas e respostas sobre a PORTARIA MS N°**

2.914/2011. Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental/DSAST/SVS/MS Tiago Brito Magalhães, Mariely Helena Barbosa Daniel. Disponível em:

<<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/setembro/30/PERGUNTAS-E-RESPOSTAS-SOBRE-A-PORTARIA-MS-N-2-914.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

METTLER TOLEDO. **Medição de pH** . Disponível em: <

<https://www.mt.com/br/pt/home/library/guides/lab-analytical-instruments/pH-Theory-Guide.html> >. Acesso em: 13 abr. 2018

NERY, Jonas Teixeira; CARFAN, Ana Claudia. **Glossário de termos técnicos em metrologia e climatologia** : Jundiaí São Paulo: Paco Editorial, 2013. 416 p.

OLIVEIRA, Rui; FERNANDES, Carlos. **Saneamento/pH**. Disponível em:

<<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PH.html>>. Acesso em: 25 out. 2017.

ORDONEZ, Edward David Moreno; PENTEADO, Cesar Giacomini; SILVA, Alexander César Rodrigues da. **Microcontroladores e FPGAs: Aplicações em Automação**. São Paulo: Novatec, 2006. 378 p.

PAREDE, Ismael Moura; GOMES, Luiz Eduardo Lemes. **Automação Industrial: eletrônica**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011. 227 p.

RODRIGUES, Tadeu. **Sensores de pH**. 2010. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAfXcEAA/rodrigues-t-j-sensores-ph>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

ROSÁRIO, João Mauricio. **Automação Industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009. 515 p.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de SÃO PAULO. **Qualidade da água**. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=40>. Acessado em: 01 abr. 2018.

SENAI. Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial. **Fundamentos de instrumentação: Analítica, processos, industriais, válvulas**. São Paulo: Senai-SP Editora, 2015. 428 p.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Sistema de instrumentação: projetos**. São Paulo: Senai - Sp, 2016. 176 p.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Técnica de controle**. Rio Grande do Sul: Senai, 2013. 170 p.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Editora Erica, 2007. 224 p.

TREVISAN, Marcrillo G.; POPPI, Ronei J.. **Química analítica de processos**. São Paulo: Scielo, 2006.

VIDACINA. **El ph de los alimentos** . Disponível em: < : <https://vidacina.com/el-ph-de-los-alimentos/>. >. Acesso em: 13 abr. 2018

WEG. Sensores industriais: **sensor indutivo**. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Seguranca-de-Maquinas-e-Sensores-Industriais/Sensores-Industriais/Sensores-Indutivos/Sensores-Industriais---Sensores-Indutivos/p/MKT_WDC_BRAZIL_SENSORS_INDUCTIVE_SENSORS>. Acesso em: 21 jun. 2018.

WEG. **Controlador lógico programável**. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automação-e-Controle-Industrial/Controle-de-Processos/Controladores-Lógicos-Programáveis/Controlador-Lógico-Programável-TPW04/Controlador-Lógico-Programável-TPW04/p/MKT_WDC_BRAZIL_PLC_TPW04>. Acesso em: 21 jun. 2018.

WEG. **Soprador**. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-Elétricos/Monofásico/Ventiladores/Movimentação-de-Ar/Soprador/Soprador/p/MKT_WMO_BR_1PHASE_BLOWER>. Acesso em: 21 jun. 2018.