



# ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03  
de dezembro 2021

## SISTEMA DE RESFRIAMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL: APLICAÇÃO DE SOFTWARE PARA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO HUMANO

**Rodrigo do Nascimento e Silva**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) - UTFPR

**José Manoel Balthazar**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) - UTFPR

**Resumo:** Sistemas de resfriamento de água industrial são foco de análise relevante para essa pesquisa, principalmente porque defende-se a necessidade de aprimorar os processos para melhor eficácia e segurança do colaborador. A partir dessa preocupação, essa pesquisa teve objetivo de analisar o sistema de resfriamento de água industrial manual e o automatizado, aplicando software para facilitar a operacionalização do sistema, bem como as verificações de temperatura e pressão. A partir da pesquisa de revisão bibliográfica, qualitativa e com implementação de projeto de software para utilização de painel, com base em CLP, os resultados demonstraram que software projetado contribui para se pensar a segurança do trabalhador, assim como aprimora processos temporais, já que não há necessidade de seu deslocamento para fora da fábrica e os movimentos elementares do painel podem ser resolvidos em curto espaço de tempo.

**Palavras-chave:** Resfriamento. Indústria. Software. Tempo.

## INDUSTRIAL WATER COOLING SYSTEM: SOFTWARE APPLICATION FOR HUMAN PROCESS OPTIMIZATION

**Abstract:** Industrial water cooling systems are the focus of relevant analysis for this research, mainly because it defends the need to improve processes for better efficiency and employee safety. Based on this concern, this research aimed to analyze the manual and automated industrial water cooling system, applying software to facilitate system operation, as well as temperature and pressure checks. From the literature review, qualitative research and implementation of a software project for the use of a panel, based on CLP, the results showed that designed software contributes to thinking about worker safety, as well as improves temporal processes, since it does not need to be moved outside the factory and the elementary movements of the panel can be resolved in a short period of time.

**Keywords:** Cooling. Industry. Software. Time.

### 1. Introdução

Sistemas de resfriamento são essenciais para o setor industrial, visto que o funcionamento intensivo do maquinário ocasiona problemas de aquecimento e, com substanciais falhas no resfriamento, os riscos se elevam de maneira significativa. De modo geral, é possível inferir que existem sistemas de resfriamento manuais e automatizados.

Os sistemas manuais ainda são predominantes na realidade de pequenas e médias indústrias, mas as possibilidades de automatização se tornam cada vez mais atrativas para as empresas. Assim, a problemática constituída na pesquisa se edifica na seguinte questão: qual a relevância de um sistema automatizado para verificação do resfriamento da água em ambiente industrial local?

Diante desse cenário, a atual pesquisa teve objetivo de analisar o sistema de resfriamento de água industrial manual e o automatizado, aplicando software para facilitar a operacionalização do sistema, bem como as verificações de temperatura e pressão. Para que esse objetivo pudesse ser alcançado, outros foram considerados.

O primeiro objetivo específico foi descrever aspectos teóricos da automação e da hidráulica. Em seguida, foi avaliado um sistema atual em indústria localizada na cidade de Ponta Grossa, antes da aplicação do sistema e após sua implementação.

A justificativa do estudo está em demonstrar que é possível conciliar ergonomia e segurança na automação industrial, principalmente quando verificadas as condições de temperatura e pressão. Da mesma forma, o estudo busca valorizar o aspecto hidráulico em suas muitas particularidades, mas com enfoque no resfriamento de água. A preocupação desta pesquisa está em demonstrar que existem mecanismos e ferramentas capazes de automatizar o processo, mas muitas indústrias ainda não utilizam, seja por falta de orçamento ou por falta de interesse.

## **2. Sistemas hidráulicos e segurança**

As tecnologias associadas à hidráulica possuem ampla pesquisa e prática em grandes empresas, o que otimiza seu uso e ofertar possibilidades de ida ao mercado para melhor desempenho em ambas. No que tange à automatização de processos, torna-se fundamental compreender a hidráulica como auxiliar, desde que pensada estrategicamente para sua finalidade. “Atualmente, a utilização de sistemas hidráulicos para automação de processos é de grande importância tecnológica, sendo, desse modo, utilizados em toda e qualquer área e setor industrial na indústria moderna”, (SIMÕES; MINILLO, 2017, p.11).

Segundo Viana (2016), o século III a.C. possui significativa relevância para se pensar a hidráulica, principalmente no contexto macedônico de invasão da Grécia e fixação na Europa. Essas máquinas serviram temporariamente ao curto reinado de Alexandre, o Grande, que era amante da Engenharia e buscava utilização inovadora de recursos para a guerra ou para a expansão econômico do Império.

Depois de uma paralisação de grandes proporções, ocasionada por conta da ordem feudal e a desvalorização do conhecimento científico, apareceram descobertas significativas entre os meados dos séculos XVI e XVII. Vários estudos de renomados cientistas, como Galileu, Von Guericke, Boyle, Bacon e Torricelli, fundamentavam e permitiam a compreensão de temáticas que se mantém até os dias atuais. No Renascimento Italiano, intelectuais como Da Vinci promoveram possibilidades futuras para se pensar em maquinário, com a criação de equipamentos mais sofisticados, popularizando a utilização do ar comprimido em aplicações industriais, conciliando pneumática e hidráulica (SHIGUEMOTO, 2019).

Ademais, é válido considerar a hidráulica em sua importância para o campo industrial. A palavra Hidráulica vem do grego, e seu significado é “condução de água” (do grego hydro, água e aulos, tubo, condução).” Na atualidade, confere-se ao termo Hidráulica um

significado mais amplo, ou seja, o estudo do comportamento da água e de outros líquidos, em repouso, ou em movimento (SCHULER, 2019).

Em se tratando de sistemas hidráulicos, tem-se que os atuadores hidráulicos são os elementos que convertem a energia hidráulica (de pressão) em energia mecânica (força ou torque, dependendo do movimento do atuador), produzindo trabalho mecânico, empregado posteriormente em um processo ou operação. Da mesma forma que os atuadores pneumáticos, os atuadores hidráulicos são divididos em lineares e oscilantes ou giratórios. “Os atuadores hidráulicos lineares são elementos que convertem energia hidráulica em movimento linear ou angular. São também conhecidos como cilindros hidráulicos”, (SIMÕES, 2016, p.222).

Deve-se enfatizar que a hidráulica industrial se encontra no centro de toda a automação, visto que se constitui na otimização da cadeia produtiva através de fluídos, condutividade de compostos, uso da água e diferentes tipos de gases. De modo geral, é fundamental que haja conhecimento da complexidade que envolve a ergonomia na hidráulica industrial ou mesmo sua automação no cenário mais abrangente.

Isso porque a elaboração de projetos hidráulicos precisa ser pensada não somente em relação ao custo, mas também na qualidade dos recursos ofertados. Um projeto hidráulico bem fundamentado pode gerar aumento de produtividade, representador mais rapidez nos processos, incorporar aspectos de inovação, trazer maior capacidade de concorrência para a empresa, trazer melhor adequação de normativas regulatórias nacionais e internacionais, ser adaptáveis a ferramentas e recursos mais atuais, além de obter maior precisão no produto ou processo desempenhado (TAVEIRA et al, 2018).

Para De Almeida (2018), um dos problemas mais significativos para implementação de uma estrutura ergonômica direcionada à hidráulica é o custo, já que o Brasil possui grande carga tributária e o setor secundário ainda sofre com oneração diversa. Mesmo assim, nos dias atuais já há como mencionar a hidráulica digital, que é trabalhada por meio de sensores e possui funcionalidade principal em evitar desperdícios, a eficácia de energia e as adaptações que a robótica pode trazer.

Assim, um projeto hidráulico eficiente pode reduzir despesas a longo prazo, oportunizar melhor utilização de recursos, menor fadiga do maquinário, maior segurança e saúde para os colaboradores, mais detalhamento dos processos produtivos e, como componente final mais qualidade (TAVEIRA et al, 2018).

Por fim, faz-se necessário mencionar que a efetivação de projetos hidráulicos com foco na ergonomia deve ser realizada por um profissional capacitado. Por mais que esse ponto seja de intrínseca obviedade, existem indústrias, principalmente de pequeno porte, que edificam projetos sem a presença desse profissional ou sem as devidas informações de saúde e segurança. Os resultados são desastrosos, pois trazer parcialidade ao processo, diminuem a qualidade e ainda ocasionam risco ao colaborador.

De modo geral, existem diferentes contribuições da hidráulica para o contexto da automação industrial. Dentre os pontos levantados por Cervantes et al (2008), é importante considerar a simplicidade, o custo e a confiabilidade do processo. Por mais que essas sejam vantagens já perceptíveis, a não realização de manutenção preventiva no setor pode transformar todos esses pontos em desvantagens.

Isso porque um sistema simples pode se tornar em um problema complexo, o custo que se traduz em vantagem pode ser uma desvantagem, caso a manutenção se estenda para diferentes pontos da fábrica. Por fim, um sistema que deve ser confiável, quando não trabalhado dentro das perspectivas e normativas teóricas, pode ser objeto de desconfiança e risco (SCHULER, 2019).

Segundo Nascimento (2019), outro ponto de relativa significância para a hidráulica é sua facilidade de projeção, já que há linearidade na mobilização. Para Cervantes et al (2008), se comparada com a fonte hidráulica e com a fonte elétrica, a pneumática ganha espaço em alguns setores, mas perde em outros. Os exemplos citados pelo autor trazem maior esclarecimento sobre isso. Ele destaca que a pneumática é mais simples, mas com maior possibilidade de impacto. O controle é por válvulas simples e a precisão é satisfatória, o custo de aquisição é baixo, assim como a manutenção. Mesmo assim, considera sua eficiência mais baixa, ainda que tenha mais confiabilidade.

Segundo Mechelin (2018), é preciso compreender que a utilização de tecnologias e recursos é regida por regras (normativas) que visam eliminar riscos e perdas, sendo que os riscos são nossos maiores desafios em relação aos critérios quanto ao prejuízo para a vida dos trabalhadores, desta forma a análise de riscos deve ser o primeiro passo do planejamento que visa o controle de perdas.

Em se tratando de máquinas e equipamentos hidráulicos, além das normativas a serem observadas durante os processos de fabricação, podemos destacar duas normativas que acompanham as máquinas/equipamentos por toda sua vida útil, são elas a NR 10 (elétrica) e a NR 12 (Segurança Operacional). Para desenvolver bem o negócio, com ética e profissionalismo, é necessário que as pessoas envolvidas tenham condições de trabalhar com segurança e bem-estar.

Mais do que compreender apenas a teoria, é importante que haja conhecimento das práticas em cada Norma regulatória junto a formas de implementação normativa que sejam capazes de oportunizar harmonização na hidráulica. Os processos ergonômicos na hidráulica precisam ser evidenciados mediante a documentação específica. Sem tal segurança ocupacional e com escassez de seriedade na saúde do trabalhador, os prejuízos podem continuar expressivos, seja para o trabalhador, seja para a empresa.

### **3. Metodologia**

Metodologicamente, a pesquisa se define como de revisão bibliográfica, qualitativa e com aplicação de software para obtenção de dados e temperatura de tanque de resfriamento, trazendo maior segurança e praticidade. Para Gil (2007), a revisão bibliográfica é essencial para conhecer uma determinada realidade, já que o conteúdo produzido em teoria pode ser aplicado na prática, evitando equívocos cruciais ao processo. Da mesma forma, o autor aborda que a pesquisa qualitativa não enfoca nos processos quantitativos, mas aprofunda-se em informações específicas para trazer esclarecimento sobre determinado tema. Por fim, a pesquisa de aplicação é a prática em si, pois busca soluções para determinados problemas já existentes no trabalho cotidiano. São trabalhados os resultados e a discussão, descritos e comparados com a literatura existente sobre o resfriamento de água industrial em outros ambientes.

### **4. Resultados e Discussão**

De modo geral, o sistema anterior detectado na indústria local, onde foi aplicado o software, é tradicional. Nesse sistema, existe controle de temperatura e pressão, mas para acionar o painel elétrico e as bombas, é necessário sair da fábrica. Tal ação incorre em perda de tempo e mobilização do colaborador/operador para fora do espaço de produção, de modo que haja operacionalização das bombas. A Figura 1 destaca a situação inicial verificada na chegada ao local.

**Figura 1 – Área de acionamento das bombas**

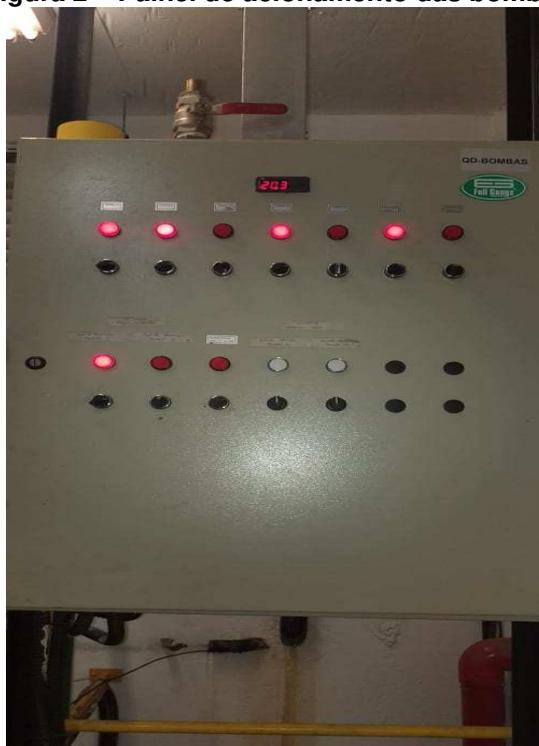


**Fonte: Elaboração Própria (2020)**

Conforme verificado, a necessidade de saída implica em maior desperdício de tempo, já que a utilização de software poderia aprimorar sua otimização. Diante disso, houve preocupação em melhorar esse sistema de resfriamento de água industrial, pois o momento anterior era de fornecimento de dados de pressão da linha de cada circuito e temperatura do tanque de água fria.

Para que o operador acionasse as bombas haveria necessidade de sair da máquina e deslocar-se para fora da empresa. Tal retirada atrasava o processo e poderia gerar gargalos ou retrabalho imediato, incorrendo em perda de lucratividade. A Figura 2 retrata o painel de comandos em forma mais detalhada, como se observa a seguir:

**Figura 2 – Painel de acionamento das bombas**



**Fonte: Elaboração Própria (2020)**

O sistema aplicado é controlado por um software no qual o operador poderá ligar e desligar qualquer equipamento pelo supervisório da linha. Diante disso, o operador terá dados dos equipamentos e da água, assim como sua condição no processo do cabo. Tal inserção

facilita o trabalho e evita gargalos comprometedores. A nomenclatura dada ao projeto foi “Projeto Novo do Sistema de Resfriamento de Água Industrial – Empresa Acome do Brasil”.

Com o projeto, o operador pode ter acesso a diferentes dados, como a temperatura do tanque de água fria, a temperatura do tanque de água quente, a temperatura do tanque central, a pressão de água em cada um dos circuitos e a amperagem de cada equipamento. Também poderá ter a visualização de ligado ou desligado em cada equipamento, os níveis dos tanques de água quente e fria (separados), o nível do tanque central, a linha de isolamento, trelias e aceleradores, bem como o uso da água no processo.

Ainda poderá ter os dados referentes à estabilização da pressão em 3.5 bar (para não ter perda de pressão da água), controle de quantidade de água para o poço artesiano, o RPM de cada equipamento e, principalmente, terá segurança de operacionalização para o profissional envolvido. Vale lembrar que todos esses dados precisam ser acessíveis, mas que a capacitação para o trabalho facilita a absorção dos dados e eficácia do processo.

Em análise funcional detalhada efetuada anteriormente, também foram levantados outros dados. No painel, será instalada a função automática e manual. Na primeira, o operador é quem verifica os estados de temperatura e pressão, assim como aciona o botão de emergência caso os níveis encontrem-se acima dos considerados no padrão.

Se ao acionar o sistema automático houver algum problema, a luz vermelha se acenderá no IHM. Caso não haja nenhum problema, a luz verde acenderá e possibilitará o prosseguimento das atividades. O automático se encontrará à direita e o manual à esquerda no computador, em posições por chave 455. A parada de ciclo pode ocorrer por conta de ação humana ou de sistema, com alarme tocado para reforçar a necessidade de desligamento, em caso de irregularidade procedimental ou sistemática.

Também será aplicado o sistema RESET, no qual falhas não ativas podem ser retiradas, assim como o controle manual pode ser retomado. A parada emergencial também aciona o reset, cuja disponibilidade se encontra em todos os momentos, inclusive com luz verde no painel. Dessa forma, o painel é composto por botão reset, botão de emergência, chave 455 com duas posições (auto e manual) e 11 teclas de acionamento manual das bombas e motor do exaustor.

Os sensores e acionadores serão colocados para detecção do nível de água, válvula elétrica, sensor de controle de pressão, sensores de temperatura e acionadores em soft starter e inversor. Também serão colocadas motobombas e válvulas manuais com alimentação elétrica e tensão nominal trifásica. As referências de instalação utilizadas são a NBR 5410 (instalações elétricas de baixa tensão), NBR 5419 (proteção contra descargas atmosféricas), NR 10 (Segurança para eletricidade) e NR 12 (maquinário e equipamentos).

Para otimização do processo, foi utilizado o sistema CLP. De modo geral, sua usabilidade está diretamente aplicada a linhas de produção fabris, mas sua importância para a automação vai além de sua popularidade, mas simplicidade e variedade no uso. O CLP possui funcionalidade central de configurar o maquinário para implementação de sistemas e ações automatizadas, cujo papel seja trazer mais segurança e rapidez ao processo.

O CLP possui diferentes linguagens, como lista de instruções, texto estruturado, diagrama Ladder, diagrama de blocos funcionais e sequenciamento de gráficos e funções. A base que sustenta o CLP se edifica tanto na possibilidade de programação gráfica quanto programação textual. Enquanto os aspectos gráficos são notados em dimensões de layout, os pontos textuais são ajustados na configuração do sistema e suas ações.

Os blocos são esquematizados a partir dessas linguagens, com a Ladder sendo a mais comum, assim como a utilizada no software para o painel de resfriamento e verificação de

temperatura e pressão. A sistemática utilizada não é novidade em maquinário para resfriamento de água, amplamente evidenciada na automação.

Para Rhode (2014), a implementação de softwares em CLP ou em outras plataformas já está ligada a uma gestão e aplicação da indústria 4.0. De modo geral, o conceito de indústria 4.0 incorpora a geração integrada a sistemas de internet, nanotecnologia, tecnologia wireless, fibra ótica, uso de redes sociais, dentre outras. Para o campo da automação, novos softwares e até mesmo revisitações de softwares já conhecidos são evidenciados.

No trabalho de Gentile e Aguila (2012) verifica-se que o sistema de resfriamento de água pode ser aperfeiçoado a ponto de reduzir o consumo de energia. Na pesquisa dos autores, define-se o CLP como um aparelho de memória programável, cujo enfoque está em ordenar ações a partir de sequenciamento lógico, temporização, contagem, dentre outros.

A partir da confecção de um controlador baseado em CLP, os pesquisadores perceberam que a lógica do controle de temperatura facilita o trabalho pelo operador, que não precisa se deslocar para verificações manuais, além de viabilizar acesso por computador. Este profissional poder, inclusive, alterar os valores do setpoint para que a temperatura seja amenizada.

Com novos sets, tornou-se possível estabilizar a temperatura e a pressão da água, com resfriamento otimizado e menor carga de instabilidade. Outro ponto interessante dessa pesquisa se dá na comparação entre o uso manual do sistema e a aplicabilidade por software. Nos resultados, eles apontam que a ação manual exclusiva não foi satisfatória porque os níveis de atenção dos colaboradores vão diminuindo ao longo da carga de trabalho diária.

Com a queda do nível de atenção e a falta de interiorização do processo, corre-se o risco de retrabalho ou resfriamento deficitário da água. Com a otimização por software, o trabalho foi satisfatório, pois o trabalho diário não incorre em redução da atenção, já que há menos instruções e especificidades, visto que sua intuitividade é interessante. As conclusões apresentadas demonstram que o resfriamento de água por software em CLP podem ser satisfatórios, se trabalhos com efetiva seriedade e direcionamento.

Nos trabalhos selecionados, percebe-se grande atenção para torres evaporativas. Os estudos realizados por De Carvalho e Machado (2010) são de relevante citação, pois os pesquisadores inseriram um ventilador que forçava o ar ambiente a passar pela água, na corrente. O objetivo era que, com a passagem do ar, houvesse diminuição da temperatura, via evaporação.

O sistema busca otimizar o consumo de energia elétrica da mesma forma como diminui o consumo de água dentro da fábrica. Na torre de resfriamento, o sistema seria apenas acionado. Em relação ao software implementado nesse estudo, com a mesma base CLP, foram vistas vantagens e desvantagens. A primeira é que o sistema feito nessa pesquisa é mais simples, já que apenas alerta a respeito de níveis de temperatura e pressão.

A vantagem é que o atual contexto de pesquisa não exige saída do operador para atuação no sistema, algo que o trabalho dos autores exige. Esses dois estudos demonstram alguns pontos importantes: a preocupação com a redução de consumo de água e energia elétrica, a atenção com processos de temperatura e pressão e a ação de otimização do sistema, com invenções capazes de resolver problemas locais.

Mas para que isso ocorra, é fundamental que a automação seja acompanhada de um projeto de custos, bem como um planejamento estratégico. Tal planejamento é conceituado por Morais (2018) como processo essencial em qualquer empresa. Consiste em planejar

questões financeiras, humanas e tecnológicas para sair de uma determinada situação ou cenário e ingressar em outra, com maior rentabilidade e organização.

Para De Carvalho e Machado (2010), mais do que criar sistemas de resfriamento eficientes e funcionalidades sistemáticas utilizadas por operadores, é importante que seja feita manutenção preventiva das torres e maquinários, dispostos em cronograma organizacional. Caso essas manutenções não sejam feitas, mesmo sistemas automatizados seguros podem apresentar falhas e prejudicar empresa e colaborador.

Há, inclusive, pesquisas voltadas ao reaproveitamento da água industrial, caso do estudo de De Oliveira, Barcelo e Colares (2019). Os autores analisam um sistema de aproveitamento existente, mas antigo e sem a mesma capacidade de reuso. Em seguida, propõem mudanças para o cenário fabril, com controles integrados e uso de CLP. Em suma, os pesquisadores perceberam que o sistema de reaproveitamento da água pode ser mais eficaz e ainda gerar redução de consumo e manutenção da qualidade em níveis satisfatórios.

Essa pesquisa desdobra-se em torno da Indústria 4.0, já que o reaproveitamento da água incide sobre questões sustentáveis e políticas de preservação ambiental. A pesquisa em questão também levantou preocupações se o estudo atual possuiria algumas especificidades em torno da Indústria 4.0. Percebe-se que a resposta é positiva, mas por outros motivos.

Apesar de o sistema implementado nessa pesquisa não estar diretamente vinculado a questões ambientais, está pautado na facilitação do trabalho e segurança do trabalhador por vias de automação, o que também é foco da Indústria 4.0, segundo Magaldi (2018). Da mesma forma, estudos posteriores podem levantar respostas a respeito de outras indagações a respeito da automação e dos processos de resfriamento da água industrial.

Outras questões que precisam ser levadas em consideração se dão nos custos para implementação do sistema, em comparação com o cenário anterior, sem as referidas mudanças. No caso dessa pesquisa, o cenário inicial é de um operador que precisa deslocar-se até o painel de controle para averiguar o resfriamento da água, sua temperatura e pressão.

As questões adversas envolvidas estão envoltas pelo deslocamento do colaborador, os riscos envolvidos no trajeto, a chegada ao painel, os acidentes possíveis dentro do local e o retorno ao posto inicial. Com a implementação do software, a situação adversa se reduz aos possíveis acidentes dentro do posto de trabalho, que já existiam na situação anterior. Mas elimina-se riscos e torna-se as ações mais seguras e eficazes em curto, médio e longo prazo.

## **Conclusão**

Diante do exposto, percebe-se que a automação é fundamental para qualquer atividade, inclusive as não industriais. Porém, em se tratando de contextos industriais, a automação precisa ser pensada dentro de um planejamento estratégico capaz de otimizar processos, reduzir custos, reaproveitar recursos naturais e trazer segurança aos envolvidos.

No caso do estudo realizado, percebe-se que a hidráulica é fundamental para qualquer sistema fabril e seus desdobramentos influenciam maquinário e permeiam aspectos de temperatura e pressão, junto à pneumática. Nos sistemas de resfriamento, diferentes autores enfatizaram reutilização da água, redução de custos e aprimoramento do trabalho do operador, todos focados em processos já defendidos pela Indústria 4.0.

O software projetado contribui para se pensar a segurança do trabalhador, assim como aprimora processo temporais, já que não há necessidade de seu deslocamento para fora da fábrica e os movimentos elementares do painel podem ser resolvidos em curto espaço

de tempo. Dessa maneira, o objetivo foi alcançado, pois foi possível analisar o sistema de resfriamento de água industrial manual e o automatizado, aplicando software para facilitar a operacionalização do sistema, bem como as verificações de temperatura e pressão.

A pesquisa corrobora para se pensar a automação de modo prático nas fábricas. No senso comum, existe a ideia de que a automação se apresenta em grandes projetos e que seus impactos se estruturam em toda a realidade de trabalho. Mas a automação pode ser efetuada a partir de ações pontuais, capazes de também ocasionarem alterações, mas que podem ser vislumbradas em situações específicas e afetam mais alguns colaboradores do que outros.

Mesmo assim, estudos futuros poderão demonstrar como o resfriamento pode ser efetutado para além da mesa de operações e dos painéis integrados. Ademais, inserir ideias focadas à Indústria 4.0, no campo da sustentabilidade. Dessa maneira, o estudo é válido para entender a relevância da automação em aspectos pontuais, mas o avançar das pesquisas poderá trazer maior abrangência à área.

## Referências

CERVANTES, Silvia GS et al. Bancadas Didáticas para Sistemas de Automação Pneumática. In: **COBENGE: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. 2008.

DE ALMEIDA, Paulo Samuel. **Manutenção Mecânica Industrial Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. São Paulo. Saraiva Educação SA, 2018.

DE CARVALHO, Denize Dias; MACHADO, Bernardo José Farah. Reuso de efluentes em torres de resfriamento-estudo conceitual: Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 32, n. 3, p. 295-302, 2010.

DE OLIVEIRA, Cristiane Aparecida; BARCELO, Wellington França; COLARES, Carla Joviana Gomes. **Estudo do reaproveitamento da água de lavagem de filtro na ETA-Anápolis/GO**. 2012.

GENTILE, Edimir C.; AGUILA, Zaida Jova. Sistema de reutilização de água controlado via CLP. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 17, n. 31, 2014.

MECHELN, Matheus Zardo von et al. **Automação do Processo de Determinação da Força do Arco de Protetores Auriculares**. CC(graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia de Controle e Automação. 2018.

MORAIS, Felipe. **Planejamento estratégico digital**. Saraiva Educação SA, 2018.

NASCIMENTO, Bruno Oliveira. **Sistema didático de automação pneumática aplicado à triagem de materiais recicláveis**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ROHDE, Regis Almir. Projeto de um controlador para um sistema de reaproveitamento de água. 2014.

SCHULER, Rodrigo Holz. **Automação de unidade de potência e condicionamento hidráulico em CLP com interface gráfica para operação**. TCC(graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia de Controle e Automação. 2016.

SHIGUEMOTO, Ana Carolina Gigli. **Ergonomia**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

SIMÕES, Roberto Mac Intyer; MINILLO, Larissa Queiroz. **Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos**. Londrina: Editora e Publicadora Educacional S.A., 2016.

SIMÕES, Roberto Mac Intyer; MINILLO, Larissa Queiroz. **Hidráulica**. Londrina: Editora e Publicadora Educacional S.A., 2017.

TAVEIRA, Jéssica Lacerda et al. Evolução tecnológica na arquitetura: Automação residencial voltada à iluminação. **JORNADA CIENTÍFICA DA UNESC**, n. 1, 2018.

VIANA, Michelângelo Mazzardo Marques. Uma breve história da automação de bibliotecas universitárias no Brasil e algumas perspectivas futuras. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação, Brasília**, v. 9, n. 1, p. 43-86, 2016.