

APLICAÇÃO DE RETROFIT EM SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE DE UM CHILLER

José Haroldo Gemaque Ferreira¹
Letícia Ferreira Bento²
Israel Mazaira Morales³

RESUMO

O Retrofit é uma técnica utilizada nas indústrias que visa a otimização do rendimento de um equipamento ou de um processo. É muito empregado quando a demanda de um determinado produto é aumentada e o antigo processo não é capaz de suprir esse aumento. Consiste basicamente na troca de alguns equipamentos por outros com um melhor rendimento ou até mesmo com aplicações específicas. Há também alguns casos que objetivam o melhor controle do processo, deixando o processo mais automatizado, fazendo com que o homem apenas supervisione o processo, diminuindo assim, a margem de erro de controle. A implantação dessa técnica pode ser feita total ou parcialmente numa determinada máquina ou processo. Isto se dá, quando o retrofit é realizado numa parte específica da máquina ou na máquina toda. O custo de implantação dessa técnica é elevado, não podendo ser maior do que o preço de uma máquina nova. O presente trabalho tem o objetivo de analisar um sistema de resfriamento e a aplicação de retrofit em um sistema de comando e controle de um chiller. Utilizando a metodologia de revisão bibliográfica e observação em campo do sistema de resfriamento.

Palavras – Chave: Retrofit; Sistema de Comando e Controle, Chiller.

ABSTRACT

Retrofit is a technique used in industries that aims at optimizing the performance of an equipment or a process. It is much used when the demand for a particular product is increased and the old process is not able to supply this increase. It consists basically in the exchange of some equipment for others with a better performance or even with specific applications. There are also some cases that aim at better control of the process, leaving the process more automated, making the man only supervise the process, thus reducing the margin of error of control. The implantation of this technique can be done totally or partially in a certain machine or process. This occurs when the retrofit is performed on a specific part of the machine or on the whole machine. The cost of implementing this technique is high and can not be greater than the price of a new machine. The present work has the objective of analyzing a cooling system and the application of retrofit in a command and control system of a chiller. Using the methodology of bibliographic review and observation in the field of the cooling system.

Keywords: Retrofit; Control and Command System, Chiller.

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNINORTE. E-mail: jgemaqueferreira3@gmail.com.

² Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNINORTE. E-mail: bentoleticia20@gmail.com.

³ Professor e Orientador Dr. Israel Mozara Morales. E-mail: imazaira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

No início da civilização humana, os processos industriais eram totalmente manuais, dependendo a todo o instante da atuação dos operadores. Os primeiros sistemas de controle de processos implantados eram pneumáticos e instalados próximos ao ponto a ser controlado, desde então os controles de processo e a automação industrial vêm evoluindo gradativamente, passando por inovações que geram vantagens e desvantagens em suas aplicações, porém nos últimos anos a eletrônica e a micro eletrônica possibilitaram um grande salto na evolução de novas tecnologias para automação e controle de processo.

A evolução das tecnologias, equipamentos e sistemas de controle de processos e automação industrial, sempre objetivam a eliminação ou minimização de algum problema gerado pela implantação anterior. Sempre que se desenvolve uma nova solução busca-se a obtenção de maiores vantagens, como controle em tempo real a longas distâncias, redução de tempo de manutenção e conseqüentemente maior produtividade. A definição pela utilização ou não da nova solução é sempre baseada em um fator de custo/benefício, visto que nenhum sistema de controle atende perfeitamente todas as necessidades do mercado industrial.

Nos dias de hoje, o *retrofit* é amplamente utilizado em máquinas e/ou processos onde a demanda de produção é cada vez maior, seja em termos quantitativos quanto qualitativos, por isso será apresentada algumas das novas tecnologias que são empregadas nesse serviço, visando atingir os objetivos impostos pelos processos de produção.

Este artigo tem o objetivo de apresentar os conceitos da técnica do *retrofit* industrial, avaliar sua aplicação em um sistema de comando e controle de um chiller. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo foi inicialmente uma pesquisa bibliográfica. Após toda pesquisa feita e levantamento do material bibliográfico, desenvolveu-se a parte de observação do funcionamento do sistema e por fim a aplicação da técnica do *retrofit*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RETROFIT INDUSTRIAL

O *retrofit* de máquinas e equipamentos industriais, também conhecidos como reforma ou modernização, pode ser a solução para empresas que pretendem dar uma “sobrevida” para máquinas antigas, ou seja, fazer com que essas máquinas tenham um tempo maior de funcionamento, desde que mantenham um bom estado de conservação mecânica (LEITE, 2007).

O termo *retrofit* surgiu, particularmente na Europa, para designar o processo de modernização de antigas edificações que, de outra maneira, quedariam com poucas possibilidades de uso. Assim, via uma repaginação, incorporam-se ao uso cotidiano os edifícios históricos, com a introdução de modernos sistemas construtivos, mantendo suas características originais (ALMEIDA, 2017).

Basicamente, no *retrofit*, há a troca dos comandos eletrônicos por outros de última geração, troca de peças antigas por novas e também de componentes e acionamentos antigos por modernos e mais confiáveis (LEITE, 2007).

As etapas de um *retrofit* são: avaliação do equipamento, desenvolvimento do projeto, compra de materiais, implementação do projeto e testes (GRAMS e CETNAROWSKI, 2014).

Em um *retrofit*, a primeira informação a definir é qual é o objetivo do projeto. Após isso, são traçados os caminhos para atingi-lo através de uma avaliação inicial da máquina. Nesta avaliação a máquina é desmontada e os dados dos seus componentes são levantados. Através de conversas com os operadores e mantenedores é definida a melhor forma de se executar o projeto (GRAMS e CETNAROWSKI, 2014).

Tendo como base o projeto original do equipamento é feito um outro projeto contendo as modificações que serão feitas na revitalização da máquina. A Terceira etapa consiste na compra dos materiais, Após a avaliação, a aprovação do orçamento e o termino do projeto, são definidas ordens de compra para os materiais especificados. Esta etapa é fundamental para a manutenção do prazo estipulado (GRAMS e CETNAROWSKI, 2014).

Após a chegada dos materiais e com o auxílio do projeto elétrico, o projeto entra na fase de execução. Pode-se dividir a execução deste em duas partes: *retrofit* de *hardware* e *software*. Primeiramente, todos os equipamentos antigos que não serão mais utilizados são

desmontados. Em seguida os instrumentos novos são implementados à máquina seguindo rigorosamente o esquema elétrico desenvolvido anteriormente. Após a implementação, são conferidos a montagem real com o especificado em projeto. Caso o cliente tenha um *backup* do programa em processo e o novo controlador seja compatível com o antigo, o *retrofit* do *software* é facilitado. Do contrário, para desenvolver o novo *software* de controle são usadas as informações adquiridas através do operador e do mantenedor responsável pela máquina. Conforme o programa é desenvolvido, pequenos testes são feitos para garantir que a lógica está funcionando. Com a finalização do programa, peças começam a ser produzidas e "ajustes finos" são feitos. Após a conclusão dos testes, a máquina continua sendo acompanhada por mais algum tempo que varia de acordo com a complexidade do sistema (GRAMS e CETNAROWSKI, 2014).

Na figura 1, é apresentado um exemplo de painel elétrico onde a técnica do *Retrofit* foi utilizada, no primeiro a foto de um painel elétrico com os equipamentos utilizados desde a fabricação e o outro já com a técnica implementada.

Figura 1: Painel elétrico antes e depois do Retrofit.



Fonte: LEITE, 2007.

O *retrofit* de um equipamento ou processo produtivo visa também a sua otimização, obtendo produtos com um custo unitário reduzido em um tempo menor e com uma maior

uniformidade. Isto é conseguido indiretamente quando alcançados os seguintes objetivos (LEITE, 2007):

- Aumentar e controlar a qualidade do produto;
- Incrementar a produtividade;
- Aumentar a confiabilidade do processo;
- Disponibilizar os dados referentes ao processo para análise;
- Aumentar a segurança em relação às pessoas e ao ambiente.

Da arquitetura, o termo ganhou os sistemas mecânicos, termomecânicos, elétricos e hidráulicos. Com os alertas em relação à destruição da camada de ozônio e ao aquecimento global, para os quais contribuem os fluidos refrigerantes utilizados nos equipamentos de refrigeração e ar condicionado, o conceito ganhou aplicação compulsória, a depender do tempo de uso do equipamento (ALMEIDA, 2017).

2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

A revolução industrial exigiu equipamentos mais sofisticados e eficientes, porém tais equipamentos eram acionados por meios mecânicos. Com o advento da eletricidade no começo deste século, surgiram equipamentos com acionamentos elétricos. Com a exigência das indústrias, estes equipamentos evoluíram de forma absurdamente rápida, tornaram-se sistemas de controle complexos, os conhecidos comandos elétricos. Nesta técnica, a lógica de controle era feita por meio de contadores, estes eram acionados ou não de acordo com a atuação de chaves eletromecânicas conhecidas como chaves limite (VARELLA, 1998).

Com os comandos elétricos podiam-se montar lógicas complexas, mas quanto maior a complexidade, maior o número de contadores auxiliares utilizados, além dos próprios contadores de potência e das chaves limite. O resultado de tudo isso eram sistemas imensos e com um consumo elevado de energia. Um outro problema dos comandos elétricos era a dificuldade de manutenção e modificação para a atualização do equipamento (LEITE, 2007).

Com os comandos elétricos podiam-se montar lógicas complexas, mas quanto maior a complexidade, maior o número de contadores auxiliares utilizados, além dos próprios contadores de potência e das chaves limite. O resultado de tudo isso eram sistemas imensos e

com um consumo elevado de energia. Um outro problema dos comandos elétricos era a dificuldade de manutenção e modificação para a atualização do equipamento (LEITE, 2007).

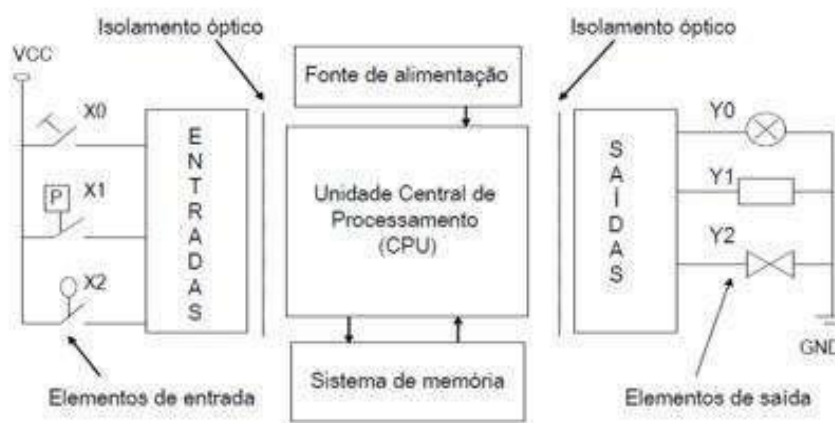
Os CLPs vem aumentando sua participação no mercado em diversas outras áreas, tais como automação predial, telecomunicações, transportes, armazenamento e estações de distribuição de energia elétrica. Os chamados nano e micro CLPs, graças ao baixo custo e simplicidade, tem sido utilizados em aplicações como lavadores de carros, portões de garagens e sistemas de irrigação (IVERSEN, 2005).

De acordo com Silveira (1998) é por meio das diferentes linguagens de programação que o programador transmite à unidade de processamento central transmite os comandos que devem ser seguidos, podendo ser através de controle por relés, parâmetros idiomáticos e blocos funcionais.

A Interface Homem Máquina (IHM), segundo Casillo (2013), "É o canal de comunicação entre o homem e o computador, através do qual interagem, visando atingir um objetivo comum." Ou ainda: "É o conjunto de comandos de controle do usuário mais as respostas do computador, constituídos por sinais (gráficos, acústicos e tácteis)". Ou seja, uma IHM é o meio utilizado para que o homem se comunique com a máquina. Além disso, através da comunicação com o controlador, a IHM utiliza a memória dela e do próprio CLP para comunicação. Esta função poupa muitas entradas e saídas físicas o que evita a compra de módulos de expansão.

O CLP é constituído basicamente de três partes: entrada, CPU e saída. Veja figura a seguir.

Figura 2 – Diagrama de Blocos de um CLP.



Fonte: SOUZA, 2005.

Entrada: Trata-se da parte do sistema responsável pela aquisição dos sinais provenientes dos sensores, limites, botoeiras, etc. Os módulos ou cartões de entrada compatibilizam as tensões de comando disponíveis no campo (24 Vcc, 110 Vca, entre outras) com níveis digitais utilizados pela CPU.

Saídas: São elementos responsáveis pela atuação do sistema no processo controlado. Em geral são módulos simples, que entendem os sinais lógicos da CPU transformando-os em sinais compatíveis com o campo (24 Vcc, 110 Vca, entre outros).

CPU: É o centro do sistema. Dentro da CPU está armazenado o programa aplicativo e as configurações básicas, isto é, toda inteligência necessária ao sistema. A CPU é responsável pela leitura das entradas, comparação com programa aplicativo, e escrita nas saídas. A grande maioria dos sistemas executa este processo continuamente enquanto estiver no modo operação.

Atualmente, aceita-se como regra geral que os CLP's se tornam economicamente viáveis nos sistemas de controle que exigem mais de três relés. Considerando-se o baixo custo desses equipamentos e o fato dos fabricantes colocarem grande ênfase na produtividade e qualidade, a questão do custo deixa praticamente de existir (LEITE, 2007).

2.3 SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL (CHILLER'S)

À medida que a temperatura no planeta aumenta a cada ano, sistemas artificiais de refrigeração de grande ou pequeno porte tem-se tornado cada vez mais comum no dia-a-dia das pessoas, o que chamamos de ar condicionado, para assim deixar o ambiente mais agradável, levando-se em consideração o consumo de energia que deve ser relativamente baixo. Os modelos são os mais variados, vão desde circuladores de ar, ventiladores, split ou chillers, estes dois últimos usam unidades condensadoras que necessitam de um gás refrigerante (CARVALHO; CUNHA ; FARIA, 2012).

Segundo Pereira, Magalhães e Cartaxo (2015) trocadores de calor são responsáveis pela transferência de calor entre dois fluidos de diferentes temperaturas (quente e frio), este fenômeno é muito comum e muito aplicado nos processos de troca térmica. O uso de água gelada é aplicado em grandes empreendimentos para climatização de ambientes, sendo esta produzida por meio de chillers, que são resfriadores de água, que funcionam seguindo os princípios de trocadores de calor.

A introdução de um controlador, em um determinado sistema visa a modificação de sua dinâmica, manipulando a relação entrada/saída, através da atuação sobre um ou mais dos seus parâmetros, com o objetivo de satisfazer certas especificações com relação a sua resposta (OGATA, 2003).

Os parâmetros do sistema que sofrem uma ação direta do controlador são denominados variáveis manipuladas, enquanto que, os parâmetros no qual se deseja obter as mudanças que satisfaçam as dadas especificações, denominam-se variáveis controladas. O controlador é um dispositivo físico, e pode ser eletrônico, elétrico, mecânico, pneumático, hidráulico ou um produto de combinações destes. O controlador atua no sistema para manter as variáveis em valores pré-determinados. No projeto real de um sistema de controle, o projetista deverá decidir pela utilização de um ou mais controladores. Tal escolha, no entanto, depende de vários fatores. O tipo de controlador mais comumente usado, mesmo em plantas das mais diversas naturezas, é o controlador eletrônico. De fato, os sinais não elétricos são, normalmente, transformados em sinais elétricos através de transdutores e devido à simplicidade de transmissão, aumento do desempenho, aumento da confiabilidade e, principalmente, facilidade de compensação (TIZZEI, 2011).

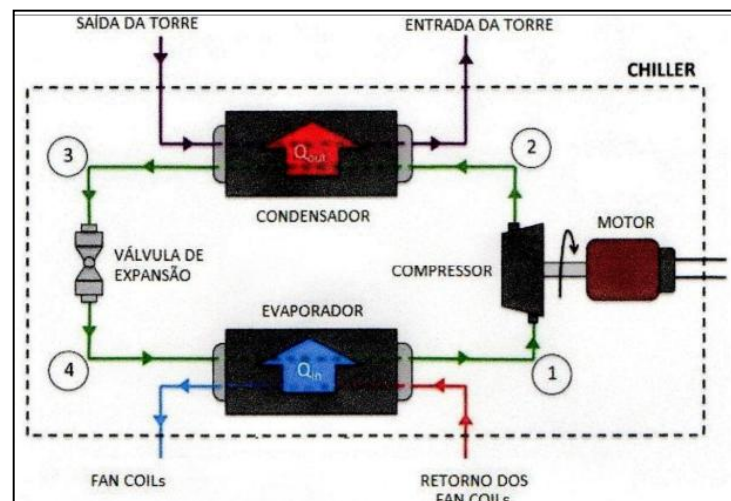
De acordo com LEITE (2007), a qualidade em um sistema de controle é medida pela capacidade de proporcionar um desvio mínimo da variável de processo, como resultado de uma perturbação qualquer, retomando a condição de funcionamento pré-estabelecida em um intervalo mínimo de tempo. Busca-se assegurar a repetibilidade e confiabilidade dos sistemas, bem como, reduzir os custos energéticos, aperfeiçoar a supervisão e melhorar a qualidade dos produtos finais.

O condensador tipo chilller é constituído por uma carcaça cilíndrica, onde é instalada determinada quantidade de tubos horizontais e paralelos, conectados a duas placas dispostas em ambas as extremidades, chamadas chicanas. A água de resfriamento circula por dentro dos tubos e o refrigerante escoar dentro da carcaça, em volta desses. Usualmente os tubos são de cobre, exceto quando o fluido contém amônia, neste caso os tubos são de aço (VENTURINI e PIRANI, 2005)

Segundo Barbosa (2013), a constituição do ciclo de refrigeração, como sendo composto por três fluxos de fluidos: O fluido refrigerante que aparece em verde, circula através de vários componentes do resfriador, completando o ciclo de compressão a vapor. Já

no evaporador, o refrigerante absorve o calor do fluxo de água, mudando de líquido para vapor, o processo de absorção de calor está representado pela seta azul, Q_{in} , resfriando assim, a água do fluxo primário, que subseqüentemente é encaminhado para as unidades de tratamento de ar e permutadores de calor. Após a passagem pelo evaporador o refrigerante passa através do compressor, dessa forma a temperatura e a pressão são elevadas. Seguidamente, no condensador, o fluxo refrigerante passa de vapor para líquido, nessa fase o refrigerante perde calor para a água do condensador, conforme representado pela seta vermelha, Q_{out} . A torre de resfriamento evaporativo resfria a água que passa pelo condensador, absorvendo calor do refrigerante. A Figura 3 apresenta o funcionamento básico do chiller:

Figura 3 – Ciclo de Refrigeração do Chiller.



Fonte: BARBOSA, 2013.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

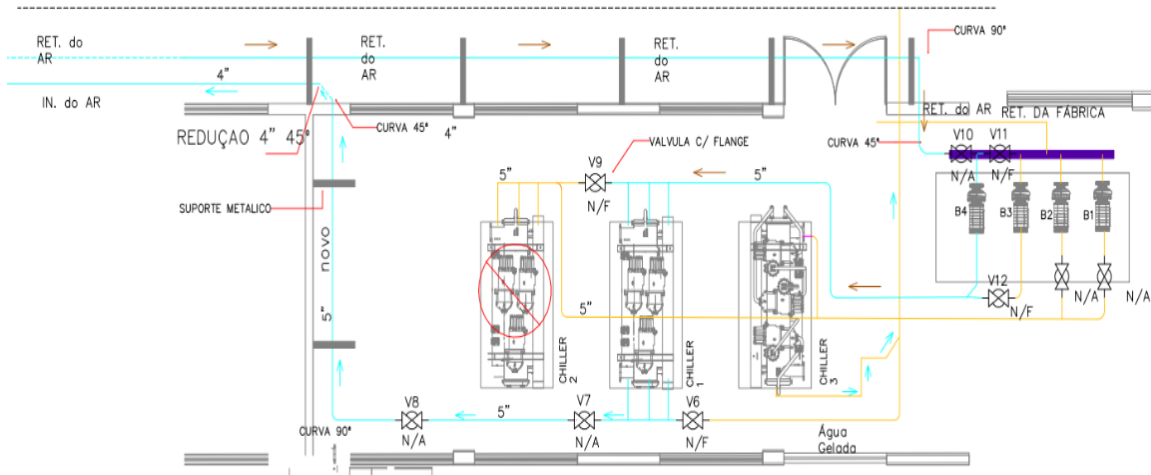
Este trabalho foi organizado estruturalmente em 3 tópicos principais, sendo o primeiro com a fase exploratória, sendo apresentada uma revisão bibliográfica para aprofundar o conhecimento a cerca do tema proposto durante a elaboração da pesquisa. A segunda fase consiste na descrição da aplicação dos conceitos levantados na fase anterior em campo onde o estudo será realizado. A terceira fase trata da análise dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia.

O estudo será realizado com a observação dos chiller's que compõem o sistema de resfriamento em uma empresa na cidade de Manaus. Este trabalho será realizado por meio de

busca direta de informação (observação do funcionamento e defeitos do equipamento) e por busca indireta de informação (revisão bibliográfica).

Na figura 4, temos o esquema que representa a configuração original do sistema de resfriamento:

Figura 4 – Sistema de resfriamento original.



Fonte: Elaboração Própria, 2018.

Após a observação do funcionamento e do projeto, foi identificada interrupção do fornecimento de água gelada em máquinas para equipamentos de tratamento de finofilmes em uma empresa no polo industrial de Manaus.

Durante a observação foi constatado que 50% das paradas por queda de energia são causadas por defeito de máquina (falhas mecânicas, falhas de comando e controle). Apresentando em média 7 eventos por semana, gerando 7 ordens de serviço semanais. A manutenção dura em média 1h e 30min, sendo que após a manutenção o processo demora 1h para ser reiniciado por completo.

Realizou-se a análise dos defeitos e o sistema e seus componentes (CLP, Válvulas e Sensores) apresentaram-se obsoletos, gerando muita dificuldade para manutenção. Os equipamentos não geram confiabilidade e apresentam alto consumo de energia por ficarem ligados durante todo o período de produção por falta de controle. A troca do painel de controle convencional por um novo é extremamente elevado, então optou-se pela aplicação de um retrofit.

Os materiais utilizados estão descritos na figura 5:

Figura 5 – Materiais utilizados no Retrofit do painel de comando/controle.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17																														
A																																															
B	SPARE PART																																														
C	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">QUANT</th> <th style="text-align: left;">DESCRIÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>CLP Allen - Bradley Micro 830, 2080-LC30-24QWB</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>Modulos analogicos Allen - bradley, 2080-IF4</td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>Base para relé Allen - Bradley , 700-HLT1Z</td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>Relé Allen - Bradley, 700-TBR24</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Fonte chaveada Allen - Bradley, 1606-XLE240E</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>Disjuntor monofasico Siemens 2A</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Disjuntor monofasico Siemens 4A</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>Conversor 4 - 20mA, TR-01, -20 - 60 graus ceusius</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Converso NOVUS 4 - 20mA, TxRail , 0 - 100 graus ceusius</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>sensores PT100 tipo sonda 100mm</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Sensor PT100 JUMO</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Transdutor de pressão ASHCROFT 4 - 20mA, 0 - 30 KGF/CM2</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Transdutor de pressão ASHCROFT 4 - 20mA, 0 - 10 kGF/CM2</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>Fluxostato</td> </tr> </tbody> </table>																	QUANT	DESCRIÇÃO	01	CLP Allen - Bradley Micro 830, 2080-LC30-24QWB	02	Modulos analogicos Allen - bradley, 2080-IF4	09	Base para relé Allen - Bradley , 700-HLT1Z	09	Relé Allen - Bradley, 700-TBR24	01	Fonte chaveada Allen - Bradley, 1606-XLE240E	02	Disjuntor monofasico Siemens 2A	01	Disjuntor monofasico Siemens 4A	03	Conversor 4 - 20mA, TR-01, -20 - 60 graus ceusius	01	Converso NOVUS 4 - 20mA, TxRail , 0 - 100 graus ceusius	03	sensores PT100 tipo sonda 100mm	01	Sensor PT100 JUMO	01	Transdutor de pressão ASHCROFT 4 - 20mA, 0 - 30 KGF/CM2	01	Transdutor de pressão ASHCROFT 4 - 20mA, 0 - 10 kGF/CM2	02	Fluxostato
QUANT	DESCRIÇÃO																																														
01	CLP Allen - Bradley Micro 830, 2080-LC30-24QWB																																														
02	Modulos analogicos Allen - bradley, 2080-IF4																																														
09	Base para relé Allen - Bradley , 700-HLT1Z																																														
09	Relé Allen - Bradley, 700-TBR24																																														
01	Fonte chaveada Allen - Bradley, 1606-XLE240E																																														
02	Disjuntor monofasico Siemens 2A																																														
01	Disjuntor monofasico Siemens 4A																																														
03	Conversor 4 - 20mA, TR-01, -20 - 60 graus ceusius																																														
01	Converso NOVUS 4 - 20mA, TxRail , 0 - 100 graus ceusius																																														
03	sensores PT100 tipo sonda 100mm																																														
01	Sensor PT100 JUMO																																														
01	Transdutor de pressão ASHCROFT 4 - 20mA, 0 - 30 KGF/CM2																																														
01	Transdutor de pressão ASHCROFT 4 - 20mA, 0 - 10 kGF/CM2																																														
02	Fluxostato																																														
E																																															
F																																															
G																																															
H																																															
Autor: DOMINGOS SÁVO GENAQUE FERREIRA					CHILLER					Ficheiro : CHILLER 2																																					
Data : 12/12/2016													Folha : 8/8																																		

Fonte: Elaboração Própria, 2018.

Para se obter êxito em um retrofit, existe um sequenciamento lógico de atividades que auxiliarão os gestores a tomar as melhores decisões, focadas em maximizar os resultados desejados e minimizar o investimento de recursos necessários nessa empreitada. O sequenciamento de atividades passa pelas seguintes etapas: 1) planejamento da atividade; 2) coleta e estudo dos documentos da instalação existente com objetivo de entender a intenção do projeto atual; 3) conduzir entrevistas com o pessoal de operação, manutenção e usuário final, buscando entender as limitações da atual instalação de ar condicionado; 4) investigar, conduzindo testes de operação e desempenho da instalação, objetivando inter-relacionar possíveis causas para problemas relatados; 5) analisar os resultados das investigações e recomendar soluções.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

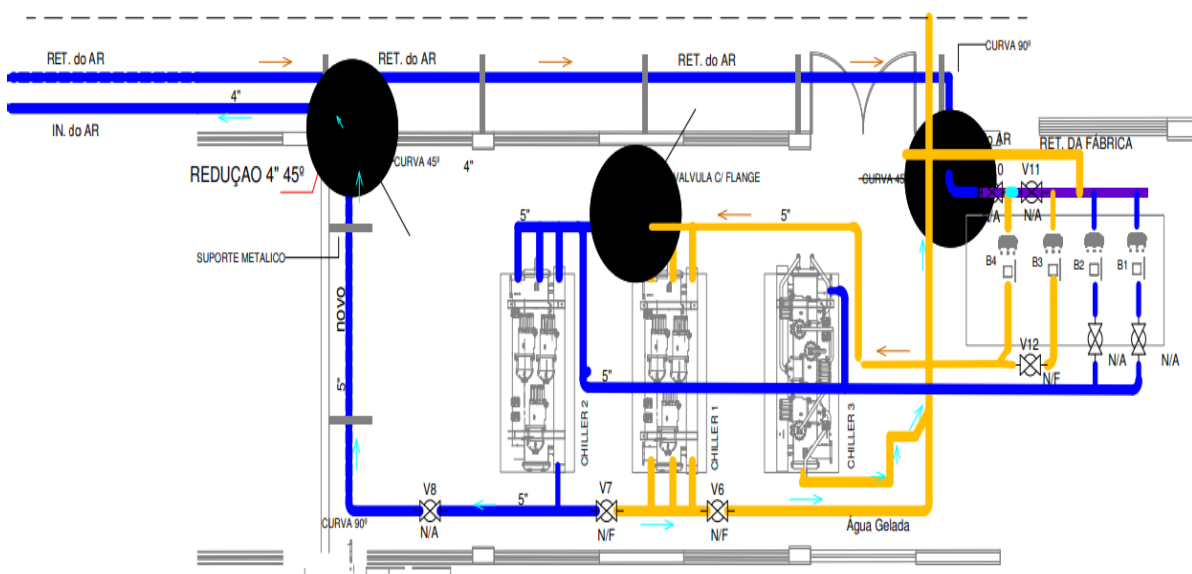
O chiller 2 obteve resultados expressivos de melhora após a implantação do *retrofit*. A manutenção desta máquina durava em média 90 minutos, entre troca de ferramental e ajuste de tempo e de sensores de posicionamento e 60 minutos para reiniciar o processo.

Maurício Salomão Rodrigues, diretor da Somar Engenharia, entende que “executar um retrofit implica em reformar o sistema com objetivo de customizar, adaptar a atual utilização e melhorar equipamentos, conforto e possibilidades de uso desse sistema. Podemos começar quantificando o que se deseja, tendo como base a condição atual de operação. O principal objetivo de um sistema de água gelada é o de prover condições de conforto e salubridade adequados em um ambiente de trabalho. Mensurar estas condições e compará-las com valores definidos nas normas é um primeiro passo na busca da justificativa para se executar ou não um processo de retrofit de um sistema de água gelada” (ALMEIDA, 2017).

Em qualquer situação, obviamente uma análise completa deve ser feita para se avaliar o retorno no investimento do retrofit. “Podemos ter situações em que, se comparado com o valor de um equipamento novo, o retrofit pode não ser vantajoso, o que é normalmente muito difícil, pois o retrofit é uma opção economicamente viável em grande parte dos casos. Nesta análise, deve-se considerar o ganho de eficiência e o uso de recursos que tal retrofit trará se comparado com o sistema atual. Também é interessante pontuar a questão da aplicação de tecnologias de ponta para esta busca da maior eficiência possível, bem como considerar a questão da manutenção”, diz Eládio Pereira, gerente de desenvolvimento de negócios da Danfoss (ALMEIDA, 2017).

Na figura 6 temos o esquema do chiller após a aplicação da técnica:

Figura 6 – Sistema de resfriamento após o Retrofit.



Fonte: Elaboração Própria, 2018.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modernização tecnológica aliada a sustentabilidade dos componentes arquitetônicos, mecânicos ou elétricos, de forma que melhore a eficiência do sistema é conhecida como retrofit. Este conceito vem ganhando espaço no mercado brasileiro com o passar dos anos. A preocupação com a sustentabilidade contribui para a disseminação desse conceito e torna relevante o desenvolvimento de uma metodologia que oriente o processo de retrofit. O presente trabalho tem o objetivo de analisar um sistema de resfriamento e a aplicação de retrofit em um sistema de comando e controle de um chiller.

Através do desenvolvimento de uma metodologia para realização de retrofit em sistemas de água gelada que permita ao usuário a busca de informações mais detalhadas. Já o objetivo complementar é avaliar a possibilidade de implementação de retrofit visando uma potencial diminuição nos custos operacionais e por consequência tornando-o mais eficiente e ambientalmente amigável. O trabalho apresenta uma metodologia e um estudo de caso com a intenção de aprimorar a mesma.

A metodologia proposta no presente trabalho não tem a pretensão de definir uma rotina de passo a passo rígida a ser seguida, mas sim, propor uma sistematização de etapas que visam orientar o profissional nos rumos a seguir. É importante enfatizar que cada instalação de sistema de água gelada é única. Logo, não se pode considerar que determinada solução sirva de modelo absoluto para todos os casos.

Basicamente, a proposta das etapas principais para elaboração do retrofit são: investigação e diagnóstico da instalação, análise dos dados levantados, elaboração de soluções possíveis, avaliação das mesmas, escolha de uma solução e desenvolvimento num projeto final.

Para trabalhos futuros sugere-se um estudo mais detalhado sobre a aplicação desta técnica, visando detalhamento da viabilidade econômica e a aplicação em outros módulos do sistema de refrigeração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Ronaldo. **Quando o Retrofit é um bom negócio**. Revista Arquitetura e Engenharia. 2017.

BARBOSA, F. F. **Análise computacional de central de água gelada com tanque de termoacumulação**. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Brasília 2013. Disponível em:
<http://bdm.unb.br/bitstream/10483/7723/1/2013_FellipeFernandesBarbosa.pdf>

CARVALHO, M. T. C.; CUNHA, S. O.; FARIA, R. A. P. G. **Caracterização qualiquantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental/ IBEAS- Instituto Brasileiro de Estudos AmbientaisGoiânia/GO- 19 a 22/11/2012. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/IX-002.pdf>> .

CASILLO, Danielle. **Automação e controle - IHM**. Disponível em:
<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/166/arquivos/Automacao%20e%20Controle%202010_2/Automa%C3%A7%C3%A3o%20e%20Controle%20-%20IHM.pdf> .

GRAMS, Cassiano André. CETNAROWSKI, Enrique. **Retrofit Em Máquinas Industriais: Estudo De Caso**. Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica – DAELN e de Mecânica – DAMEC da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba: 2014.

LEITE, Ednei de Oliveira. **Retrofitting Industrial – O Uso De Novas Tecnologias**. Universidade São Francisco. Campinas: 2007.

OGATA, K. - **Engenharia de Controle Moderno**. 788 p. 4ª.ed. Pearson Education do Brasil. São Paulo. 2003.

TIZZEI, Alexandre. **Implementação E Avaliação De Desempenho De Estratégias De Controle Aplicadas Em Um Sistema De Armazenamento Refrigerado**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola: 2011.

VARELLA, Ricardo. **Apostila Automação Industrial**. Campinas, 1998.

VENTURINI, J. O.; PIRANI, M. J. **Eficiência energética em sistema de refrigeração industrial e comercial**. Manual de pratico Eletrobrás. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Efic%20En%20em%20Sist%20de%20Refrig%20Ind%20e%20Com-Eletobras-05.pdf>> .