



SÃO PAULO

FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA
REVISTA BRASILEIRA DE MECATRÔNICA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO NO CONTROLE DE
FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS**

ENERGY EFFICIENCY IN THE AIR CONDITIONING SYSTEM'S OPERATING CONTROL

Leandro Wagner^{1, i}

Daniel Otavio Tambasco Bruno^{2, ii}

RESUMO

O artigo apresenta uma proposta de eficiência energética em um sistema de climatização de uma Escola Profissionalizante. Foi observado que na configuração atual de funcionamento de bombas e *chillers* da instalação, há um desperdício de energia elétrica devido a desnecessidade de todos equipamentos ligados ao mesmo tempo. O objetivo é manter a base de equipamentos de ar condicionado e sistema de automação, alterando-se apenas a lógica de funcionamento de controle. Ao final tem-se uma previsão da redução do consumo de energia elétrica contribuindo com o meio ambiente e conseqüentemente uma redução financeira no custo da entidade.

ABSTRACT

This paper presents a proposal of energy efficiency in a system of air conditioning from a Vocational School. It was observed that in the current configuration of operation of pumps and chillers of the installation, there is a waste of electric power due to the unnecessary of all equipment connected at the same time. The purpose is to maintain the base of air conditioning equipment and automation system, changing only the control operating logic. At the end there is a forecast of the reduction of the consumption of electric energy contributing with the environment and consequently a financial reduction in the cost of the entity.

Data de submissão: (02/08/2018)

Data de aprovação: (15/01/2019)

1 INTRODUÇÃO

Segundo Dino (2017), na atualidade, uma das grandes preocupações dos gestores, técnicos e engenheiros, é com eficiência energética, tendo em vista a limitação que existe com a produção de energia.

Sabe-se que grande parte do que é gerado no Brasil, é por hidroelétricas, o que impacta um problema nos períodos secos, onde as usinas termelétricas são ligadas, causando maior tarifaçã e maior emissão de gases poluentes, que contribuem para chuva ácida e aquecimento global.

¹Tecnólogo em Elétrica. leandrowagner1608@gmail.com

²Mestre em Engenharia da Informação e Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. daniel.bruno@sp.senai.br

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2018), na situação atual, das usinas geradoras de energia elétrica no Brasil em operação, as hidrelétricas representam 60,24%, com 95.794.468 kW; as termelétricas representam 26,06% com 41.450.713 kW, e as outras matrizes, tais como, eólica, nuclear e solar, representam 13,7% com 21.791.050 kW.

Sistemas de Climatização em edifícios comerciais tais como *shopping center* e escolas, são grandes consumidores de energia elétrica, o que representa uma variação de 40% a 60% do total de consumo de energia de um empreendimento. Isso tem obrigado os projetistas e engenheiros, que são fabricantes de equipamentos a produzirem máquinas cada vez mais eficientes. E nas instalações já existentes, há a necessidade de estudos para reduzir o consumo de energia de forma eficiente, que não interfira no conforto térmico dos ocupantes (PIOVESAN, 2017).

Tendo em vista a situação atual do Brasil, com a escassez de recursos hídricos, conforme Maciel (2016), será apresentado neste trabalho uma proposta para redução de consumo de energia elétrica de uma Escola Profissionalizante, localizada na cidade de São Caetano do Sul, onde se pretende otimizar o funcionamento da Central de Água Gelada (CAG), mantendo o conforto dos ocupantes e ao mesmo tempo minimizando o consumo de energia elétrica.

Atualmente na escola citada, mantem-se as bombas e *chillers* ligados em todo o período de aula, e com a nova proposta, visando a otimização do sistema, pretende-se efetuar alteração na lógica de controle, de forma que com essa proposta, manter-se-á parte das bombas e *chillers* desligados em momentos que a demanda por climatização seja menor, em função de fatores climáticos externos e/ou inutilidade de ambientes de ensino.

2 DESENVOLVIMENTO

Segundo Silva e Silva (2007), um Sistema de Água Gelada, é composto por um equipamento (*Chiller*) que resfria a água, para que esta possa resfriar o ar, sendo assim uma aplicação de um sistema de climatização. Além do *chiller*, é também fundamental um conjunto de bombas que farão o deslocamento da água pela instalação. E também, um gabinete provido de uma serpentina por onde circulará a água gelada, que fará a troca de calor com o ar que circulará entre o ambiente e a serpentina, devido a um ventilador, sendo esse conjunto chamado de *Fan Coil*. Estes equipamentos basicamente, compõem um sistema de climatização básico.

Esta seção irá apresentar a fundamentação teórica e revisão de literatura sobre os componentes estudados.

2.1 Composição do sistema atual

O sistema atual de climatização é composto de equipamentos mecânicos e eletrônicos tais como: *Chiller*, Bombas de Água Gelada, *Fan Coil*, que em conjunto são responsáveis pelo funcionamento da CAG. A seguir será descrito a função de cada um.

2.1.1 Controlador Lógico Programável (CLP)

De acordo com LEDA (2018), o descrito a seguir caracteriza um CLP:

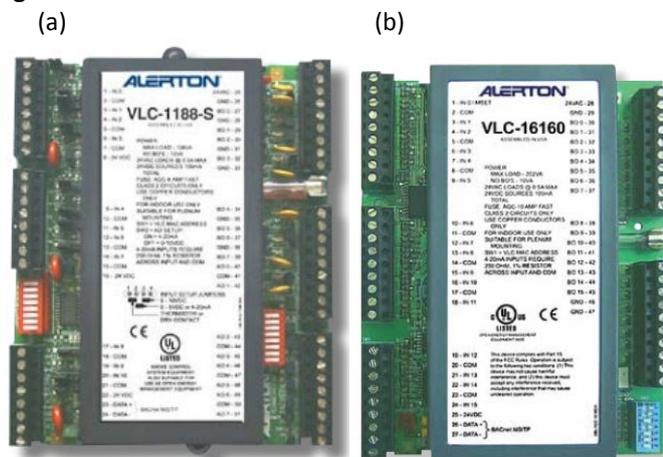
CLP É um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos. Concluímos que os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) são equipamentos eletrônicos modernos, todo baseado em microprocessadores, que utiliza uma memória programável para armazenamento de instruções, utilizado para controle discreto, na automação flexível, executa operações aritméticas, funções lógicas, sequenciamento, temporização, contagem, Intertravamento, controle Proporcional Integral Derivativo (PID), etc. Tem como principal característica a programabilidade e de ser projetado para atuar em ambiente industrial, extremamente útil e versátil, podendo associar diversos sinais de entrada para controlar diversos atuadores na saída. (LEDA, 2009, p. 1).

Segundo Silva e Silva (2007), os controladores lógicos programáveis (CLP), são providos de um conjunto de sensores e transmissores, que ligados a uma placa eletrônica efetua os comandos de liga e/ou desliga de equipamentos.

O Controlador é responsável por ativar e desativar as Bombas e *Chillers*, monitorar a temperatura e pressão da água gelada no interior das tubulações e controlar o funcionamento das bombas através de inversor de frequência e o revezamento das mesmas, ou seja, a cada semana o sistema automaticamente ativa uma bomba diferente, com o objetivo manter o tempo de funcionamento igual para todas as bombas.

Na Figura 1, mostram-se os controladores do sistema atual, que é do fabricante Alerton, na Figura 1(a) tem se o controlador modelo VLC 16160 (16 entradas digitais/analógicas e 16 saídas digitais), e na Figura 1(b) tem se o modelo VLC 1188 (11 entradas digitais/analógicas, 8 saídas digitais e 8 saídas analógicas), sendo nessas entradas e saídas ligados sensores e reles que farão o monitoramento da CAG e o liga desliga dos equipamentos.

Figura 1 – Controladores



Fonte: Alerton, ([s.d.])

2.1.2 Gerenciador

Segundo Honeywell (2018), os sistemas de controle e monitoramento atuais, possuem aplicações independentes, o que resulta em vários sistemas para cada situação. Com um gerenciador de protocolo aberto, permite a integração de vários sistemas, tais como, energia, climatização, iluminação, elevadores, geradores, entre outros, no mesmo sistema, permitindo melhor visualização do sistema, aumento da produtividade na operação e processamento das variáveis e redução no custo da instalação.

O gerenciador é também do fabricante Alerton, de modelo VLX, conforme apresentado na figura 2. Este é o responsável por obter as informações do CLP, e transferir/receber estas ao Supervisório, onde é monitorado em tempo real as condições atuais da CAG. Através do gerenciador, são realizadas diversas configurações, dentre estas, destaca-se a configuração de toda programação horária de funcionamento, alteração de lógica de programação dos controladores e monitorar valores através de gráficos.

Figura 2 – Gerenciador



Fonte: Alerton, ([s.d.])

2.1.3 Protocolo de comunicação

Segundo Levenhagen e Spethmann (1993), até a década de 1980, as construtoras compravam das empresas sistemas proprietários de automação, que tinham alto custo, e estes sistemas eram padronizados para uma determinada instalação, ou seja, se houvesse a necessidade de controlar o sistema de climatização em função da energia elétrica, tal ação não seria possível. A partir de 1991, foi criado um Protocolo de comunicação aberto, que permite diferentes controladores se comunicarem entre si na mesma rede. Este Protocolo é chamado *Building Automation and Control Networks* (BACnet). Onde o gerenciador VLX, se comunica com o Supervisório, através deste protocolo.

2.1.4 Sistema Supervisório

Segundo Levenhagen e Spethmann (1993), o controle de supervisão é todo aquele sistema que monitora e controla subsistemas. Este controle inclui, liga-desliga de equipamentos, alteração de *set point* (valor alvo) e a intervenção humana no funcionamento

do sistema. Sistemas mais completos, incluem relatório de alarme, medição e controle de energia, e relatórios gráficos de determinada grandeza de medida na instalação.

O supervisório utilizado é também do fabricante Alerton, chamado de Envision, criado em 1988 e o mesmo, vem sendo atualizado constantemente. A versão instalada neste sistema é a 3.1 do ano de 2015, que permite ao usuário, realizar o liga/desliga dos equipamentos, alteração da programação horária, visualizar se os equipamentos estão funcionando, desligados ou em falha, conforme perfil do usuário.

2.1.5 Fan Coil

Segundo Silva e Silva (2007), *Fan Coil* é um equipamento que possui ventilador e serpentina, onde a água gelada produzida pelo *chiller* será transportada através de tubulações até os *Fan Coil*, que por sua vez farão o resfriamento do ar. Na Figura 3, é apresentada a imagem do equipamento.

Figura 3 – Fan Coil



Fonte: Jet Frio Refrigeração, (2018)

2.1.6 Bombas de água gelada

Segundo a Centrivac (2018), as bombas são equipamentos que distribuem a energia de pressão ao líquido com o objetivo de transportá-lo através das tubulações.

As bombas de água gelada são responsáveis pela circulação da água entre *Fan Coil* e *Chiller*. Na Figura 4, é apresentada a imagem de uma bomba de água gelada.

Figura 4 – Bomba de Água Gelada



Fonte: Minas Bombas, ([s.d.])

2.1.7 Chiller

Segundo a TecnoGERA (2014), um *chiller* é um equipamento responsável por resfriar a água, que por consequência irá arrefecer o ar, produtos, ou equipamentos.

Na Figura 5, é apresentada a imagem de um *chiller* semelhante ao utilizado na instalação.

Figura 5 – Chiller



Fonte: Carrier, (2013)

Na Figura 6 (a), tem-se representado o *Fan Coil*. Equipamento provido de um ventilador e uma serpentina, para a instalação em questão. A água gelada passa através da serpentina, resfriando sua superfície, que por consequência resfria o ar circulante dos ambientes de ensino. Na instalação em questão, em cada sala de aula/laboratório, há um equipamento que é ligado e desligado através de botoeiras em cada ambiente e um termostato que controla a temperatura do ambiente, atuando diretamente sobre uma válvula motorizada que controla a passagem de água gelada.

Devido a distância entre esses equipamentos, o sistema é dividido em:

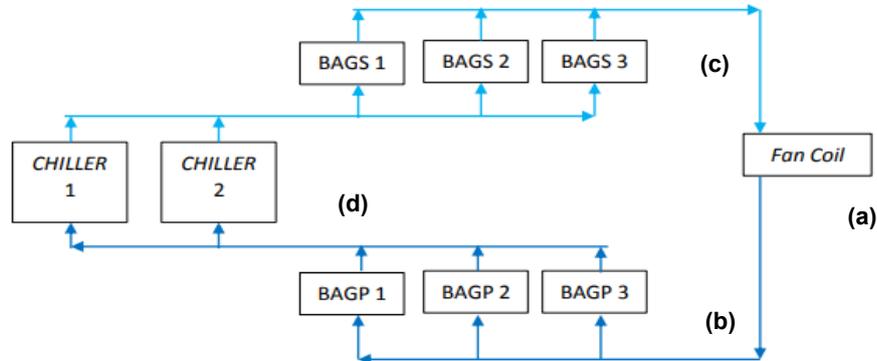
- a) Bombas de Água Gelada Primária: Capta água proveniente dos *Fan Coil* e direciona para os *Chillers*. Na Figura 6(b), mostra-se que o conjunto de bombas de água gelada primária, para essa instalação são compostas por 3 bombas;
- b) Bombas de Água Gelada Secundária: Capta água proveniente dos *Chillers* e direciona para os *Fan Coil*. Na Figura 6(c), mostra-se que o conjunto de bombas de água gelada secundária, para essa instalação são compostas também por 3 bombas.

Na Figura 6(d), tem-se representado o *Chiller*. Este é responsável por resfriar a água, na qual é circulada através do sistema de bombeamento. Através de um sistema mecânico (Compressor, Condensador, Dispositivo de Expansão, Evaporador e Fluido Refrigerante), o calor que a água recebeu do ar no *Fan Coil*, é retirado no evaporador do *Chiller* pelo fluido refrigerante.

Após essa etapa, a água é novamente bombeada para o *Fan Coil*, que por consequência, retirará calor do ar, e fará o ciclo novamente. Na instalação atual há dois *Chillers* responsáveis pelo resfriamento da água.

O sistema de climatização em estudo, é de uma Escola Profissionalizante, localizada na cidade de São Caetano do Sul, que atualmente possui a seguinte configuração apresentada na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma de água Gelada



Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 Lógica de funcionamento atual

A lógica de funcionamento atual dos equipamentos citados acima, permite que o sistema funcione no modo manual, que necessita de um operador diariamente ligando e desligando os equipamentos, e no modo automático, no qual um sistema de automação habilita e controla o funcionamento dos equipamentos da CAG.

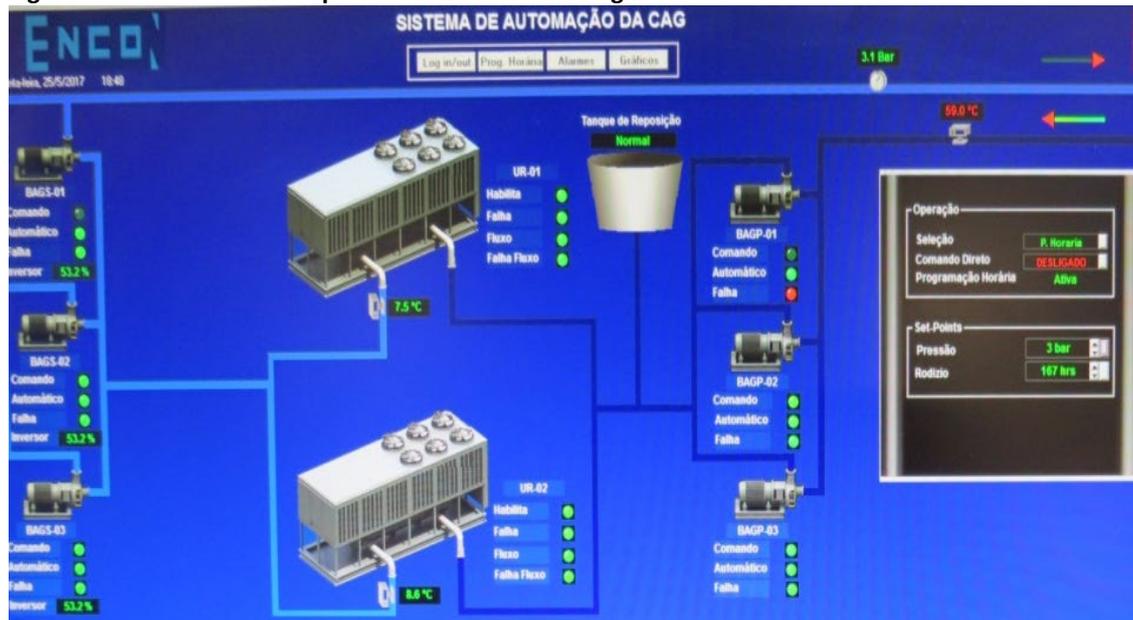
O funcionamento da CAG acontece de segunda a sexta feira da 06:30 as 22:32, e aos sábados da 07:00 as 17:00. Aos domingos o sistema não funciona. Esta configuração de horário foi determinada pelo cliente em função da demanda da instituição.

Dessa forma, a instalação atual funciona da seguinte maneira:

- quando ocorre o horário de ligar, duas bombas de água gelada primária (BAGP) e duas bombas de água gelada secundária (BAGS), são ligadas, e inicia-se a circulação da água pela instalação;
- com este fluxo de água, o fluxostato, responsável por detectar se há fluxo de água nas tubulações, é ativado, permitindo que os dois *chillers* sejam habilitados, e inicie uma varredura da automação destes equipamentos, e assim inicie o controle dos compressores em função da temperatura da água.

A Figura 7, apresenta a tela do supervisor do sistema em questão:

Figura 7 - Tela do sistema supervisorio da Central de Água Gelada



Fonte: Elaborado pelo autor

2.3 Consumo energético atual

A grande problemática nesse tipo de lógica, é que ao funcionarem quatro bombas, e dois *chillers*, a instalação torna-se deficiente, ou seja, somente haverá essa necessidade em situações de carga térmica elevada, causando um grande desperdício de energia elétrica, tendo em vista que ao longo de um ano, segundo UNESP (2018), a porcentagem de dias com valores de temperatura acima de 30°C, ao longo de um ano, corresponde aproximadamente a 22%.

A seguir, no Quadro 1, mostra-se o consumo de energia, e valores atuais gastos na instalação:

Quadro 1 - Consumo e custo de energia dos equipamentos

| Situação atual | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Equipamento | Consumo de Energia (kW)* | Custo de Energia (R\$) ** |
| <i>Chiller</i> | 760 | 402,80 |
| Bombas | 412,8 | 218,78 |
| Total diário | 1.172,8 | 621,58 |
| Total mensal *** | 28.147,2 | 15.917,92 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Os valores de consumo de energia apresentados no Quadro 1, são com base no sistema trabalhando 16 horas por dia com o *chiller* em 25% de capacidade, tendo em vista que não são todos os momentos que há ocupação integral das salas de aula.

Os valores do custo de energia elétrica, leva em consideração a Tarifa de Energia (TE) e a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), considerando o valor R\$ 0,53.

O Consumo de energia e Custo mensal, foi levado em consideração 24 dias de funcionamento da escola.

2.4 Método proposto

Desta forma, foi observado que haveria melhor eficiência energética, se um 1º conjunto (2 bombas + *chiller*), fossem habilitados no horário descrito no Quadro 01, e o 2º conjunto, fosse habilitado, quando realmente houver a necessidade, ou seja, em dias de extremo calor, onde um conjunto não seja suficiente para climatizar todo o prédio, devido à elevada carga térmica.

Para que ocorresse um desgaste igualitário das bombas e *chillers*, seria implementado também o rodizio dos equipamentos, ou seja, a cada semana seria ligado a mesma bomba e mesmo *chiller*, e na semana seguinte seria realizado o revezamento.

2.5 Resultados

Aplicando o método proposto espera-se uma redução no consumo de energia elétrica conforme segue:

Quadro 2 - Consumo e custo de energia dos equipamentos com a implementação na lógica de funcionamento

| Situação proposta | | | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| | Consumo de Energia (kW)* | Custo de Energia (R\$) ** | Redução Consumo (%) | Redução Custo (%) |
| <i>Chiller</i> | 760 | 402,80 | 0 | 0 |
| Bombas | 206,4 | 109,39 | 50 | 50 |
| Total diário | 966,4 | 512,19 | 17,6 | 17,6 |
| Total mensal *** | 23.193,6 | 12.292,56 | 17,6 | 17,6 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base no Quadro 2, pode-se observar uma redução no consumo de energia e consequentemente no custo desse consumo, simplesmente pelo fato de manter um 1º conjunto (2 bombas + 1 *chiller*) em funcionamento, e se necessário ligaria o 2º conjunto.

Pode-se esperar uma redução no consumo, e consequentemente o custo de energia elétrica, que ficaria em torno de 17,6%, o que representaria uma redução anual de aproximadamente R\$ 43.500,00, valor este que poderia ser aplicado em melhorias futuras na instalação ou até investimento em outras áreas.

Esta ação também minimizaria o custo com manutenção das bombas, tendo em vista que ficariam menos horas em funcionamento, e teriam o rodizio entre elas através do sistema de automação.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado que na instalação em questão, há um certo desperdício de energia elétrica, onde na condição inicial da instalação foi pensado em quatro bombas (duas primárias e duas secundárias) juntamente com os dois *chillers*, porém na condição atual não há a necessidade de todos os equipamentos em funcionamento ao mesmo tempo.

Conclui-se que implementando a lógica de programação, aos controladores da Central de Água Gelada, seria possível ter uma redução significativa na instalação e uma considerável economia financeira.

Propõe-se também para a escola, um trabalho de conscientização junto aos professores em aulas de preparação. Pois foi observado que nestes momentos, cada professor utiliza uma sala de aula, ou seja, para cada sala um *Fan Coil*, e água gelada circulando, para climatizar o ambiente com uma pessoa. Seria interessante que houvesse um ou dois ambientes para a preparação de aulas, o que otimizaria a instalação como um todo, reduzindo ainda mais o consumo de energia elétrica.

Para trabalhos futuros, propõe-se a medição de energia elétrica do sistema atual, e a medição do consumo com a alteração, em dias com temperaturas externas semelhantes. Onde se obteria maior exatidão do consumo e do seu custo.

Ainda pensando em trabalhos futuros, as salas de aula atualmente possuem uma botoeira para ligar e desligar os *Fan Coil*, e um termostato que faz o controle ON-OFF da válvula de água gelada da instalação. Nessa esquemática, se algum colaborador esquecer de desligar o *Fan Coil*, o mesmo ficará ligado durante a noite até o dia seguinte desperdiçando energia. A proposta seria implantar um sistema baseado em micro controlador capaz de controlar o liga/desliga através de programação horária e um controle proporcional, com maior refinamento no controle de temperatura, e abertura e fechamento da válvula reduzindo o tempo de funcionamento do *chiller* e menor consumo de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. **Capacidade de Geração do Brasil**. 2018.

Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>.

Acesso em: 07 jun. 2018.

ALERTON. **BACTalk Systems**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.partnerconnect.honeywell.com/~media/EssPortal/Product/Datasheet/BCS/Alerton/BACTalk/DDCControllers/V>

LCA-1688/LTBT-TM-PRGRMR_ Data Sheet.ashx. Acesso em: 07 jun. 2018.

ALERTON. **VLC 1188**. [c2018s.d.]. Disponível em: [http://alerton.com/EN-US/PAGES/Product.aspx?category=Field Controller&cat=ECC-Alerton&pid=VLC1188](http://alerton.com/EN-US/PAGES/Product.aspx?category=Field%20Controller&cat=ECC-Alerton&pid=VLC1188).

Acesso em: 07 jun. 2018.

CARRIER. **Chiller 30GS**. 2013. Disponível em: <http://www.carrierdobrasil.com.br/modelo/descricao/meu-negocio/38/chiller-30gs>.

Acesso em: 27 maio 2018.

CENTRIVAC. **Manutenção bomba de água**. 2018. Disponível em: <https://www.centrivac.com.br/manutencao-de-bomba-de-agua/>.

Acesso em: 07 jun. 2018.

DANFOSS. **Danfoss destaca tecnologias para redução do consumo de energia na Greenbuilding Brasil 2017**. 2017. Disponível em: http://www.danfoss.com.br/newsstories/cf/gbc-brasil-2017/?ref=17179960165#.

Acesso em: 27 jul. 2017.

DINO. **Eficiência energética e fontes renováveis são opção para energia brasileira.** 2017. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/eficiencia-energetica-e-fontes-renovaveis-sao-opcao-para-energia-brasileira/>. Acesso em: 07 jun. 2018.

HONEYWELL. **Sistemas de Gerenciamento de Edifícios e HVAC.** 2018. Disponível em: <https://buildingsolutions.honeywell.com/pt-BR/solutions/hvacbuildingmanagement/Pages/default.aspx>. Acesso em: 01 jun. 2018.

JET FRIO REFRIGERAÇÃO. **Ar condicionado Fan Coil.** 2018. Disponível em: <http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/maquinas-e-equipamentos/jetfrio/produtos/refrigeracao-ventilacao-e-exaustao/ar-condicionado-fan-coil>. Acesso em: 27 maio 2018.

PIOVESAN, João Paulo. **Eficiência energética e soluções favoráveis ao clima e infraestrutura moderna – Greenbuilding Brasil 2017.** 2017. Disponível em: <http://blog.gbcbrazil.org.br/?p=2744>. Acesso em: 17 jun. 2018.

LEDA, Augusto. **Controladores Lógicos Programáveis (CLP).** 2009. Disponível em: <http://engenhariasnaweb.blogspot.com/2009/12/controladores-logicos-programaveis-clp.html>. Acesso em: 09 jun. 2018.

LEVENHAGEN, J. I; SPETHMANN, D. H. **HVAC Controls and Systems.** Singapore: McGraw-Hill Book Co., 1993.

MACIEL, Jenifer. **Impactos da crise hídrica no aumento da tarifa de energia elétrica originada pelas hidroelétricas no Brasil.** 2016. Disponível em: <https://jenifermaciell11.jusbrasil.com.br/artigos/375898660/impactos-da-crise-hidrica-no-aumento-da-tarifa-de-energia-eletrica-originada-pelas-hidroeletricas-no-brasil>. Acesso em: 11 jun. 2018.

MINAS BOMBAS. **Bomba KSB Megabloc.** [s.d.]. Disponível em: <http://www.minasbombas.com/produto/-BOMBA-KSB-MEGABLOC-Minas-Bombas/25/>. Acesso em: 07 jun. 2018.

SILVA, J. C.; SILVA, A. C. G. C. **Refrigeração e Climatização para Técnicos e Engenheiros.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2007.

TECNOGERA. **O que é um sistema de refrigeração chiller?** 2014. Disponível em: <http://www.tecnogera.com/blog/o-que-e-um-sistema-de-refrigeracao-chiller>. Acesso em: 27 maio 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” - UNESP. **Estação meteorológica automática.** 2018. Disponível em: https://www.ipmet.unesp.br/index2.php?menu_esq1=&abre=ipmet_html/estacao/historico.php. Acesso em: 10 jun. 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que esteve sempre comigo nos momentos favoráveis e os nem tanto.

Agradeço a minha família por me apoiar e compreender que há dias bons e dias mais difíceis. Principalmente a minha esposa que me acompanha em todos os momentos.

E a todos os Professores que contribuíram com todo o conhecimento para a conclusão do curso. E principalmente ao Professor Mestre Daniel Bruno, meu orientador que teve toda a paciência e sabedoria para direcionar a elaboração deste artigo.

SOBRE OS AUTORES

i LEANDRO WAGNER



Tecnólogo em Elétrica pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2009). Técnico em Refrigeração e Climatização pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2003). Cursando a Pós-graduação em Redes Industriais de Comunicação e Controle. Atualmente é Instrutor de Formação Profissional, na empresa SENAI. Tem experiência em automação de sistemas de HVAC, atuando no *Start Up* de instalações de sistemas de automação, e manutenção dos sistemas.

ii DANIEL OTÁVIO TAMBASCO BRUNO



Doutorando e Mestre em Engenharia da Informação pela Universidade Federal do ABC (2013). Especialista em Análise, desenvolvimento de Sistemas e Banco de Dados pela Universidade de Ribeirão Preto (2007), Especialista em Educação a Distância pela Universidade Paulista (2012). Bacharel em Análise de Sistemas pela Universidade Paulista (2003). Atualmente é Técnico em Manufatura Digital e Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica Industrial. Tem experiência na área Gestão de Tecnologia da Informação, desenvolvimento de Sistemas de Informação, Redes de Computadores e Ciência da Computação