

NEWSLETTER

Nº - 05 / ANO 2019

ARTIGO TÉCNICO: EFEITO DA BAIXA
TEMPERATURA DA ÁGUA DE CONDENSAÇÃO NA
OPERAÇÃO DE UMA CAG

NOSSA NEWSLETTER

POR CARLA SANTOS

A Newsletter é um ótimo espaço para falar das atividades do nosso Chapter. Aqui divulgaremos, periodicamente, as atividades realizadas ou apoiadas pelo ASHRAE Brasil Chapter e teremos um espaço dedicado à disseminação de conteúdo técnico, através da divulgação dos artigos elaborados por nossos membros. Ajude-nos a escrever essa história, participe das atividades do nosso Chapter!



PALAVRAS DO PRESIDENTE

THIAGO PORTES
GESTÃO 2019/2020

Foi com imenso prazer que iniciamos, no dia 1º de julho de 2019, a nova gestão do ASHRAE Brasil Chapter. Como presidente nessa nova diretoria, ressalto que é motivo de muito orgulho liderar um capítulo de uma instituição tão importante e motivadora como a ASHRAE, referência internacional em todos os campos nos quais atua.

Para essa gestão, nosso principal objetivo é dar sequência aos trabalhos incríveis já realizados pelas gestões anteriores, principalmente no que diz respeito à expansão das atividades por todo o país, através de parcerias com outras entidades do setor e do incentivo aos Student Branches, grupos estudantis vinculados a diversas faculdades.

Trabalharemos também de forma intensa em atividades direcionadas aos jovens engenheiros e à promoção da diversidade, incentivando e reconhecendo, por exemplo, a participação feminina no setor. Esperamos, ainda, realizar um encontro nacional dos membros ASHRAE, em conjunto com o recém criado South Brazil Chapter. Este evento será uma preparação para a conferência regional e contará com atividades técnicas, reuniões dos comitês e diversas outras ações visando aumentar o envolvimento dos membros, estimular o surgimento de novas lideranças e garantir oportunidades de networking.

Agradecemos a confiança e contamos com apoio de todos para fazermos um Chapter cada vez mais forte e mais unido!

Presidente do ASHRAE Brasil Chapter 2019-2020

ACONTECEU NO CHAPTER



DESTAQUES DO ANO SMACNA BRASIL

No dia 4 de setembro foi realizada a entrega do 26º prêmio 'Destaque do Ano Smacna Brasil' e Troféu Fair Play 2018. O ASHRAE Brasil Chapter foi representado pelo presidente Thiago Portes na composição da mesa diretora. O ganhador do troféu Fair Play foi o membro ASHRAE Francisco Dantas.



ASHRAE BRASIL DINNER

No dia 10 de setembro foi realizado o nosso ASHRAE Brasil Dinner, com a presença de Francine Boyce, Darryl Boyce (ASHRAE President), Bruno Martinez (South Brazil Chapter President), Thiago Portes (Brasil Chapter President) e Guillermo Massucco (Argentina Chapter President). No jantar aconteceu também a cerimônia de posse do Brasil Chapter e formação do novo South Brazil Chapter.



REUNIÃO ASHRAE E ABNT

Aconteceu na sexta-feira (13/09) em São Paulo, uma reunião entre a ABNT, o Sindratar e ASHRAE. Na ocasião foram discutidos assuntos pertinentes ao acordo que as entidades possuem desde 2017, no qual a ASHRAE autoriza a ABNT a traduzir suas normas para o português e incorporá-las, integral ou parcialmente, em normas brasileiras, bem como a fazer referência a normas ASHRAE em normas brasileiras, além de outros assuntos.



RECONHECIMENTO DA IMPORTÂNCIA DOS NOSSOS PATROCINADORES

Visita do Presidente da ASHRAE, Darryl Boyce, e da diretoria do Brasil Chapter à Midea Carrier, Daikin, Sicflux e Trane para entrega dos certificados de agradecimento ao patrocínio das atividades neste ano.





HAPPY HOUR DOS JOVENS ENGENHEIROS ASHRAE

Durante a Febrava aconteceu o happy hour do YEA (Young Engineers in ASHRAE). Neste evento jovens engenheiros de todo o Brasil tiveram a oportunidade de se reunir em uma noite de muita troca de experiências!

ASHRAE BRASIL PRESENTE NO ENPC

O ASHRAE Brasil Chapter participou da abertura do Encontro Nacional de Projetistas e Consultores - ENPC ABRAVA.



HOMENAGEM AO PROFESSOR DO ANO DA ASSOCIAÇÃO DE ENGENHEIROS POLITÉCNICOS

Aconteceu em 8/11, na Poli, a cerimônia de premiação do Professor do Ano da Associação de Engenheiros Politécnicos da USP, e o homenageado foi o ASHRAE Fellow Member, Prof. Dr. Antônio Luis de Campos Mariani.



PARTICIPAÇÃO DA ASHRAE NO ENTRAC JOÃO PESSOA

Nos dias 23 e 24 de outubro, o ASHRAE Brasil Chapter participou do Encontro Tecnológico de Refrigeração e Ar Condicionado (ENTRAC) realizado em João Pessoa pela Novatécnica. Encerrando o evento tivemos a apresentação do Francisco Dantas, membro ASHRAE Brasil.



PARTICIPAÇÃO DO CHAPTER NO DCD>BRASIL

Em 06 de novembro, o Presidente Eleito do ASHRAE Brasil Chapter, Adenilson Belizário, falou sobre as atividades do comitê técnico da ASHRAE sobre datacenters no DCD>Brasil, o evento anual mais importante sobre o assunto no país. A palestra faz parte de parceria firmada com a DCPro, que participará do 1º ASHRAE Datacenter Day, a ser realizado em Brasília no dia 04 de dezembro de 2019. Saiba mais na página 22.



DIVERSIDADE NA ASHRAE

MULHERES COMPARTILHAM EXPERIÊNCIAS SOBRE REPRESENTATIVIDADE NO MERCADO DO HVAC&R

Promovido pelo grupo Gurias da Politécnica, da Escola Politécnica da PUCRS, com apoio do ASHRAE Brasil Chapter, evento defendeu a presença feminina no mercado de trabalho e no meio acadêmico.

O evento foi dedicado a fortalecer a presença das mulheres no mercado de trabalho, exercendo cargos de liderança e inspirando outras mulheres. A abertura foi realizada pela presidente do Women in Ashrae no Brasil e diretora do Sindratar-SP, Viviane Nunes que salientou a necessidade do diálogo aberto e de se compartilhar experiências pessoais e profissionais.



ATIVIDADES ESTUDANTIS

PRÊMIO DESTAQUES 2018

Aconteceu durante a Febrava o Encontro Nacional dos Student Branches ASHRAE. O evento contou com apresentações de membros da diretoria nacional do chapter, de alguns student branches e do presidente da ASHRAE Darryl Boyce.

Durante o evento foram anunciados os três estudantes que mais se destacaram por seu empenho e dedicação a ASHRAE durante o ano de 2018. Os estudantes Bernardo Baldasso, presidente do SB Porto Alegre, Larissa Albuquerque, presidente na última gestão do SB Brasília e Tais Cunha, presidente do SB Salvador, foram escolhidos e premiados com uma viagem à Orlando para visitarem a AHR Expo 2020 e participarem da ASHRAE Winter Conference 2020, com as despesas pagas pelos Chapters Brasil e South Brazil. Parabéns a todos!



NOVOS STUDENT BRANCHES EM FORMAÇÃO!

É com muita satisfação que anunciamos que a documentação para a formação de mais dois SBs já foi submetida!

As atividades já começaram e a oficialização será feita durante a ASHRAE Winter Conference 2020, em Orlando, Flórida. Os novos Student Branches são o SB UMC, na Universidade de Mogi das Cruzes em São Paulo, e o SB Pantanal, com sede em Campo Grande, Mato Grosso do Sul.



VISITA TÉCNICA

SB Rio de Janeiro

O Student Branch Rio de Janeiro realizou visita técnica às instalações dos Estúdios Globo.

VISITA PRESIDENTE THIAGO PORTES

SB Belo Horizonte

Thiago Portes esteve em duas oportunidades com alunos da Engenharia Civil e do grupo de iniciação científica do CEFET MG, apresentando os benefícios e oportunidades oferecidos pela ASHRAE.



PALESTRA DO PRESIDENTE DARRYL BOYCE

SB UMC

O presidente Darryl Boyce palestrou para os alunos de engenharia da Universidade Mogi das Cruzes, Campus Villa-Lobos, São Paulo. O tema da palestra foi “Construindo para pessoas e desempenho. Atingindo excelência operacional”. Esteve presente também o presidente do Chapter da Argentina, Guillermo Massucco, fazendo considerações sobre o impacto da ASHRAE nas carreiras profissionais. (12.09.2019)



STUDENTS DINNER

SB Brasília

ASB Dinner e visita de Chistiane Lacerda, membro ASHRAE, ao Student Branch Brasília. (25/09/2019)

VISITA DO PRESIDENTE ASHRAE DARRYL BOYCE

SB São Paulo

Em sua passagem pelo Brasil, o Presidente Darryl Boyce visitou a escola Senai Oscar Rodrigues Alves. Na visita Darryl visitou os laboratórios e conheceu a estrutura educacional da escola por intermédio de explanação do Diretor do Senai, Eduardo Macedo. (13.09.2019)



VISITA TÉCNICA

SB UMC

A equipe do Student Branch UMC fez uma visita técnica à sede da Comunidade Carisma, que oferece assistência social para a comunidade de algumas regiões de Osasco.

Haverá a reestruturação de uma parte da área das edificações, para melhoria da construção.



PARTICIPAÇÃO EXPOACOM-MS

SB Pantanal

O Student Branch Pantanal participou do evento Expoacom-MS.



DISSEMINANDO CONHECIMENTO ATIVIDADE K12

SB São Paulo

Aconteceu na Fatec Franco da Rocha a FEBAJUICE para alunos do ensino médio. Os membros do Student Branch São Paulo, Robson Ito, Mariana e Carmosinda Santos apresentaram o ciclo de refrigeração para os alunos das ETECS da região. Atividade K12. (09.10.2019)



EFEITO DA BAIXA TEMPERATURA DA ÁGUA DE CONDENSAÇÃO NA OPERAÇÃO DE UMA CAG

Vinicius de Azevedo Cruz
Membro YEA

RESUMO

Em sistemas com condensação a água, temos a necessidade de torres de resfriamento, para rejeitar o calor transferido pelo fluido refrigerante durante o ciclo de compressão. Pela análise do diagrama pressão-entalpia, conclui-se que, quanto menor a temperatura da água na condensação, maior a eficiência do chiller, devido à redução do lift de compressão. Para isso, temos que reduzir o setpoint da água condensada, gerando um maior consumo elétrico da torre, porém um ganho de eficiência na URL. A partir de simulações térmicas, comprovouse que, para as condições psicrométricas de Brasília, um sistema operando com alta demanda da torre, tem uma razão de economia elétrica entre chiller/torre, superior à 4 vezes, quando comparado à operação padrão. Desta forma, um sistema com capacidade de 500 TR, operando em horário comercial, pode gerar uma economia elétrica de até R\$ 96 mil reais/ano, atendendo as condições de conforto térmico. Ou seja, comprova-se que, o aumento da demanda da torre garante uma economia de energia na operação, já que o chiller é o principal consumidor de energia em uma CAG. Avaliando a simulação em outras regiões, teremos diferentes resultados, garantido pelas diferentes condições psicrométricas locais.

Palavras-chave: Eficiência. Psicrometria. Central de água gelada. Lift. Torres de resfriamento.

1 INTRODUÇÃO

Sistemas de expansão indireta, tem como característica a circulação de água (ou outro fluido), em circuito fechado, ao longo da edificação, com o objetivo de

climatizar os ambientes. A função desse sistema é transferir a carga térmica do ambiente para a água, que ao retornar ao evaporador da URL sede o calor absorvido, se resfriando e retornando ao loop. O fluido refrigerante, ao absorver o calor no evaporador, passa pelo processo de compressão e em seguida, rejeita o calor admitido no condensador. Por fim, o condensador rejeita o calor transferido pelo refrigerante à atmosfera.

Chillers podem ser classificados de acordo com o modo de rejeição de calor para a atmosfera, podendo ser condensados a ar ou a água. Sistemas com condensação a água são mais eficientes, possuem maior capacidade térmica, instalação mais versátil e menores níveis de ruído, quando comparados aos de mesma capacidade condensados a ar. A alta capacidade da água de absorver o calor advindo do ciclo de compressão a vapor do refrigerante, garante aos equipamentos condensados a água um ganho de eficiência superior, quando comparados aos de mesma capacidade, mas com outra forma de condensação. Ou seja, sistemas condensados a água consomem menos energia elétrica do que os de mesma capacidade condensados a ar.

Pela análise do diagrama pressão-entalpia sabe-se que, reduzir as temperaturas da água na condensação, garante ao chiller um aumento considerável de eficiência devido a redução do lift de compressão, ou seja, do trabalho do compressor. Uma central de água gelada com condensação a água é composta por chillers, bombas e torres de condensação. Dentre esses componentes, sabe-se que a URL é a principal fonte de consumo de energia, já que é a responsável por todo o ciclo de compressão a vapor.

O trabalho da torre de condensação, é rejeitar o calor absorvido pela água no condensador. Em sistemas termodinâmicos, pressão e temperatura se correlacionam, e após a compressão do fluido refrigerante, este é descarregado no condensador a alta pressão e temperatura. Desta forma, reduzir a temperatura da água condensada garante um aumento de eficiência do chiller, principal consumidor de energia em uma CAG. Porém, existe uma falsa interpretação que o aumento do set-point da água condensada garante uma economia de energia no sistema. Nesses casos, a redução de consumo é exclusiva da torre, enquanto que no chiller ocorre um aumento, gerado pela maior demanda do compressor.

O foco deste trabalho é demonstrar que chillers com condensação a água utilizando torres de resfriamento, como método de rejeição de calor, podem ter sua operação otimizada de acordo com as condições psicrométricas locais, e assim reduzir os custos elétricos operacionais da CAG.

2 TORRES DE CONDENSAÇÃO

Torres de condensação são equipamentos mecânicos responsáveis pela rejeição do calor absorvido no condensador, para a atmosfera. Para isso, contam com uma transferência de calor e massa garantida pelo contato direto do ar externo e a água advinda do circuito. Esse processo depende de alguns fatores, como as condições psicrométricas do ar externo, dimensões e capacidade da torre, set-point de temperaturas de trabalho e a potência do ventilador.

2.1. Tipos de Torres

Atualmente, existem alguns tipos de torres disponíveis no mercado. A mais utilizada em sistemas de climatização são as do tipo com tiragem induzida, conhecidas por possuírem ventiladores axiais posicionados na parte superior da torre. A vantagem dessa configuração é permitir uma alta velocidade da descarga do ar, dificultando a recirculação do ar quente rejeitado. O escoamento do ar é induzido pelo ventilador, que ao criar uma zona de baixa pressão internamente na torre, facilita a circulação e renovação do ar externo, na parte inferior, garantindo assim a transferência de calor entre o ar e a água. Quanto aos componentes, uma torre é composta

basicamente por: uma carcaça, separador de gotas, sistema de diluição, enchimento e bacia (Gomes, 1997).

2.2 Dimensionamento

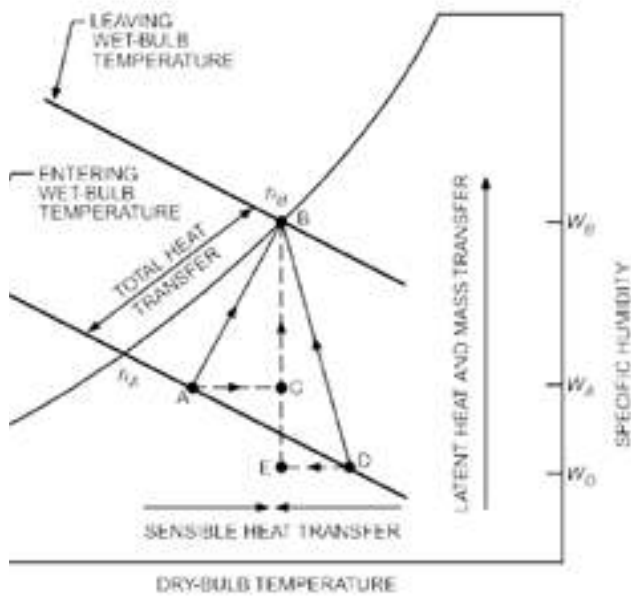
A capacidade térmica de qualquer torre depende do diferencial de temperatura requisitado pelo sistema de condensação, da vazão de água e da temperatura de bulbo úmido local. Para o correto dimensionamento de uma torre de condensação, deve ser levado em conta não só o calor absorvido pelo refrigerante no evaporador, mas também o resultante do processo de compressão. Desta forma, a capacidade térmica de uma torre de condensação utilizada em sistemas de climatização, deve ter sua capacidade térmica baseada em 1.25 kW por Kilowatt dissipado no evaporador. A condição padrão define que, para o resfriamento de 54 mL/s de água de 35°C para 29.4°C com uma temperatura de bulbo úmido de 25.6°C, uma torre rejeita 1.25 kW por kilowatt do evaporador (ASHRAE Handbooks HVAC Systems, 2012).

Outros parâmetros importantes no dimensionamento de torres, são a vazão de água, o range e o approach. A vazão de água, seguindo o princípio de conservação de massa, deve ser a mesma do condensador do chiller. Mas, como temos perdas durante o processo de troca latente, precisamos de um circuito adicional de reposição da água na bacia. O Range é o diferencial de temperatura gerado pela torre. E por fim, o approach é definido como a diferença entre a temperatura de saída da água da torre e a TBU ambiente. Ou seja, quanto menor approach, maior a efetividade da torre. Vale salientar que, como esse tipo de equipamento trabalha com transferência de calor por contato direto, quanto maiores as dimensões e conseqüentemente, a área de contato, maior será a efetividade das trocas térmicas, porém o aumento das dimensões pode acarretar num investimento inicial superior para a instalação.

2.3. Análise Psicrométrica

Sobre as condições psicrométricas, temos uma transferência de calor combinada, formada por uma parcela sensível, garantida pela diferença de temperatura entre o ar e água, e outra latente, gerada pela evaporação da água. Uma análise psicrométrica do processo segue abaixo:

Figura 1 – Análise Psicrométrica torre condensação



Em “A” temos o ar na entrada da torre sobre condições CNTP, em “B” o ar saturado na saída da torre. Desta forma, a quantidade de calor transferida da água para o ar durante o processo é proporcional à diferença entálpica entre os pontos “A e B”. Além disso, como as linhas de entalpia constante são muito próximas, a variação entálpica pode ser facilmente calculada pela variação da temperatura de bulbo úmido (ASHRAE Handbooks HVAC Systems, 2012).

Para o bom funcionamento do processo algumas condições psicrométricas podem favorecer ou dificultar essa etapa. Condições climáticas com baixa umidade relativa, em geral, garantem grandes variações na temperatura da água

na torre, devido à alta taxa de troca latente, característico do resfriamento evaporativo. Climas com baixa TBU também favorecem a operação, pois sabemos que a mínima temperatura que a torre pode atingir é a TBU ambiente, garantido pelo limite físico de água presente no ar. Porém, regiões climáticas de alta umidade relativa e temperatura externa, dificultam a operação da torre devido à baixa disponibilidade de trocas térmicas entre o ar e a água condensada. Além disso, sabe-se que as condições psicrométricas do ar externo estão constantemente variando, principalmente num país com clima tropical como o Brasil. Assim, com o advento da simulação termo energética, pode-se comprovar em quais regiões e condições a operação dos sistemas condensados a água será mais favorável.

2.4 Perdas de água no processo

As torres de resfriamento surgiram para atender a necessidade de reaproveitamento da água utilizada em processos de resfriamento. Antes do seu surgimento, a água utilizada em processos era simplesmente descartada, o que é contrário aos pontos de vista econômico e ecológico. Assim, a reutilização da água advinda dos processos se deu de maneira quase mandatária, e para isso, essa deveria operar em circuito fechado. A perda de água presente nesses sistemas se dá por três meios: evaporação, purga e arraste.

Com a crescente demanda de água e para que o processo ocorra de maneira sustentável, ao longo dos anos, os processos foram cada vez mais otimizados de forma que atualmente, as perdas de água em novos equipamentos são pequenas e, via de regra, não superam 2% da vazão da água em circulação, supondo as condições citadas no item 2.3. A perda por arraste é decorrente do modo de funcionamento, com o escoamento induzido, na qual ocorre o arraste de



gotículas durante a operação. Mas, essa perda pode ser reduzida utilizando alguns métodos construtivos como eliminadores de gotas. O processo de purga é necessário para controlar a concentração de sais e drenagem de óleos na água condensada, reduzindo assim a possibilidade de incrustações nas tubulações. Por fim, temos a perda por evaporação, responsável pela maior parcela, devido principalmente às condições climáticas locais, já que estão sujeitas as leis físicas (Gomes, 1997). Existem atualmente, algumas equações empíricas que permitem estimar a perda de água decorrente do processo de resfriamento nas torres. Para a perda por evaporação temos a formulação do fator de perda que estima uma fração da água perdida de acordo com a umidade relativa e a TBU local (Qureshi and Zubair, 2007):

$$Fator\ Perda = (113 - 8.417\Phi + 1.6147Tbd) * 10^{-5} \quad (1)$$

Onde, Φ representa a umidade relativa do ar, e Tbd a temperatura de bulbo úmido na entrada da torre. E a vazão volumétrica de água perdida na evaporação, pode ser estimada por:

$$Vevaporação = Fator\ Perda * Q_{agua} * \Delta T_{Torre} \quad (2)$$

Onde, $Vevaporação$ representa a vazão volumétrica perdida por evaporação [m^3/h], o Q_{agua} a vazão volumétrica da torre [m^3/h] e ΔT_{Torre} o range da torre [$^{\circ}C$]. Já para o processo de arraste, temos a seguinte formulação:

$$Varraste = Q_{agua} * (\% \text{ água arraste}) * FRar \quad (3)$$

Onde, “% água arraste” representa o percentual de água perdida por arraste, e $FRar$ a taxa de vazão do ventilador da torre de acordo com as condições padrões de seleção da torre. E por último, temos a formulação para o cálculo da perda de água por purga:

$$Vpurga = Vevaporação Rconcentração - 1 - Varraste \quad (4)$$

Onde, $Rconcentração$ representa a razão de concentração de impurezas na água da purga em comparação com a água em circulação na bacia da torre.

Mesmo existindo a perda de água, consequente do processo de resfriamento evaporativo, sistemas com condensação a água são mais recomendados em plantas com carga térmica superior a 300 TR devido a alta eficiência e menor consumo elétrico. Além disso, esses tipos de chillers tem seus níveis de eficiência tomados como referencia para edificações acima de 5 pavimentos, ou área próxima a $14.000\ m^2$ (ASHRAE

Std90.1).

Existe uma correlação direta e complexa entre a água e a produção de energia. Por exemplo, em países como o Brasil, temos a maior parcela da matriz energética advinda das hidrelétricas, utilizando grande quantidade de água para a produção de energia. Mas, para o tratamento e reaproveitamento da água usada para consumo, é necessária a utilização de energia elétrica. Nos Estados Unidos, aproximadamente 86% da energia produzida é advinda das termoeletricas, segundo o U.S Energy Information Administration. Ou seja, também necessitam de um grande volume de água no processo de produção energética. Estudos estimam que em 2008, 189 trilhões de litros de água foram utilizados nas plantas de energia, enquanto que apenas 6 trilhões de litros foram consumidos. A partir do montante de energia produzida, pode-se estimar a quantidade de água necessária para a produção, que nesse caso representa 1.624 litros/MWh produzido, no caso americano. (EIA, 2016)

Quando comparamos o consumo de energia e o montante de água para gerá-la, nos dois tipos de sistemas, com condensações distintas, chillers com condensação a ar são responsáveis por aproximadamente o dobro do consumo de água. Mas, quando o consumo direto de água é avaliado, no mesmo tipo de sistema, os chillers condensados a ar tem a vantagem de menor consumo de água. Ou seja, esses tipos de sistemas usam mais energia elétrica, e ao mesmo tempo possuem um consumo direto de água inferior. Desta forma, conclui-se que sistemas com condensação a água são preferíveis em locais onde a redução no consumo elétrico é uma prioridade, e os condensados a ar onde a conservação da água é preferível (Poole, Lessans, 2019).

3. OTIMIZANDO CHILLERS E TORRES

Atualmente, um dos grandes desafios da engenharia é constantemente otimizar e melhorar processos, para reduzir gastos, aumentar a produtividade e atender aos critérios sustentáveis. Centrais de água gelada possuem uma operação complexa e sequencial, desta forma existem algumas estratégias de controle e operação que podem otimizar o processo. Um dos modos operativos mais comuns atualmente, é pelo set-point de temperaturas. A partir do cálculo de carga térmica máxima da edificação ou do processo, é definida a temperatura de saída de água gelada da URL que atenderá a demanda de climatização do sistema. O resto do sistema é dimensionado e tem sua operação

definida de acordo com a operação do chiller.

Projetistas menos experientes costumam dimensionar sistemas com uma margem de segurança alta, para atender condições mais críticas de operação. Desta forma, tem-se a certeza, que durante os períodos de cargas térmicas e demandas parciais, o sistema de climatização atenderá a capacidade requerida. Porém, em alguns casos, pode ocorrer o superdimensionamento de componentes, pois para atingir a carga térmica de pico de uma edificação comercial, por exemplo, devemos contar com diversos fatores como: ocupação máxima, alta taxa de dissipação térmica dos componentes eletrônicos, condições climáticas extremas entre outras. Além disso, normativos atuais indicam que os sistemas permanecem 99% do tempo de funcionamento sobre cargas parciais, distantes da plena capacidade, favorecendo assim configurações de equipamentos mais eficientes em médias cargas (AHRI Std 551/591).

Alguns sistemas e equipamentos atuais, contam com alguns dispositivos que permitem uma operação mais vantajosa. Um exemplo é o variador de frequência presente nos compressores dos chillers. Com a variação da frequência e conseqüentemente da velocidade de operação, compressores com essa tecnologia permitem a modulação de capacidade de acordo com vazão de refrigerante demandada pelo evaporador. Assim, possuem uma eficiência superior quando comparados aos de mesma capacidade modulados por controles geométricos. Esse ganho de eficiência pode ser traduzido em redução do custo elétrico operacional do sistema de climatização, um dos maiores consumidores em edifícios comerciais. A tecnologia da velocidade variável está presente não só nos chillers, mas também em bombas, ventiladores de torres e fan coils, de modo que atualmente, já existem plantas operando em sua totalidade com velocidade variável, visando otimizar a operação.

Por muitos anos, sistemas com condensação a água são projetados e dimensionados seguindo condições padrões como uma temperatura de entrada da água de condensação fixa em 29.4°C, e a temperatura de saída em 35°C, com uma vazão de $5.4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}/\text{kW}$ (3 GPM/TR) porém, existem alguns estudos atuais que visam otimizar essa operação introduzindo modificações, como por exemplo, redução da vazão ou mudança nos set-points de temperatura de água. Alguns estudos apontam que a utilização de sistemas com vazão de condensação igual a $3.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}/\text{kW}$ (2 GPM/TR), pode reduzir o investimento inicial já que ocorre a redução da capacidade das bombas e

ventiladores das torres. Desta forma, a economia inicial seria superior ao aumento do gasto gerado por uma maior demanda do compressor, característica do aumento do lift de compressão das altas temperaturas de condensação. (Kirsner, 2002).

Segundo Furlong e Morrison (2005), quanto maior a temperatura de bulbo úmido, maior a demanda necessária na vazão de condensação e menor o approach para atingir uma operação otimizada. Já para baixas temperaturas de bulbo úmido, por exemplo 19°C baixas vazões de água condensada se mostram energeticamente eficientes, já que nessas condições a umidade relativa do ar geralmente é elevada. Por fim, nas temperaturas de 25,5°C e 28,9°C a vazão padrão de 3 GPM/TR e médios approaches demonstraram um ponto ótimo na curva operacional.

O foco desse trabalho é demonstrar, através de simulações termo energéticas, que a mudança no modo operacional pode reduzir o custo e consumo elétrico. Desta forma, plantas atuais podem modificar sua operação, sem haver custo inicial aos responsáveis. Para demonstrar que o aumento da demanda na torre garante um ganho considerável de eficiência na URL, foi simulada uma CAG padrão com um chiller centrífugo de 500TR de capacidade, com uma bomba primária, uma de condensação e uma torres operando nas duas condições de operação, ou seja, com diferentes set-points de água condensadas, para analisar a diferença nas operações.

4.0 PARÂMETROS E RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Para que os comparativos apresentados nesse estudo apresentassem um padrão real de funcionamento dos equipamentos atuais, optou-se pela seleção de chillers e torres com certificação de performance internacionais, mantendo assim o padrão de eficiência definido por normas.

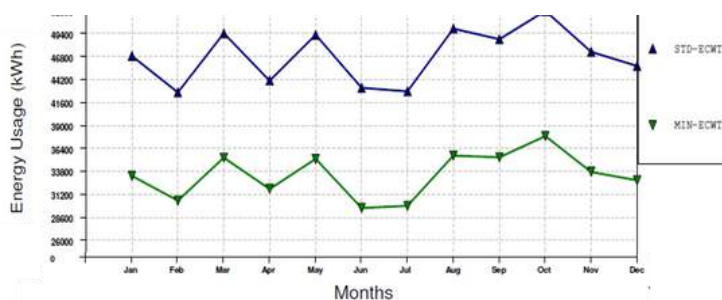
A fim de padronizar a simulação térmica foram definidos alguns parâmetros de operação dos equipamentos da CAG, sendo eles:

- Temperaturas de entrada e saída de água gelada no chiller fixas em 12,2°C e 6.7°C respectivamente, com uma máxima perda de carga de 60 kPa tanto na evaporação quanto na condensação.
- Alternativa 1: temperatura de condensação elevada com set-point de 29.5°C, reduzindo a demanda da torre.
- Alternativa 2: menor temperatura de condensação possível de acordo com as condições climáticas, ou seja, alta demanda da torre.

- Condição de operação seguindo horário comercial das 08:00 às 18:00 totalizando 2600 horas por ano.

Vale salientar que as configurações de CAG possuem as mesmas características físicas e construtivas, já que os componentes são idênticos. As alterações que foram propostas se restringem ao modo operacional dos equipamentos, com o objetivo de atingir uma maior eficiência global do sistema. No sistema avaliado por exemplo, a URL é responsável por um consumo próximo a 70% do total do sistema, ou seja, uma fonte viável para otimizações. Assim, a partir da simulação das alternativas propostas, temos os seguintes resultados na operação dos chillers:

Figura 2 - Comparativo consumo energético alternativas



Fonte: Software simulação YCALC

Em azul temos o sistema operando de acordo com a alternativa 1, e em verde a alternativa 2. A partir do gráfico apresentado acima, comprova-se que a partir da redução da temperatura de condensação, tem-se um ganho considerável na eficiência do chiller. Essa otimização do equipamento se traduz para a edificação como redução do consumo elétrico operacional médio de 28%, como pode ser avaliado no gráfico acima. Para uma análise financeira de investimentos e potencial redução no custo com energia elétrica, podemos considerar o custo do kWh padrão atual no Brasil de R\$0,5/kWh, tendo os seguintes resultados com o custo de operação dos equipamentos.

Tabela 1:custo energético Brasília

Custo Operacional	Torre	Chiller	Planta	Razão Economia
Alternativa 1	R\$18.193.00	R\$430.125.00	R\$539.711.00	Chiller / Torre
Alternativa 2	R\$43.931.00	R\$308.310.00	R\$443.635.00	
Resultado Operação	-R\$25.738.00	R\$121.815.00	R\$96.076.00	4.73

A partir dos resultados da simulação, comprova-se que, segundo as condições climáticas e psicrométricas de Brasília, uma dada torre operando com maior demanda

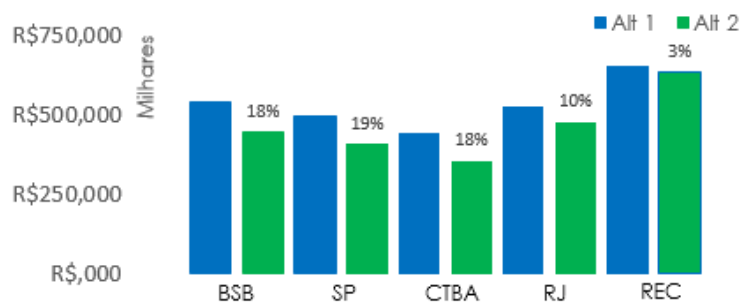
possuirá um consumo elétrico superior em cerca de R\$ 25 mil reais/ano. Mas, esse aumento da demanda da torre trará um benefício superior na operação do chiller, de forma que a razão de economia operacional entre os equipamentos é de 4,73. Ou seja,garantirá uma economia considerável para a operação da CAG chegando anualmente numa redução de energia aproximada em R\$ 96 mil reais/ano. Avaliando a simulação sobre outras condições climáticas, teremos diferentes resultados garantido pelas diferenças psicrométricas locais. Como exemplo temos as seguintes cidades como resultado:

Tabela 2:custo energético capitais

Custo Operacional	Torre	Chiller	Planta	Razão Economia
SÃO PAULO				
Alternativa 1	R\$16,954.00	R\$387,590.00	R\$495,938.00	Chiller / Torre
Alternativa 2	R\$43,931.00	R\$270,797.00	R\$406,121.00	
Resultado Operação	-R\$26,977.00	R\$116,793.00	R\$89,817.00	4.33
Curitiba				
Alternativa 1	R\$15,006.00	R\$340,721.00	R\$440,658.00	Chiller / Torre
Alternativa 2	R\$40,825.00	R\$229,122.00	R\$354,877.00	
Resultado Operação	-R\$25,819.00	R\$111,599.00	R\$85,781.00	4.32
RIO DE JANEIRO				
Alternativa 1	R\$23,407.00	R\$411,581.00	R\$526,382.00	Chiller / Torre
Alternativa 2	R\$43,931.00	R\$340,484.00	R\$475,808.00	
Resultado Operação	-R\$20,524.00	R\$71,097.00	R\$50,574.00	3.46
RECIFE				
Alternativa 1	R\$34,132.00	R\$524,551.00	R\$650,076.00	Chiller / Torre
Alternativa 2	R\$43,931.00	R\$494,646.00	R\$629,970.00	
Resultado Operação	-R\$9,799.00	R\$29,905.00	R\$20,106.00	3.05

Assim como já era esperado, em regiões de altas temperaturas de bulbo seco e úmido como Recife, temos uma economia global menor, já que a torre tem sua operação limitada pelas condições climáticas externas. Mas, pela análise dos dados apresentados acima, conclui-se que em todas as regiões a operação da torre sobre alta demanda garante uma operação otimizada do chiller e da CAG global. Parte da economia de todo o sistema pode ser seguidos nos gráficos abaixo:

Figura 3 - Consumo Global CAG



Fonte: Elaborado pelo autor

Dessa forma, comprova-se que as regiões climáticas de baixas temperaturas de bulbo úmido, e umidade relativa, garantem uma operação otimizada segundo a alternativa de alta demanda da torre de condensação. Avaliando a CAG por completo, tem-se reduções de até 19% no consumo elétrico/ano, demonstrando assim o potencial de otimização nesses sistemas. Porém, a alta disponibilidade da torre de condensação, garante um maior consumo de água no processo, e a partir das equações apresentadas no tópico 2.4, pode-se calcular o aumento do consumo de água de acordo com cada condição climática durante as 2600 horas de operação anual. Aplicando um valor médio de R\$ 20,00/m³ de água, teremos o aumento do custo para o maior fornecimento hídrico.

Tabela 3-Consumo de água das alternativas

Capital	Consumo de água na torre		Aumento	
	Alternativa 1 (m ³ /ano)	Alternativa 2 (m ³ /ano)	%	Custo (R\$)
Brasília	5871.74	6099.58	4%	R\$4.556.78
São Paulo	5207.37	5419.47	4%	R\$4.242.05
Curitiba	4922.44	4929.15	0%	R\$134.35
Rio de Janeiro	5906.93	6040.75	2%	R\$2.676.36
Recife	7771.85	7830.54	1%	R\$1.173.80

Fonte: Elaborado pelo autor

Pela análise dos dados apresentados na tabela acima, conclui-se que o aumento de consumo de água na alternativa 2 é pequeno, e tem o custo operacional inferior à redução de energia. Desta forma, considerando o aumento do consumo hídrico e a redução de energia, estima-se uma economia operacional de até R\$ 91 mil reais/ano para a operação em Brasília, validando a alternativa com alta demanda da torre.

5.0 CONCLUSÕES

A partir dos dados e estudos apresentados, conclui-se que, a operação da CAG se manteve otimizada seguindo o modelo de menor temperatura de condensação. Isso se deve, pela redução no lift de compressão apresentado nos chillers, e conseqüentemente, na economia de energia da principal fonte consumidora em sistemas de expansão indireta.

Por fim, demonstrou-se a partir de simulações térmicas que o aumento de demanda da torre de condensação em detrimento do chiller, garante uma operação otimizada, atingindo a redução do consumo elétrico, superior ao aumento da demanda hídrica. Vale salientar que, como esperado, os resultados das simulações variaram de acordo com as condições psicrométricas de cada capital, mas em todas elas o

custo operacional teve um saldo positivo seguindo a alternativa de alta demanda da torre. Porém, entende-se que o modo de controle apenas pelo set-point de temperatura é simples, e não leva em conta as condições climáticas locais instantâneas ao longo da operação. Desta forma, uma automação que pudesse alterar o modo de controle da CAG a partir das condições climáticas locais, e da demanda térmica instantânea, possivelmente garantiria uma maior eficiência operacional.

AGRADECIMENTOS

Aos companheiros de trabalho na empresa Johnson Controls Hitachi por todo apoio, ensinamentos e investimento em minha carreira profissional, em especial ao Eng. João Carlos Antonioli, que motivou e incentivou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AHRI Standart 551/591, 2015. Performance rating of water- chilling packages using the vapor compression cycle.
- ASHRAE, 2012. HVAC systems Handbook, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., SI Edition, Chapter 40 Cooling Towers.
- ASHRAE, 2013. Standard 90.1. ANSI/ASHRAE/IESNA. Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, 2013.
- EIA. 2016. Electrical Power Annual 2016, table 3.1.A "Net Generation by Energy Source: Total (All Sectors), 2006-2016"
- Furlong, W, J. Morrison, T, F. 2005. "Optimization of Water - Cooler Chiller - Cooling Tower Combinations", Cooling tower Institute Journal, Vol 26 (1).
- Gomes, C. C. G. Torres de resfriamento de água. In: REVISTA OFICINA DO FRIO n°25, 1997, São Paulo.
- Kirsner, C. E. 2002. "2 GPM/Ton Condenser Water Flow Rate - Does It Save Energy?", February 6, 2002.
- Quereshi, B.A. and S.M.Zubair. 2007. Prediction of evaporation losses in evaporative fluid coolers, Applied Thermal Engineering 27 pp. 520-527. 2007.
- Poole, J. Lessans, M. 2019. "A Balanced System Approach to the Water-Energy Nexus" ASHRAE Journal 61(1).

ASHRAE PELO MUNDO



ASHRAE LANÇA EDIÇÕES ATUALIZADAS DE IMPORTANTES NORMAS

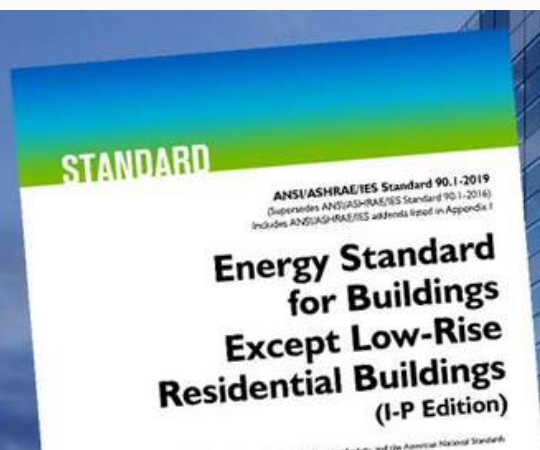
A ASHRAE lançou edições atualizadas de seus padrões para o projeto de sistemas de ventilação e qualidade aceitável do ar interno (IAQ). Além disso, lançou uma versão revisada e expandida da sua principal norma de Eficiência Energética.

A norma ANSI / ASHRAE 62.1-2019, “Ventilação para qualidade aceitável do ar interno”, especifica taxas mínimas de ventilação e outras medidas para edifícios novos e existentes que visam fornecer QAI aceitável para ocupantes humanos e que minimiza os efeitos adversos à saúde.

A norma ANSI / ASHRAE 62.2-2019, “Ventilação e qualidade aceitável do ar interior em edifícios residenciais”, define as regras e os requisitos mínimos para sistemas de ventilação mecânica e natural e para a envoltória de edifícios residenciais, buscando fornecer qualidade do ar interior aceitável nesses edifícios.

A norma ANSI / ASHRAE / IES 90.1-2019, “Padrão de eficiência energética para edifícios”, contém mais de 100 alterações em relação à versão de 2016, incluindo várias medidas de economia de energia.

As três normas podem ser compradas através do site www.ashrae.org/bookstore, com desconto para membros ASHRAE. Podem ainda serem acessadas de forma online e gratuita no endereço <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/read-only-versions-of-ashrae-standards>.



New for 2019

PROJETO BRASILEIRO VENCE PRÊMIO DE INOVAÇÃO DA ASHRAE E PNUMA

A ASHRAE e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) anunciaram na última terça-feira (05/11/19) os projetos vencedores do “Prêmio de Inovação em Refrigeração e Ar Condicionado com baixo GWP” em 2019. O programa anual de premiação internacional promove design, pesquisa e práticas inovadoras, reconhecendo pessoas que desenvolveram ou implementaram conceitos tecnológicos inovadores aplicados em países em desenvolvimento para promover refrigerantes com menor potencial de aquecimento global (GWP) por meio de aplicações de refrigeração e ar condicionado.

E entre os vencedores, um projeto brasileiro: O projeto “Resfriador de Propano de Baixa Carga para Sistema de Refrigeração Comercial de Supermercado”, que faz parte do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e executado no Brasil em parceria com a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento industrial (UNIDO) e a empresa paranaense Eletrofrio Refrigeração.

A equipe do projeto era composta por Rogério Marson Rodrigues, Ivair Lucio Soares Junior, Gustavo Galdi Heidinger, Cassio Lucio Simonetti e Edgard Soares Pinto Neto. O objetivo era desenvolver um sistema de refrigeração com refrigerante natural para uso em supermercados. O resfriador de propano resfria um líquido secundário, o glicol, que é então usado para resfriar armários e câmaras frias de temperatura média. Para armários e câmaras frias de baixa temperatura, o CO2 é condensado pelo mesmo glicol (sistema subcrítico).

Saiba mais em: <https://www.ashrae.org/about/news/2019/ashrae-un-environment-programme-announce-lower-gwp-award-selections>



CERTIFICAÇÕES PROFISSIONAIS - ASHRAE

Os programas de certificação ASHRAE foram criados para atender às necessidades da indústria de hoje e agregar valor a milhares de profissionais, empregadores e proprietários de edifícios. Saiba mais!



BCxP–Building Commissioning

Valida a competência para liderar, planejar, coordenar e gerenciar uma equipe de comissionamento para implementar processos de comissionamento em edifícios novos e existentes.



CHD-Certified HVAC Designer

A certificação CHD valida a competência para projetar sistemas de HVAC para atender aos requisitos de construção/projeto, incluindo dimensionamento de equipamentos, cálculos de carga, design e layout de dutos e tubulações.



HBDP–High-Performance Building Design

Valida a competência para projetar e integrar sistemas sustentáveis de HVAC em edifícios de alto desempenho.



HFDP – Healthcare Facility Design

Valida a competência para incorporar padrões, diretrizes e códigos regulatórios, bem como requisitos exclusivos de unidades de saúde no design do sistema HVAC.



OPMP–Operations & Performance

Valida a competência para gerenciar as operações e a manutenção da instalação para atingir as metas de desempenho da construção, incluindo aquelas relacionadas à qualidade, saúde e segurança ambiental interna



BEAP–Building Energy Assessment

Valida a competência para avaliar os sistemas de construção e as condições do local, analisar e avaliar o uso de equipamentos e energia e recomendar estratégias para otimizar a utilização dos recursos de construção.



BEMP–Building Energy Modeling

Valida a competência para modelar edifícios e sistemas novos e existentes e avaliar, selecionar, usar, calibrar e interpretar os resultados do software de modelagem de energia, quando aplicados ao desempenho e à economia de energia de edifícios e sistemas.

<https://www.ashrae.org/professional-development/ashrae-certification/certification-types>

PRÓXIMOS EVENTOS

1º ASHRAE DATA CENTER DAY

O 1º ASHRAE DATA CENTER DAY será realizado em Brasília-DF, em plena Praça dos Três Poderes, no coração de nossa capital, no dia 04/12/2019. Teremos participantes dos setores público e privado envolvidos na área de missão crítica. Serão abordados 4 grandes temas (Água Gelada, Tecnologias de Refrigeração, Eficiência na Operação e Certificações/Normas) e em cada um dos blocos será realizada uma mesa redonda sobre o tema com especialistas. Será uma ótima oportunidade para nos reunirmos e trocarmos conhecimentos. Não deixe de prestigiar e divulgar entre seus contatos. Informações e inscrições: <http://bit.ly/datacenterday>



BRASÍLIA/DF

1º ASHRAE DATA CENTER DAY

Data: 04/12/2019 – das 08:30 às 18:00

Local: Salão Negro do Panteão da Pátria – Praça dos Três Poderes

Investimento: R\$ 50,00 (R\$ 25,00 para estudantes e Membros ASHRAE)

Estudantes ASHRAE são convidados (solicitar convite via e-mail)

Inscrições: <https://bit.ly/datacenterday/>



*Maiores Informações
Utilize o QR CODE*

Água Gelada | Tecnologias | Eficiência na Operação | Certificações e Normas

1º ASHRAE DATA CENTER DAY

Palestrantes Confirmados



Adenilson Belizário
ASHRAE Brasil



Alexandre Kontoyanis
DCPro Training



Carlos Lima
CFS Engenharia



Cristiano Brasil
Midea Carrier



Eduardo Sousa
Dataprev



Fabiano Azevedo
Babcock International



Guilherme Barcellos
Termind



Luciano Marcato
DAIKIN



Natália Araújo
STULZ



Radamés Garcia
FERA Service



Rodrigo Rochedo
IMI Hidrônicos



Sérgio Ribeiro
VERTIV



Cláudio Kun
TROX Brasil



Vinícius Cruz
JC Hitachi

Programação

Hora	Palestra
08:30	Recepção
09:00	Abertura do Evento Thiago Portes - Presidente do Chapter Brasil da ASHRAE
09:15	Recuperação de Capacidade em Datacenters Cristiano Brasil - Midea Carrier
09:40	Água Gelada com Tecnologia Free Cooling Vinícius Cruz - Johnson Controls Hitachi
10:05	Balanceamento de Sistemas Hidrônicos Rodrigo Rochedo - IMI Hydronics
10:30	Painel de Discussão Vantagens no Uso de Água Gelada para Data Centers
10:45	Coffee Break
11:00	Tecnologias de Fancoils de Precisão Natália Araújo - STULZ
11:25	Monitoramento Técnico de Baterias Radamés Garcia - FERA Service
11:50	Reliability and Efficiency: A Nova Era dos Data Centers no Brasil Sérgio Ribeiro - VERTIV
12:15	Uso de CFD para Prever Impactos nas Instalações Guilherme Barcellos - Termind
12:40	Painel de Discussão Os Desafios do Aumento de Densidade nos Equipamentos de TI

Hora	Palestra
13:00	Intervalo para Almoço e Networking
14:15	Qualificação de Equipes de Operação Alexandre Kontoyanis - DCPro
14:40	Comissionamento em Missão Crítica Adenilson Belizário - ASHRAE Brasil
15:05	Trusted Advisor Carlos Lima - CFS Engenharia
15:30	Painel de Discussão O Ciclo de Vida de um Data Center
15:45	Coffee Break
16:00	Dampers Corta Fogo Aplicados em Data Centers Cláudio Kun - TROX
16:25	Certificação ISO 55000 para Data Centers Fabiano Azevedo - Babcock International Group
16:50	Dataprev - Processo de Modernização e Certificação de Data Centers Eduardo Sousa - Dataprev
17:15	Impacto da Norma 90.4 no PUE de Data Centers Luciano Marcato - DAIKIN
17:40	Painel de Discussão Vantagens e Desafios na Aplicação de Normas e Certificações
17:55	Encerramento do Evento

Patrocínio Platinum



Patrocínio Gold



Realização



Patrocínio Bronze



Apoio Institucional



11
a
14

DE NOVEMBRO

SIMPÓSIO DE Engenharia: Eficiência Energética

DAS 19H ÀS 22H

PROGRAMAÇÃO

Segunda-feira (11/11)

Local: Teatro UMC

Palestra: Importância da eficiência energética no contexto das mudanças climáticas

Horário: 19h às 19h40

Convidado: Paulo Hélio Kanayama (Fatec)

Palestra: Engenharia com eficiência em sistema de Climatização

Horário: 19h50 às 20h30

Convidado: Daniel Nascimento (Star Center)

Palestra: Utilização de energia solar para produção de condicionamento de ar: Placas fotovoltaicas, absorção solar e heliotermia

Horário: 20h40 às 21h30

Convidado: Adenilson Belizario (Adernergy)

Palestra: Institucional ASHRAE

Horário: 21h30 às 21h40

Convidado: Walter Lenzi (ASHRAE)

Mesa redonda com os palestrantes

Horário: 21h40 às 22h00

Apresentação dos alunos:

Por que você deve me contratar?

Horário: 22h às 22h10

Inscrições pelo link:

<https://bit.ly/2TYIvFb>

Outras informações:

paulocarvalho@umc.br
(Prof. Paulo Germano)

Terça-feira (12/11)

Local: Teatro UMC

Palestra: Importância da Renovação de Ar e Qualidade do Ar Interno

Horário: 19h às 19h40

Convidado: Andre Zaghetto (Sicflux)

Palestra: A excelência do projeto: da interpretação das Normas a Simulação Energética

Horário: 19h50 às 20h30

Convidado: Gustavo Hoffmann (Midea Carrier)

Palestra: Eficiência Energética e distribuição do ar pelo piso

Horário: 20h40 às 21h30

Convidado: Ricardo Cherem (Dannenge)

Palestra: Institucional ASHRAE

Horário: 21h30 às 21h40

Convidado: Daniela Marchesi e Adriano Reges (ASHRAE)

Mesa redonda com os palestrantes

Horário: 21h40 às 22h

Apresentação dos alunos: Por que você deve me contratar?

Horário: 22h às 22h10

3ª JORNADA DA ENGENHARIA 2019

UMC
UNIVERSIDADE

FAÇA
SUA PRÓPRIA
HISTÓRIA



/JORNADADAENGENHARIAUMC



JORNADAENG.UMC@GMAIL.COM



011 94074-2203



@JORNADADAENGENHARIAUMC

13/11 - QUARTA FEIRA

TODOS COM INICIO ÀS 19:00

- MINICURSO : Simulação Computacional com ANSYS.

MSc. Carlos Alberto Medeiros .

LAB117 (Bloco 01 - 1º Andar)

- MINICURSO: Estatística Básica com MS® Excel

MSc. Éder Baroni da Silveira

SALA 214 (Bloco 02 - 1º Andar)

- MINICURSO: Simulação Energética de Edificações -

MÓDULO I (EnergyPlus) Part I .

Ricardo Antônio Do Espírito Santo Gomes

LAB115 (Bloco 01 - 1º Andar)

- WORKSHOP: O Básico da Impressão 3D

MSc. Denis Massucatto dos Santos

LAB. MULTIDISCIPLINAR III (Bloco 01 - Subsolo)

- WORKSHOP: Bambu como Material para Construção

Eng. Juraci Gomes da Rocha

LAB. DE ENGENHARIA CIVIL (Bloco 01 - Subsolo)

- WORKSHOP: Machine Learning and Artificial Intelligence

MSc. Eng. Daniel S. Carvalho

SALA 210 (Bloco 02 - 1º Andar)

QUINTA FEIRA - 14/11

TODOS COM INICIO ÀS 19:00

- MINICURSO : REVIT

MSc. Aline da Silva Escórcio Ribeiro

LAB117 (Bloco 01 - 1º Andar)

- MINICURSO: Estatística Básica com MS® Excel

MSc. Éder Baroni da Silveira

SALA 214 (Bloco 01 - 1º Andar)

- MINICURSO: Integração ARDUINO e Scilab para Coleta e Processamento de Dados

MSc. Mariana Moretti

LAB114 (Bloco 01 - 1º Andar)

- WORKSHOP: O Básico da Impressão 3D

MSc. Denis Massucatto dos Santos

LAB. MULTIDISCIPLINAR III (Bloco 01 - Subsolo)

- WORKSHOP: Bambu como Material para Construção

Eng. Juraci Gomes da Rocha

LAB. DE ENGENHARIA CIVIL (Bloco 01 - Subsolo)

- MINICURSO: Conceitos de Projetos Eficientes e Sustentáveis

Eduardo Seiji Yamada

SALA 215 (Bloco 02 - 1º Andar)

- MINICURSO: Simulação Energética de Edificações - MODULO I (EnergyPlus) Part II

Ricardo Antônio do Espírito Santo Gomes

LAB115 (Bloco 01 - 1º Andar)

- MINICURSO: Arquitetura Bioclínica quanto às questões climáticas envolvidas e técnicas em prol da

Eficiência Energética

Alessandra R. Prata e Eduardo Gasparelo

SALA 210 (Bloco 02 - 1º Andar)



25^ª CONAJE
 CONGRESSO NACIONAL DE JOVENS
 EMPREENDEDORES BONITO - MS



21 a 23 de novembro de 2019

Centro de Convenções de Bonito

www.congressoconaje.com.br

JÁ PENSOU EM PARTICIPAR

DO MAIOR EVENTO JOVEM EMPRESARIAL
 E ESTAR RODEADO DE **TUBARÕES??**

MEMBRO ASHRAE PAGA SÓ **50% OFF**

R\$ 199.99



PALESTRANTES



Pedro Lima



Cris Arcangell



José Semenzato



João Parkison



Filipe Bento



Mariana Beckhauser



Rodolfo Lucas



Vanessa Sabioni



Matheus Pinheiro



Cícero Rocha



Lucíola Magalhães



Rapha Falcão

Promoção



Realização



Apoio Institucional



Sport

SPONSOR

PATROCINADORES

DEMONSTRANDO SEU APOIO

Project

Awareness

PATROCINADOR PLATINUM



PATROCINADORES GOLD



TRANE[®]



Essa newsletter é desenvolvida pelo ASHRAE Brasil Chapter. Não representa posições oficiais ou reflete políticas da Sociedade. Os capítulos da ASHRAE não representam a Sociedade e as informações aqui apresentadas tampouco foram revisadas pela mesma. Para aprender mais a respeito das atividades da ASHRAE em nível internacional, entre em contato através da homepage da ASHRAE:
<http://www.ashrae.org>.