CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ RENATO MENDES

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UMA SERPENTINA ALETADA PARA REAQUECIMENTO DO AR EM HVAC

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ RENATO MENDES

ESTUDO DE VIABILIDADE ECON	ÔMICA DA INSTAI	LAÇÃO DE UMA
SERPENTINA ALETADA PARA RE	CAQUECIMENTO D	OO AR EM HVAC

Trabalho apresentado à disciplina TCC II, do Curso de Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário Assis Gurgacz como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador: Eliseu Avelino Zanella Junior.

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ RENATO MENDES

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UMA SERPENTINA ALETADA PARA REAQUECIMENTO DO AR EM HVAC

Trabalho apresentado no curso de engenharia Mecânica, da FAG, como requisito parcial de obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Me. Eliseu Avelino Zanella Junior.

Orientador: Prof. Me. Pliseu Avelino Zanella Junior

Centro Universitário Assis Gurgacz

Engenheiro Mecânico

Avaliador: Prof. Me. Roberson Roberto Parizotto

Centro Universitário Assis Gurgacz

Engenheiro Mecânico,

Avaliador: Prof. Me. Sérgio Henrique Rodriguês Mota

Centro Universitário Assis Gurgacz

Engenheiro Mecânico

Cascavel, 04 de novembro de 2018.



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela força e presença em minha vida.

A minha esposa Maria, pela paciência, pelo amor, compreensão e por entender que minha ausência diária e dedicação nos levaria a caminhos maravilhosos.

Aos meus filhos Giovana e Rafael, pelos dias em que entenderam que dedicação e a persistência rendem bons frutos.

Agradeço a todos os professores por me proporcionarem o conhecimento e auxiliarem no processo de formação profissional.

Agradeço ao Centro Universitário Assis Gurgacz por incentivar e estimular aqueles que veem na educação o caminho para este país. Por realizar o sonho deste aluno tardio. Pela seriedade e comprometimento. Pelo trabalho voluntário, um dos momentos mais gratificantes de todo o curso.

Agradeço a minha mãe Everaldina Coineth, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai Martimiano Coineth, maior herói de todos, que apesar de todas as dificuldades sempre me fortaleceu e foi muito importante por toda a minha vida.

Obrigado as minhas irmãs, Karina, Camila e Cássia que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

Ao grande mestre professor Carlos Alberto Breda por ter norteado minha caminhada.

Ao inestimável mestre professor Eliseu Avelino Zanella Junior, orientador e conselheiro, por incentivar este aluno a tomar um caminho que nem mesmo o mais otimista poderia prever.

Ao impulsionador mestre professor Sérgio Henrique Rodriguês Mota, por semear palavras e ideias ao longo do curso, nos resgatando da zona de conforto.

EPÍGRAFE

RESUMO

O montante pago por uma indústria em energia elétrica está diretamente ligado a eficiência dos

seus equipamentos, e este trabalho buscou verificar a viabilidade de uma técnica diferente da

usada, propondo uma maneira alternativa de como o ar é reaquecido antes de ser conduzido ao

ambiente, atendendo os padrões de conforto e pureza. O foco foi determinar a viabilidade da

instalação de um trocador de calor que utiliza água quente como fluido de transferência de calor

para reaquecimento do ar em uma AHU (Air Handling Unit) instalada em uma indústria de

Toledo, no Paraná. Atualmente a AHU utiliza um banco de resistências elétricas para este

reaquecimento e sua potência instantânea se dá por controladores de trem de pulsos. Foram

coletadas por sensores, a temperatura e umidade do ar - antes e depois do processo de

climatização - além do consumo de energia. Todos esses dados foram tratados estatisticamente

de maneira a encontrar o ponto de operação do sistema atual. Além do aspecto econômico, o

estudo teve cunho preventivo, pois a instalação oferece risco de acidente de trabalho ao

manutentor que acessar o equipamento. O trabalho foi desenvolvido com base na pesquisa dos

grandes estudiosos de transferência de calor como Wilhelm Nusselt, Osborne Reynolds,

Ludwig Prandtl, entre outros, e o dimensionamento tornou-se eficaz e econômico alcançando

um bom retorno financeiro a curto prazo, 1,34 ano, tornando-se uma boa alternativa ao modelo

utilizado atualmente.

Palavras-chave: Consumo de energia. Resistência elétrica. Trocador de calor.

ABSTRACT

The paid amount for a industry with electrical energy is directly connected of yours equipment's

efficiency, and this work searched to verify the viability of a different used technique, purposing

an alternative way of how the air is reheated before being transported to the environment,

complying with purity and comfort standard. The focus was on determining the viability of heat

exchange that uses hot water like heat transfer fluid for air reheating on an AHU (Air Handling

Unit) installed on an industry in Toledo, Paraná. Nowadays the AHU uses an electrical

resistances bank to this reheating and its instantaneous power happens by a sequence of

electrical pulses. The air temperature and humidity will be collected by sensors before and after

of air conditioning process - besides the energy consumption. All this data was statically treated

to find the operation point in actual system. Besides the economic aspect, the study had a

prevent way, because the installation provides work accident risk for the maintainer who could

get into the equipment. This work was developed based on research of great scholars in heat

transfer like Wilhelm Nusselt, Osborne Reynolds, Ludwig Prandtl, and others, and scaling

became effective and economical, reaching a good short-term financial return of 1.34 years,

making it a good alternative to the model currently used.

Key-words: Electrical resistance. Energy consumption. Heat exchanger.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Banco de resistências	18
Figura 2 – Projeção do consumo elétrico mensal brasileiro em 2018 (MWmed)	22
Figura 3 - Pico de consumo causado por sistemas de refrigeração	23
Figura 4 - Forma de onda com controle de ângulo de fase no tempo	30
Figura 5 - Controle de ciclo integral	31
Figura 6 - Velocidades em banco de tubos escalonados.	33
Figura 7 - Perfil de velocidade.	34
Figura 8 - Número de Nusselt em função de Reynolds	35
Figura 9 - Fator de correção para o número de Nusselt	36
Figura 10 - Fator de correção para o $\Delta T lm$	37
Figura 11 - Experimento de caracterização do escoamento no tempo	38
Figura 12 - Fator de atrito para escoamento externo.	40
Figura 13 - Posição dos sensores de temperatura e umidade	44
Figura 14 - Sensores de umidade e temperatura BS	45
Figura 15 - Analisador de rede elétrica	46
Figura 16 - Multimedidor	47
Figura 17 - Configuração geométrica da serpentina	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições do ar para cálculo.	51
Tabela 2 - Propriedades do ar na operação.	52
Tabela 3 - Consumo de energia medido.	52
Tabela 4 - Investimento em equipamentos.	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comportamento do sistema durante operação.	.53
1 3	
Gráfico 2 - Custo de operação do sistema elétrico.	.54
. ,	
Gráfico 3 - Dia de major consumo elétrico.	.54

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Vazão volumétrica	26
Equação 2 - Vazão mássica	26
Equação 3 - Umidade relativa em função da fração molar	26
Equação 4 - Umidade relativa em função das pressões parciais	27
Equação 5 - Umidade absoluta	28
Equação 6 - Taxa de transferência de calor	31
Equação 7 - Taxa de transferência de calor em função das entalpias	32
Equação 8 - Temperatura média	32
Equação 9 - Velocidade máxima do ar em escoamento externo em banco de tubos	32
Equação 10 - Velocidade máxima do ar em escoamento externo em banco de tubos	33
Equação 11 - Número de Reynolds em escoamento externo em banco de tubos	34
Equação 12 - Número de Nusselt para escoamento externo em banco de tubos	35
Equação 13 - Diferença de temperatura média logarítmica	36
Equação 14 - Fator de correção para o ΔT_{lm}	36
Equação 15 - Fator de atrito em escoamento interno	37
Equação 16 - Número de Nusselt para escoamento interno	37
Equação 17 - Perda de pressão em escoamento interno	39
Equação 18 - Perda de pressão em escoamento externo	39
Equação 19 - Fluxo de calor unidirecional	40
Equação 20 - Coeficiente global de transferência de calor	40
Equação 21 - Coeficiente global de transferência de calor	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A = Área;
A_c = Área de circulação;
\vec{A} = Vetor área;
c_p = Calor específico;
D = Diâmetro;
F = Fator de correção;
f = fator de atrito interno;
h = Entalpia;
h_i = Coeficiente de transferência de calor interno;
h_e = Coeficiente de transferência de calor externo;
k = Coeficiente de condutividade térmica;
L = Comprimento;
\dot{m} = Fluxo mássico;
$m_v = $ Massa de vapor;
m_a = Massa de água;
Nu = Número de Nusselt;
N_L = Número de fileiras de tubo na direção do escoamento;
p_a = Pressão parcial de ar seco;
p_v = Pressão de vapor;
Pr = Número de Prandtl;
P_{r_s} = Número de Prandtl na temperatura superficial;
<i>q̇cond</i> = Fluxo de calor por condução;
$\dot{q}conv$ = Fluxo de calor por convecção;
q_x = Fluxo de calor unidirecional;
Q = Vazão;
\dot{Q} = Fluxo de calor;
R = Constante universal dos gases;
Re = Número de Reynolds;
RT = Resistência total;
S_D = Distância entre centro dos tubos;
S_T = Distância entre centro dos tubos na direção diagonal;

 T_e = Temperatura de entrada;

 T_s = Temperatura superficial;

 T_m = Temperatura média;

U = Coeficiente global de transferência de calor;

V = Velocidade;

 \vec{V} = Vetor velocidade;

 \overline{V} = Velocidade média;

 V_{med} = Velocidade média;

 $V_{m\acute{a}x}$ = Velocidade máxima;

 \dot{V} = Fluxo volumétrico;

X = Fator de correção para arranjo escalonado.

 X_v = Fração molar de vapor de água presente na mistura;

 X_{vs} = Fração molar que o vapor de água no ponto de saturação e pressão total;

 ΔT = Diferença de temperatura;

 $\Delta h = \text{Diferença de entalpia};$

 ΔT_{lm} = Diferença temperatura média logarítmica;

 $\Delta T_{lm_{\it C}}=$ Diferença de temperatura média logarítmica corrigida.

 ΔP_L = Perda de pressão no comprimento total;

 μ = Viscosidade dinâmica;

 ϑ = Viscosidade cinemática;

 ω = Umidade absoluta;

 ρ = Massa específica;

 \emptyset = Umidade específica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS	17
1.1.1. Objetivo geral	17
1.1.2. Objetivos específicos	17
1.2. JUSTIFICATIVA	17
1.3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	19
1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. SERPENTINAS ALETADAS	20
2.2. CONSUMO DE ENERGIA	21
2.3. RESISTÊNCIA ELÉTRICA	23
2.4. TEMPERATURA	24
2.5. VAZÃO	25
2.6. UMIDADE	26
2.6.1. Umidade relativa	26
2.6.2. Umidade absoluta	27
2.7. HVAC	28
2.8. CLIMATIZAÇÃO	29
2.9. CONTROLADORES DE POTÊNCIA	29
2.10. TRANSFERÊNCIA DE CALOR	31
2.11. ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DOS FLUIDOS DE TRANSFERÊNCIA DE	
CALOR	32
2.12. VELOCIDADE DOS FLUIDOS EXTERNOS EM BANCOS DE TUBOS	32
2.13. NÚMERO DE REYNOLDS	33
2.14. NÚMERO DE NUSSELT EM ESCOAMENTO EXTERNO	34
2.15. DIFERENÇA DE TEMPERATURA MÉDIA LOGARÍTMICA	36
2.16. FATOR DE ATRITO E NUSSELT EM ESCOAMENTO INTERNO	37
2.17. PERDA DE PRESSÃO EM ESCOAMENTO INTERNO E EXTERNO	38
2.18. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR	40
3 METODOLOGIA	42
3.1. MATERIAIS	43

3.1.1. Sensores de temperatura e umidade	44
3.1.2. Analisador de rede elétrica	45
3.1.3. Medição de vazão do ar	46
3.2. MÉTODOS	47
3.2.1. Considerações geométricas e materiais da serpentina projetada	48
3.2.2. Propriedades do ar	49
4 DISCUSSÕES E RESULTADOS	51
4.1. DADOS REFINADOS PARA CÁLCULO	51
4.2. DIMENSIONAMENTO DA SERPENTINA	55
4.3. CUSTOS DA PESQUISA	57
4.3.1. Custo dos equipamentos propostos	58
4.3.2. Retorno do investimento	58
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
APÊNDICE A - Tabelas de propriedades do ar coletadas	65
APÊNDICE B - Tabela do consumo de energia	78
ANEXOS A - Certificados de calibração multimedidor	96
ANEXOS B - Certificados de calibração sensor 1, 2 e 3	97
ANEXOS C - Carta psicrométrica utilizada	103
ANEXOS D - Planilha de cálculo de payback	104
ANEXOS E - Orçamento serpentina e gabinete	105
ANEXOS F - Orçamento skid de aquecimento de água	106
ANEXOS G – Especificação do trocador de calor á placas	108

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de climatização representam de 30% a 40% do consumo de energia total em um edifício comercial segundo a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento, (ABRAVA). Segundo a associação, caso os equipamentos de climatização com mais de 25 anos fossem substituídos no país por equipamentos de tecnologia atual, estaríamos desligando uma usina hidroelétrica da dimensão de Itaipu. Outra afirmação de consumo de energia vem da Danfoss, empresa dinamarquesa fabricante de equipamentos de refrigeração e climatização no Brasil. Segundo a empresa, o consumo de energia em uma edificação pode chegar a 60% do consumo total.

Visto a demanda atual, a busca pela eficiência seja do ponto de vista operacional, econômico ou ambiental tornou-se uma questão de sobrevivência, frente a um mundo mais competitivo. Nos últimos anos, o consumo de energia do setor residencial e comercial subiu bem acima do industrial. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), entre 2011 e 2013 o consumo de eletricidade das residências brasileiras subiu 11,5%, motivado principalmente pela aquisição de aparelhos de ar condicionado, deixando de ser um luxo nas residências brasileiras.

Em meados de 2000 o governo federal criou o mercado livre de energia, com o intuito de garantir a livre concorrência e assim reduzir os custos de energia elétrica. Mercado livre de energia é o ambiente no qual o consumidor pode comprar montantes de energia de comercializadores e/ou geradores em condições livremente pactuadas entre as partes. Cabe lembrar que este mercado não é livre para todos os consumidores, existe um valor mínimo de consumo para o enquadramento do consumidor nos requisitos do mercado livre. A primeira opção é o consumidor convencional e para este, a demanda deve ser igual ou superior a 3 MW em qualquer nível de tensão. A segunda alternativa é o enquadramento no consumidor especial, onde o consumidor ou o conjunto de consumidores possuam o mesmo CNPJ, tenham demanda igual ou superior a 500 kW, devendo ser contratada a energia de fontes incentivadas.

O principal atrativo desse ambiente de contratação é a possibilidade de negociar produtos customizados, com prazos, volumes, preços e índices de reajustes que atendam às expectativas do comprador. Isto pode diminuir o retorno de um investimento como o que está sendo proposto neste trabalho, já que, o custo da energia é baixo e negociável no médio e longo prazo. Mas mesmo com um custo menor de energia em outra modalidade de negociação, precisa-se analisar a fundo o sistema instalado e investigar outras variáveis intrínsecas no

processo térmico. Além disso, a eficiência começou a ser assunto relevante na gestão estratégica das empresas.

Por fim, com dados e estatística simples, poderá ser demonstrado a existência de alternativas mais baratas como fonte de calor e com boa aplicabilidade na indústria. Em função das crescentes demandas, conforme mencionado acima, este trabalho irá propor uma alternativa mais econômica para uma aplicação da climatização.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Dimensionar uma serpentina de cobre com aletas em alumínio com fluido de transferência de calor sendo água quente aquecida por vapor.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Verificar o consumo de energia elétrica do banco de resistências (coleta de dados);
- Coletar a vazão, temperatura, e umidade do ar de entrada do banco de resistências;
- Determinar o custo de produção da tonelada de vapor;
- Analisar a viabilidade da instalação da serpentina aletada e o sistema de aquecimento (skid de vapor) com os custos dos equipamentos.

1.2. JUSTIFICATIVA

A palavra eficiência tem origem no termo latim *efficientĭa* e refere-se à capacidade de dispor de alguém ou de algo para conseguir um efeito determinado. O conceito também costuma ser equiparado com o de ação, força ou produção (Dicionário Priberam, 2018).

Por outras palavras, a eficiência é o uso racional dos meios dos quais se dispõe para alcançar um objetivo previamente determinado. Trata-se da capacidade de alcançar os objetivos e as metas programadas com o mínimo de recursos disponíveis e tempo, conseguindo desta forma a sua otimização. Este conceito pode e deve ser utilizado por qualquer setor econômico, a fim de evitar desperdícios, atitude quase obrigatória para engenheiros fortalecida após a

deflagração da crise energética em 2001 e vários apagões no Sudeste em 2009 e o mais recente em 2018. O tema vem sendo debatido com mais intensidade nos últimos anos por empresários e instituições ligadas ao setor energético brasileiro e a intenção é disseminar a cultura da otimização em todos os processos (Silva, 2018).

Para Silva (2018), a crise energética vivida no Brasil em 2001, o desapontamento das práticas de racionamento adotadas, mostrou que o fomento à eficiência ou a conservação de energia, contribuiu efetivamente como esforço de se manter o equilíbrio oferta-demanda de energia elétrica.

Conforme texto de Pis'mennyi *et al* (2016), necessidade de elevar a eficiência de processos, expor métodos alternativos, otimizar procedimentos que utilizam energia elétrica, são os principais alvos do estudo. Além do trabalho ter cunho econômico, ele visa a segurança dos colaboradores envolvidos da manutenção e operação do ciclo de climatização da empresa. Aproximadamente 25 pessoas estão envolvidas no HVAC, sempre expostas ao risco de choque elétrico, pois o sistema não permite a instalação de proteções devido ao aumento da perda de carga e queda da velocidade do ar na face da serpentina, conforme a figura 1.



Figura 1 – Banco de resistências

Fonte: Autor (2018).

Segundo a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade Abracopel (2017), somente em 2016 no Brasil aconteceram 1319 acidentes envolvendo eletricidade, 590 pessoas perderam suas vidas e 123 receberam descarga elétrica não fatal. Somente no Paraná foram 5 mortes e 36 incêndios por curto circuito.

Trazer este assunto estimula novas pesquisas no campo do HVAC tendo em vista o número de indústrias e estabelecimentos comerciais que utilizam o método, sendo este trabalho apenas um início de outras possibilidades de pesquisa sobre o assunto.

Portanto, este trabalho visa a economia de energia elétrica e a segurança dos indivíduos envolvidos no processo. Sob a ótica da eficiência do uso dos referidos equipamentos na indústria estão as boas práticas de engenharia e quanto tempo é despendido para escolher a melhor tecnologia a ser adotada nos projetos.

1.3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Para o desenvolvimento do trabalho será necessário definir:

• O sistema de reaquecimento do ar utilizando uma serpentina aletada é mais eficiente energeticamente?

1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

No local dispõe-se atualmente de 20 unidades de tratamento de ar, onde são fabricados produtos sólidos e líquidos. Destas 20 unidades, nove são providas de bancos de resistências para reaquecimento do ar e o objeto de estudo será a unidade P-SO-AHU-02, por possuir o circuito elétrico de maior potência e de fácil acesso.

Portanto, será analisado a viabilidade da instalação de uma serpentina aletada para substituir o banco de resistências de um único equipamento do sistema, verificando as dimensões necessárias da serpentina e determinando os custos intrínsecos na aquisição e instalação do equipamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SERPENTINAS ALETADAS

Se mantém competitiva a indústria que investe em eficiência energética, e isso impacta diretamente na área de transferência de calor pois a demanda energética está diretamente ligada à eficiência dos equipamentos e ainda segundo Pis'mennyi *et al* (2016), a competitividade da empresa precisa considerar a economia de energia térmica e isso passa pela redução do consumo de água de resfriamento, a implementação de recuperação de calor através da instalação de equipamentos e trocadores de calor maior eficiência, podendo ser banco de tubos geralmente aletados, a fim de recuperar energia de gases, líquidos, ou biomassa rejeitados na indústria. A exemplo disso é a utilização de biomassa muito difundida no Brasil, utilizada para geração de vapor e consequentemente a produção de energia elétrica, também chamado de cogeração.

Segundo Thulukkanam (2013), o trocador de calor com tubos aletados é muito utilizado em indústrias e outros segmentos a fim de aumentar a transferência de calor em um espaço compacto com grande eficiência, em virtude do aumento da área de troca de calor proporcionados pelas aletas. Outra justificativa para o emprego dos trocadores com tubo aletado é quando uma corrente de fluido é muito alta ou tem um coeficiente de transferência de calor significativamente maior em comparação com a outra corrente de fluido geralmente em contra fluxo.

Os trocadores podem ter várias configurações a fim de valorizar a troca de calor mais intensa podendo ser com aletas normais em tubos individuais longitudinais, em tubos individuais com aleta circular plana contínuas lisas, onduladas ou interrompidas em uma matriz de tubos circulares ao plano, além disso, Thulukkanam (2013) diz que os trocadores de tubos aletados são muito aplicados em evaporadores e condensadores para resfriamento ou aquecimento de um fluido. As aletas são geralmente construídas em alumínio, cobre, aço inox ou aço carbono com espessuras muito dinâmicas, e a escolha do material depende de vários fatores como a compatibilidade de fluido/material, ambiente em que o equipamento está exposto e principalmente o coeficiente de condutibilidade térmica do material empregado na construção das aletas.

Para Mansour e Hassab (2012) a serpentina de refrigeração e desumidificação por ser um componente crítico precisa de uma atenção especial em seu dimensionamento pois qualquer erro pode provocar um forte impacto sobre as condições internas do ar. Para os autores, o

projetista deve ter muito cuidado ao selecionar os critérios de projeto pois qualquer decisão mal tomada acarretará em baixo desempenho térmico e o nível de conforto térmico estará fora das condições ideais, em contrapartida o projeto bem elaborado, ou seja, com alto desempenho térmico, acarretará em área de transferência de calor reduzida otimizando seu custo de aquisição, o projetista ainda deve se atentar ao desempenho hidráulico do trocador, pois também influenciará no custo de operação do sistema.

Barbosa e Mendes (2004) apresentam um modelo dinâmico baseado em 10 variáveis de estado a fim de determinar com maior precisão o consumo de energia e o conforto térmico proporcionado pelo sistema, pois a maioria das simulações são feitas em regime permanente desconsiderando que o fluído de trabalho compreende duas fases, ar seco e vapor d'água.

Corrêa e Santos (2000) apresenta um trabalho de forma comparativa entre os sistemas do tipo volume de ar constante e volume de ar variável, segundo os autores o consumo de energia deixou de ser um fator importante no momento da aquisição de novos equipamentos e novos projetos e acabou tornando-se crítico. O modelo apresentado pelos autores é baseado no sistema em que serpentina de resfriamento e desumidificação é separada da serpentina de reaquecimento do ar sendo estas instaladas em cada zona térmica, o modelo CAV, ou vazão de ar constante, apresenta bons resultados no controle de temperatura em cada ambiente estudado, já o modelo VAV, ou vazão de ar variável, apresenta bons resultados no controle dos parâmetros ambientais, mas a grande sacada está justamente no ajuste de vazão em função das cargas parciais, sazonalidade ou fator de simultaneidade proporcionadas pelo ambiente, e isto implica diretamente no objeto de estudo deste trabalho pois o consumo de energia da serpentina de reaquecimento é diretamente proporcional a vazão de ar necessária para o ambiente e as condições de insuflamento.

2.2. CONSUMO DE ENERGIA

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2008), o maior indicador de crescimento econômico do país é o consumo de energia elétrica, pois este indicador aponta para o crescimento do poder aquisitivo da população. E como poder aquisitivo maior a população sempre busca melhorar sua qualidade de vida e isso reflete no ritmo da atividade do setor industrial comercial e de serviços pois a aquisição de bens e serviços tecnológicos mais avançados é o que satisfaz os anseios de uma população com mais dinheiro no bolso, e os mais procurados são automóveis eletrodomésticos eletroeletrônicos ar condicionado.

Do ponto de vista da geração de energia isto ainda é preocupante pois o país ainda é refém de fontes de energias fósseis, como petróleo, gás natural e carvão e segundo a agência esse aumento da demanda do consumo de energia pode gerar um impacto negativo na economia do país pois a exploração com o crescimento econômico pode gerar o esgotamento dos recursos utilizados na geração de energia, o impacto no meio ambiente, além dos elevados investimentos necessários para atender a demanda atual. Uma das alternativas para mitigar a alta demanda é a conscientização do consumidor para o uso eficiente dos seus equipamentos e investir em equipamentos que atendam altos padrões de eficiência energética, sejam em residências, no comércio ou na indústria (ANEEL, 2008).

A agência ainda afirma que desde o final do século passado, especialistas vêm alertando quanto ao aumento expressivo na demanda energética e a falta de investimento no setor ou a criação de programas para o uso consciente da energia em todas as suas formas e a partir de 1993 com colaboração do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e coordenado pelo Inmetro, foi lançado o selo Procel, mas este ganhou expressividade somente após o apagão de 2001 em função do racionamento por consumidor.

Existem outros fatores que corroboram com o aumento do consumo energético no país sendo eles o crescimento populacional, este também é influenciado pelas taxas de natalidade e mortalidade e fluxo migratório. Nos dados apresentados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (2017), o planejamento energético para o ano de 2018 está correspondendo com o real consumo no país. A figura 2 representa bem a perspectiva delimitada pelo ONS, e pode-se observar que a expectativa de consumo é maior do que aos anos anteriores, 2016 e 2017.

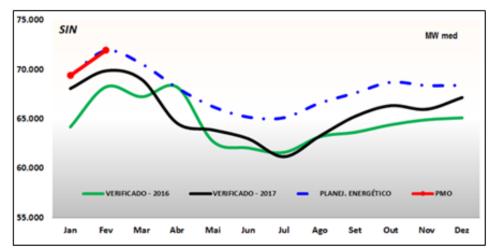


Figura 2 – Projeção do consumo elétrico mensal brasileiro em 2018 (MWmed).

Fonte – Operador Nacional do sistema Elétrico (2017).

Um apontamento feito pelo Operador na figura 3, vem ao encontro do que este trabalho busca expor, o consumo elétrico acima do esperado em função de cargas de climatização.

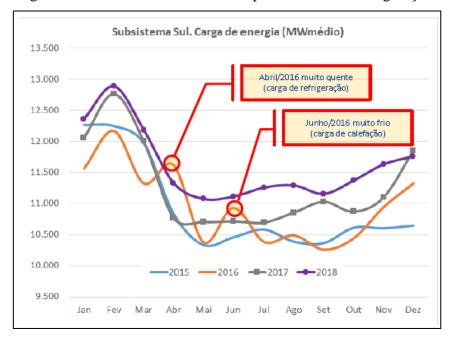


Figura 3 - Pico de consumo causado por sistemas de refrigeração.

Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (2017).

2.3. RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Para Markus (2001) a resistência elétrica é intrínseca em cada material e representa a oposição aos elétrons livres no mesmo e é diretamente influenciada pela característica, temperatura em dimensões. O fluxo de elétrons livres através do condutor provoca choques entre os elétrons e os átomos havendo uma pequena transferência de energia e consequentemente aumento na vibração dos átomos e isso gera calor. Efeito Joule é o nome do fenômeno de incremento da temperatura do corpo em função da corrente elétrica que flui através do mesmo, e esta é a parte que interessa no estudo.

O efeito Joule foi idealizado por James Prescott Joule e o trabalho do estudioso começou com a eficiência dos equipamentos da cervejaria do pai, já que se vivia na época das máquinas a vapor. Após várias tentativas de provar a origem e como fluía o calor, Joule conseguiu demonstrar que o calor produzido a partir da energia mecânica é sempre igual ao trabalho realizado (PIEIRI *et al*, 1981).

Ainda de acordo com Pieiri *et al* (1981), descobertas de Joule contribuíram em vários campos da ciência, o incremento e a natural dissipação do calor do elemento resistivo são aplicáveis ao trabalho em função do uso da transformação de energia elétrica em energia térmica para reaquecimento do ar de climatização.

2.4. TEMPERATURA

Segundo Stoecker e Jones (1985), a temperatura T de uma substância indica a sua habilidade de trocar energia com outra substância em comunicação térmica. Um conceito simples visto a sua percepção ser cotidiano do ser humano, porém a sensibilidade é limitada ao ponto de não percebermos a igualdade de temperatura entre corpos que possuem materiais diferentes. Çengel e Ghajar (2015) assim como Moran e Shapiro (2013) afirmam, é difícil estabelecer uma definição de temperatura em termos de conceitos que sejam definidos independentemente aceitos como básicos. Entretanto, entendendo a igualdade de temperatura – pois, quando esta muda, outras propriedades mudam também- é possível compreender o conceito puro da temperatura utilizando a analogia dos blocos de cobre em contato entre si sendo um mais quente que o outro. Com o decorrer do tempo eles estarão em equilíbrio térmico, pois as propriedades observáveis cessarão e a interação termina. E a propriedade que determina se estes estão em equilíbrio é a temperatura.

Savi e Colucci (2010) afirmam que a temperatura é uma variável de estado desconhecida em mecânica e eletrodinâmica e é especialmente introduzida na termodinâmica e sua definição é intimamente ligada ao conceito de equilíbrio térmico. Portanto, sistemas em equilíbrio térmico entre si possuem uma propriedade intensiva comum, chamada de temperatura. Assim, sistemas que não estão em equilíbrio térmico entre si, têm temperaturas diferentes.

Já Dossat (2004) afirma, a temperatura é uma propriedade da matéria relacionando a energia cinética interna com a pressão térmica de um corpo. Deste modo o autor indica que a intensidade calorífica de pressão térmica de um corpo é a medida da sua temperatura, em outras palavras, uma alta temperatura indica alta pressão térmica e vice-versa, e isto também está intrínseco a velocidade molecular do corpo, segundo Dossat (2004).

2.5. VAZÃO

Fox e McDonald (2001) associam o conceito de vazão com o princípio de conservação da massa e aplicada em volumes de controle, pois o princípio físico tem como base apenas que a massa em um sistema é constante, declarado na equação abaixo:

$$\left(\frac{dM}{dt}\right)_{sistema} = 0$$

Após as integrações pertinentes, Fox e McDonald (2001) explicam que para a lei da conservação da massa ser uma verdade, o somatório das integrais abaixo deverá ser igual a zero, ou seja, o primeiro termo representa a taxa mássica dentro do volume de controle e o segundo termo representa a vazão mássica na superfície de controle;

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{VC}^{\cdot} \rho dV + \int_{SC}^{\cdot} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} = 0$$

Os autores ainda detalham que, assumindo um escoamento incompressível e um volume de controle fixo pode-se reduzir a equação abaixo para:

$$\int_{SC} \vec{V} \cdot d\vec{A} = 0$$

A integral de $\vec{V} \cdot d\vec{A}$ sobre uma superfície do volume de controle resulta em dimensões L³/t ou taxa de fluxo de volume ou vazão volumétrica, Fox e McDonald (2001). Deste modo os autores discutem sobre a integral da vazão em volume, definida pela integral simples na equação a seguir:

$$\bar{V} = \frac{Q}{A} = \frac{1}{A} \int_{A}^{\dot{C}} \vec{V} \cdot d\vec{A}$$

Da mesma forma, Potter e Wiggert (2004) dizem que é importante ter em mente que ao utilizar a equação da continuidade na definição da vazão, deve-se observar que a velocidade de escoamento precisa ser tratada como velocidade média, já que esta possui perfis de escoamento não uniformes. Assim, ambos os autores definem o termo vazão como o fluxo de velocidade por uma área.

Schneider (2011) faz um breve comentário acerca da interpretação do termo em língua inglesa que geralmente remete ao erro. O erro está na tradução da palavra *flow* que frequentemente é interpretada como fluxo, o que segundo o autor está equivocado, sendo a maneira correta de traduzir é escoamento, e este erro pode ser grave em função do fluxo estar associado com outras grandezas da física como W/m, W/m² ou W/m³, ou seja, potência por unidade de comprimento, área ou volume. Para Schneider (2011), a vazão é a taxa de

escoamento de massa ou volume de um fluido por unidade de tempo. A taxa volumétrica pode ser expressa pela Equação 1:

$$\dot{\mathbf{V}} = \vec{V} \cdot \vec{A} \tag{1}$$

Sendo \vec{V} o vetor velocidade em m/s, e \vec{A} o vetor área orientada em m². A taxa mássica pode ser dada pela Equação 2:

$$\dot{\boldsymbol{m}} = \rho \cdot V_{med} \cdot A_c \tag{2}$$

Em que:

 $\rho = \acute{e}$ a massa específica do fluido, no SI [kg/m³].

 V_{med} = Velocidade média [m/s];

 $A_c =$ Área de circulação [m²].

2.6. UMIDADE

Para a U.S. Navy (2004) a unidade geralmente está associada com a quantidade de vapor de água presente no ar. Porém, o autor diz que para melhor definirmos esta propriedade devemos dividir em dois significados técnicos: umidade relativa e umidade absoluta.

2.6.1. Umidade Relativa

Moreira (1999) apresenta a definição de umidade relativa sendo a razão entre duas frações molares. O numerador é a fração molar de vapor de água presente na mistura (X_v) e o denominador sendo a fração molar que o vapor de água teria se a mistura estivesse saturada a mesma temperatura e pressão total (X_{vs}) , equação 3:

$$\emptyset = \frac{X_{\nu}}{X_{\nu s}} \tag{3}$$

Moreira (1999) também menciona que esta propriedade pode ser simplificada se considerarmos que o ar é um gás perfeito, já que, Creder (2004) diz que para temperaturas abaixo de 65°C a pressão de vapor d'água na mistura ar-vapor estão em um patamar que permite a sua equiparação com gases perfeitos. Moreira (1999) complementa, por definição a equação dos gases perfeitos e das frações molares pode ser descrita como $X_v = n_v/n$ e $Xvs = n_{vs}/n$, onde n é o número total de moles. Portanto, a equação 4 simplifica a equação 3 mostrando que a umidade relativa pode ser dada pela razão entre a pressão parcial e vapor de água na mistura

 P_{v} , e a pressão parcial que o vapor de água teria se a mistura estivesse saturada a mesma temperatura e pressão total da mistura.

$$\emptyset = \frac{P_{v}}{P_{v}} \tag{4}$$

A U.S. Navy (2004) relaciona a umidade relativa com o peso do vapor d'água, informando que esta umidade é a razão entre o peso do vapor d'água que a mesma amostra poderá conter quando saturada, e é dada em porcentagem, ficando 0% reservado ao ar totalmente seco e 100% ao ar completamente saturado.

2.6.2. Umidade Absoluta

Creder (2004) esclarece que a umidade absoluta ou específica é quantidade de vapor presente na mistura ar-vapor d'água. Já Moreira (1999) relaciona esta umidade com as massas de vapor de água e ar seco, dizendo que a umidade absoluta, ω , é a razão entre a massa de vapor de água, m_v , e a massa de ar seco, m_a , presentes na mistura.

$$\omega = \frac{m_v}{m_a}$$

Creder (2004) simplifica a equação 5 usando a premissa de que o vapor obedece às leis do gás perfeito, deste modo, sabendo que:

$$R = \frac{R_0}{\dot{m}}$$

Onde \dot{m} é a massa por mol, então:

$$\omega = \frac{18,016 \cdot p_v}{28.97 \cdot p_a}$$

Em que:

18,016 é a massa molecular do vapor [g/mol];

28,97 é a massa molecular do ar seco [g/mol];

 p_v é a pressão parcial de vapor d'água [Pa];

 p_a pressão parcial de ar seco [Pa].

Por fim, Creder (2004) diz que podemos determinar a umidade absoluta através da equação abaixo:

$$\omega = 0.622 \cdot \frac{p_v}{p_a}$$

Como a lei de Dalton diz que a pressão total (p) de uma mistura é a soma das pressões parciais, o autor simplificou a equação anterior resultando na equação 5:

$$\omega = 0,622 \cdot \frac{p_v}{p_{-pv}} \tag{5}$$

2.7. HVAC

De acordo com MacDowal (2006), a utilização de um sistema mecânico de refrigeração se deu em meados de 1880, mas somente na década de 1900 a utilização da refrigeração por compressão mecânica do vapor foi utilizada com a intenção de climatizar um ambiente até a temperatura de conforto humano. O autor cita a iniciativa de melhorar as condições de conforto da bolsa de valores de Nova York em 1902 como marco inicial do arrefecimento de conforto posteriormente chamado de "ar condicionado". MacDowal (2006) também diz que o termo HVAC exprime a evolução e o desenvolvimento da indústria de conforto, ele indica que o termo "ar condicionado" evoluiu conceitualmente de uma indicação de resfriamento para um termo que significaria controle total das variáveis ambientais como: temperatura, umidade, movimento do ar no espaço ocupado, ar exterior de renovação e filtragem de partículas transportadas pelo ar.

Sugarman (2005) afirma que o objetivo do HVAC é garantir um nível mínimo aceitável para a ocupação e função de processo, manter a qualidade do ar interior, os custos de energia e custos de operação em um valor mínimo possível. Sugarman (2005) também menciona que o HVAC fornece uma aos usuários um ambiente confortável e seguro. Ele ainda avalia que o organismo das pessoas emite sinais de várias formas ao ambiente a que estão expostas, podendo afetar a saúde, atitude ou produtividade dependendo das condições em que o usuário estará exposto.

Wang (2001) é mais direto explicando que a abreviação HVAC é composta pelas palavras: heating, ventilation and air conditioning (aquecimento, ventilação e ar condicionado), muito usado na indústria para representar o processo do ar condicionado. Wang (2001) também lembra que o hvac é uma tecnologia ativa, de rápida evolução e intimamente ligada ao estilo de vida das pessoas, e isto impacta diretamente em questões ambientais como o consumo de energia e agressão a camada de ozônio. Para o autor, o fator chave para mitigação do problema do aquecimento global é a conservação da energia, através da prática de preços de energia elétrica em tempo real e a concepção de projetos sustentáveis para buscarmos um convívio com menor impacto ou interferência possível no meio.

2.8. CLIMATIZAÇÃO

Stoecker e Jones (1985) afirmam que as áreas de refrigeração e climatização são correspondentes, todavia cada uma tem sua aplicação sendo a climatização a mais ampla. Os autores definem a climatização como o processo de condicionamento do ar, com todo o sistema trabalhando no controle da temperatura do ar, manutenção da umidade, pureza e distribuição do ar com a principal premissa de manter o ambiente confortável ao usuário.

Outrossim, Dossat (2004) diz que climatização se refere a condição do ar em um determinado espaço ou recinto, também acrescenta que o condicionamento do ar também pode ter a função de controlar o teor de umidade de materiais higroscópicos, taxas de reações químicas e bioquímicas entre outros benefícios ao conforto humano. Pode-se desta maneira afirmar com base nas afirmações dos autores, a climatização, o ar condicionado e o condicionamento do ar são a mesma técnica de manter o ambiente confortável durante sua ocupação em escolas, hotéis, igrejas, supermercados ou qualquer outro ambiente de baixa ou alta densidade.

2.9. CONTROLADORES DE POTÊNCIA

Conforme Say (2004) menciona, o controle é uma parte da engenharia de automação que tem seu crescimento rápido, e o uso do controle cada vez mais preciso de grandezas de processo aceleram o desenvolvimento das empresas, dando espaço para investimento em automação em mais processos na própria empresa. Segundo Say (2004), um sistema de controle é qualquer mecanismo que opera um processo e o atinge perfeitamente conforme estipulado.

Say (2004) declara que o controlador é um termo usado para descrever a forma de atuador que fornece uma saída de potência para operar uma carga a ser controlada.

Komatsu *et al* (2017) explica que existem duas maneiras para se controlar cargas CA, por tiristores ou um TRIAC (arranjo de dois tiristores em antiparalelo), e o controle da carga pode ser feito modulando o valor eficaz da tensão aplicada na carga. Ainda os autores explicam que é possível variar a aplicação desta tensão com dois métodos, trem de pulsos e controle por ângulo de fase.

No controle de ângulo de fase, Hart (1997) diz que o conversor controla a tensão, a corrente e a potência média que é entregue pela fonte CA para a carga CA, alternando entre conexão e interrupção pelos interruptores eletrônicos desconectando a fonte à carga em

intervalos regulares, tendo como efeito a mudança no formato da onda antes de alcançar a carga, conforme figura 4. Já Ahmed (2000) diz que este tipo de controle serve para ser usado em sistemas com a constante de tempo pequenas como os de controle de temperatura.

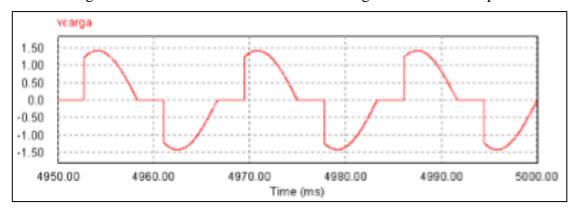


Figura 4 - Forma de onda com controle de ângulo de fase no tempo.

Fonte: Komatsu et al (2017).

Ahmed (2000) também apresenta o método do trem de pulsos ou ciclo integral que nada mais é uma interrupção do ciclo completo durante alguns instantes, conforme a figura 5. O autor exemplifica os sistemas mencionados com algumas aplicações práticas, no caso do controle por trem de pulsos ou ciclo integral, sua aplicação mais eficiente será em cargas resistivas, ou seja, um sistema de aquecimento industrial onde o tempo de pulso ou desligamento será de segundos e não milissegundos. Já no caso do controle por ângulo de fase, a aplicação mais usual será em um controle de iluminação, onde o tempo de interrupção do ciclo deverá ser muito pequeno, ou a frequência de trabalho da iluminação ficará abaixo de 30Hz, sendo perceptível e incômodo ao olho humano.

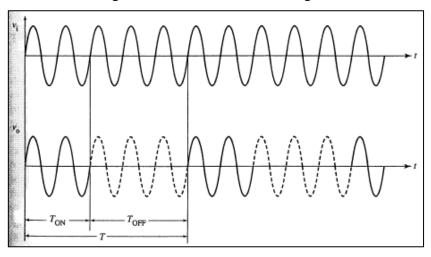


Figura 5 - Controle de ciclo integral.

Fonte: Ahmed (2000).

2.10. TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Incropera e DeWitt (1998) dizem que a termodinâmica estuda as interações entre os sistemas e sua vizinhança e a energia que pode ser transferida na forma de trabalho ou calor, mas como o calor é transferido, as velocidades de escoamento ou taxas em que ocorrem são estudos da transferência de calor. Da mesma forma, Çengel e Ghajar (2012) apresentam a transferência de calor como sendo a área da ciência mais interessada nas velocidades em que ocorrem as interações de sistemas, sendo de fundamental importância do não equilíbrio entre os sistemas, ou seja, diferença de temperatura.

Em sistemas onde tem-se a diferença de temperatura e os calores específicos são constantes, Incropera e DeWitt (1998) dizem que a taxa de transferência de calor entre o fluido frio e o fluido quente pode ser dado pela equação 6:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T \tag{6}$$

Onde:

 \dot{Q} = taxa de transferência de calor total [W];

 \dot{m} = fluxo de massa do sistema [kg/s];

 c_p = calor específico do fluido [J/kg.K];

 ΔT = diferença de temperatura [K];

Segundo Stoecker e Jones (1985), o equipamento que promove a troca térmica entre fluidos com diferença de temperatura é o trocador de calor, que pode assumir diferentes configurações. E para o tipo de equipamento estudado neste trabalho, os autores informam que

o cálculo da taxa de transferência de calor em que as entalpias dos fluidos podem ser determinadas, como no caso do ar, a equação 7 pode determinar este valor:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot \Delta h \tag{7}$$

Sendo:

 \dot{m} = fluxo de massa do sistema [kg/s];

 Δh = variação da entalpia do fluido entre a entrada e saída [J/kg].

2.11. ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DOS FLUIDOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Çengel e Ghajar (2012) ressaltam que para a análise de fluidos de transferência é necessário avaliar as propriedades dos mesmos na temperatura média do escoamento tendo o cuidado de observar que este método se aplica principalmente em convecção forçada externa e é devido a alteração dessas propriedades sofrerem influência da camada limite de durante o escoamento, e é dada pela média aritmética da equação 8:

$$T_m = \frac{T_e + T_s}{2} \tag{8}$$

Onde:

 T_m = Temperatura média [°C];

 T_e = Temperatura de entrada do fluido [°C];

 T_s = Temperatura de saída do fluido [°C].

2.12. VELOCIDADE DOS FLUIDOS EXTERNOS EM BANCOS DE TUBOS

Em banco de tubo com configuração escalonada a velocidade máxima do fluido externo na direção do escoamento pode ocorrer em dois locais, em A₁ ou A₂ conforme a figura 6, e é determinada pela equação 9, (Incropera e DeWitt, 1998).

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{S_T}{2(S_D - D)} \cdot V \tag{9}$$

V.T. S_{T} A_{2} A_{3} A_{4} A_{5} A_{1}

Figura 6 - Velocidades em banco de tubos escalonados.

Fonte: Incropera e DeWitt (1998).

Mas Çengel e Ghajar (2012) explicam que, se a área $2A_D > A_T$ então a equação pode ser simplificada e determinada pela equação 10 e ilustrada na figura 7:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{S_T}{S_T - D} \cdot V \tag{10}$$

Sendo:

 $V_{m\acute{a}x}$ = Velocidade máxima de escoamento do fluido externo [m/s];

 S_T = Distância entre centro dos tubos [mm];

 S_D = Distância entre centro dos tubos na direção diagonal [mm];

V = Velocidade de escoamento do fluido externo [m/s];

D = Diâmetro externo do tubo [mm];

 $A_D = A_2$;

 $A_T = A_1$.

2.13. NÚMERO DE REYNOLDS

O regime de escoamento (laminar ou turbulento) é determinado pela avaliação do número de Reynolds, fruto da pesquisa de Osborne Reynolds e é um número adimensional composto pelas características físicas do escoamento (U.S. Department of Energy, 1992).

Incropera e DeWitt (1998), assim como Çengel e Ghajar (2012) dizem que para determinação do número de Reynolds em um banco de tubos escalonado (escoamento externo)

é necessário levar em conta a velocidade máxima do escoamento dada pela equação 10, assim o adimensional determinante do regime de escoamento se dá pela equação 11:

$$Re_D = \frac{\rho \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot D}{\mu} \cdot V \tag{11}$$

Em que:

 Re_D = Número de Reynolds para o banco de tubos escalonado;

 $V_{m\acute{a}x}$ = Velocidade máxima de escoamento do fluido externo [m/s];

 ρ = Massa específica do fluido na temperatura média de escoamento [kg/m³];

D = Diâmetro externo do tubo [m];

 μ = Viscosidade dinâmica do fluido externo [kg/m.s];

V = Velocidade do fluido externo [m/s];

Figura 7 - Perfil de velocidade.

Fonte: Çengel e Ghajar (2012).

2.14. NÚMERO DE NUSSELT EM ESCOAMENTO EXTERNO

O estudo da transferência de calor em banco de tubos escalonados pode ser trabalhoso em função da variação da capacidade de absorção de calor a medida que o arranjo possua mais tubos, ou seja, o espaçamento entre fileiras irá interferir na velocidade de escoamento e consequentemente no número de Reynolds, do mesmo modo, o coeficiente de transferência de calor pode variar entre 20% a 75% entre uma fileira e outra (KREITH; BOHN, 2003 *apud* ZUKAUSKAS, 1972. p. 93-106).

Incropera e DeWitt (1998) explicam que para o cálculo do coeficiente local de transferência de calor é necessário o conhecimento do número de Nusselt, sendo o coeficiente

adimensional proposto por William Nusselt em 1915, e sua função é agrupar variáveis locais e é visto como o coeficiente adimensional de transferência de calor por convecção. Çengel e Ghajar (2012) simplificam dizendo que o número de Nusselt representa o aumento da transferência de calor através da camada de fluido como resultado da convecção em relação à condução do mesmo fluido em toda a camada, tendo como base a equação 12:

$$\frac{\dot{q}conv}{\dot{q}cond} = \frac{h \cdot \Delta T}{k \cdot \Delta T/L} = \frac{h \cdot L}{k} = \text{Nu}$$
 (12)

Em que:

qconv = Transferência de calor por convecção [W];

qcond = Transferência de calor por condução [W];

h = Coeficiente de transferência de calor por conveção [W/m².K];

L =Espessura da camada do fluido [m];

k = condutividade térmica do fluido [W/m.K];

 ΔT = Diferença de temperatura [K].

De acordo com a faixa de Reynolds em arranjos escalonados e escoamento cruzado, Çengel e Ghajar (1992) apresentam a figura 8 para a solução do número de Nusselt com boa precisão:

Figura 8 - Número de Nusselt em função de Reynolds.

Arranjo	Faixa de Re _D	Correlação (
Em linha	0–100	$Nu_D = 0.9 \text{ Re}_D^{0.4} \text{Pr}^{0.36} (\text{Pr/Pr}_s)^{0.25}$
	100-1.000	$Nu_D = 0.52 \text{ Re}_D^{0.5} \text{Pr}^{0.36} (\text{Pr/Pr}_s)^{0.25}$
	$1.000-2 \times 10^{5}$	$Nu_D = 0.27 \text{ Re}_D^{0.63} Pr^{0.36} (Pr/Pr_s)^{0.25}$
	$2 \times 10^{5} - 2 \times 10^{6}$	$Nu_D = 0.033 \text{ Re}_D^{0.8} \text{ Pr}^{0.4} (\text{Pr/Pr}_s)^{0.25}$
Escalonado	0–500	$Nu_D = 1,04 \text{ Re}_D^{0,4} Pr^{0,36} (Pr/Pr_s)^{0,25}$
	500-1.000	$Nu_D = 0.71 \text{ Re}_D^{0.5} Pr^{0.36} (Pr/Pr_s)^{0.25}$
or a true flore	$1.000-2 \times 10^{5}$	$Nu_D = 0.35(S_T/S_L)^{0.2} Re_D^{0.6} Pr^{0.36} (Pr/Pr_s)^{0.25}$
	$2 \times 10^{5} - 2 \times 10^{6}$	$Nu_D = 0.031(S_T/S_L)^{0.2} Re_D^{0.8} Pr^{0.36} (Pr/Pr_s)^{0.25}$

Fonte: Çengel e Ghajar (2012).

Em virtude de a tabela ter a premissa do número mínimo de tubos na direção do escoamento (N>16), se faz necessário a correção de Nusselt com a figura 9 (ÇENGEL; GHAJAR, 2003 *apud* ZUKAUSKAS, 1987. p. 19):

Figura 9 - Fator de correção para o número de Nusselt.

Fator de correção F a ser usado em $Nu_{D,NL<16}=FNu_D$ para $N_L>16$ e $Re_D>1.000$ (de Zukauskas, 1987)										
NL	1	2	3	4	5	7	10	13		
Em Linha	0,70	0,80	0,86	0,90	0,93	0,96	0,98	0,99		
Escalonado	0,64	0.76	0,84	0,89	0,93	0,96	0,98	0,99		

Fonte: Çengel e Ghajar (2012).

2.15. DIFERENÇA DE TEMPERATURA MÉDIA LOGARÍTMICA

Ao longo do escoamento dos fluidos frio e quente as temperaturas não permanecem constantes, à medida que acontece a interação entre os fluidos, mesmo com resistência térmica constante, a taxa de fluxo de calor irá variar em função da variação da temperatura naquele trecho do trocador (KREITH; BOHN, 2003).

De acordo com Çengel e Ghajar (2012), para encontrar a média correta de temperatura em trocadores de calor, visto que a taxa de calor cedido pelo fluido quente é igual a taxa de calor absorvido em uma seção qualquer do trocador - indiferente de qual extremidade seja entrada ou saída - pode ser dada pela equação 13:

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{Ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} \tag{13}$$

Em que:

 ΔT_{lm} = Diferença temperatura média logarítmica [°C];

 ΔT_1 = Diferença de temperatura do fluido quente (entrada e saída) [°C];

 $\Delta T_2 =$ Diferença de temperatura do fluido frio (entrada e saída) [°C].

Para situações em que o trocador de calor possui escoamento cruzado e sem mistura de fluidos, é necessário aplicar um fator de correção para do ΔT_{lm} com a intenção de aplicar a hipótese de escoamento contracorrente, (Incropera e DeWitt, 1998), aplicando a equação 14:

$$\Delta T_{lm_c} = F \cdot \Delta T_{lm} \tag{14}$$

Em que:

 ΔT_{lm_c} = Diferença de temperatura média logarítmica corrigida;

F = Fator de correção obtido na figura 10;

 ΔT_{lm} = Diferença de temperatura média logarítmica.

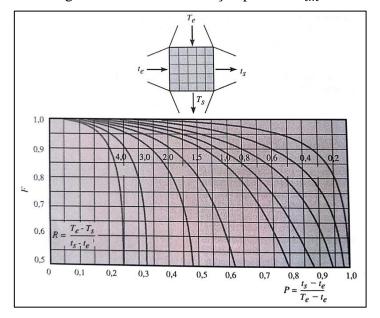


Figura 10 - Fator de correção para o ΔT_{lm} .

Fonte: Incropera e DeWitt (1998).

2.16. FATOR DE ATRITO E NUSSELT EM ESCOAMENTO INTERNO

Para determinar queda de pressão que ocorre durante o escoamento interno em um tubo, faz-se a análise do *fator de atrito de Moody*, um fator adimensional que auxilia na determinação de sistemas de bombeamento, porém, com a determinação do número de Reynolds pode ser aproximado matematicamente para uma ampla faixa deste com a equação 15 (KREITH; BOHN, 2003 *apud* PETUKHOV, 1970. Vol. 6).

$$f = (0.790 \cdot Ln \cdot Re_D - 1.64)^{-2} \tag{15}$$

O escoamento em tubos lisos geralmente são tidos como completamente turbulentos em que Re > 10.000 e este perfil de escoamento é útil em sistema que necessitam de um coeficiente de transferência de calor alto, e apesar de ser de difícil determinação matemática, ou seja, estudos experimentais dão o aval aos cálculos, e a precisão na determinação do número de Nusselt em escoamento interno pode ser aumentada utilizando a equação 16 (ÇENGEL; GHAJAR, *apud* GNIELINSKI, 1976).

$$Nu = \frac{\left(\frac{f}{8}\right) \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{1 + 12.7 \left(\frac{f}{8}\right)^{0.5} \cdot (Pr^{\frac{2}{3}} - 1)}$$
(16)

Em que:

f = fator de atrito interno determinado na equação 15;

Pr = Número de Prandtl;

Re = Número de Reynolds.

A faixa de aplicação da equação se dá em:

 $(0.5 \le Pr \le 2000);$

 $(3 \cdot 10^3 < Re < 5 \cdot 10^6)$.

2.17. PERDA DE PRESSÃO EM ESCOAMENTO INTERNO E EXTERNO

Para Munson *et al* (2004), em geral os fluidos transportados em tubos de geometria circular como a água e fluidos sob pressão, já aplicações de aquecimento e climatização utilizam tubos com formato retangular e a estes chamamos de dutos, e esta característica circular ou retangular é associada a diferença de pressão entre o interior do duto ou tubo e a atmosfera externa ao escoamento, pois o tubo com seção transversal circular suporta grandes pressões, sem deformação. Çengel e Cimbala (2012) complementam dizendo que o escoamento através de dutos ou tubos provocam atrito entre o fluido em regime de escoamento e a superfície do tubo em função da velocidade e viscosidade do fluido, causando uma queda de pressão do fluido, mas isto ajuda a determinar a potência necessária para deslocar o fluido até seu destino.

A determinação do regime de escoamento e de fundamental importância para o cálculo do ΔP ou perda de carga, podendo ser laminar ou turbulento de acordo com a faixa de Reynolds e representado na figura 11, (Munson *et al*, 2004).

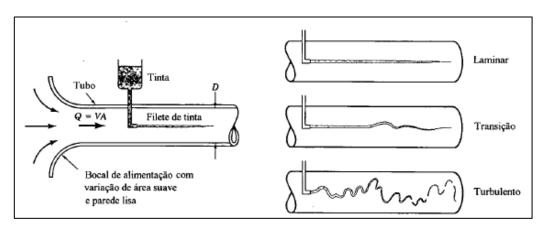


Figura 11 - Experimento de caracterização do escoamento no tempo.

Fonte: Munson et al (2004).

Çengel e Ghajar (2012) determinam que para tubos lisos a perda de pressão no escoamento interno deve ser calculada a partir da equação 17:

$$\Delta P_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho \cdot V^2_{m\acute{e}d}}{2} \tag{17}$$

Em que:

 ΔP_L = Perda de pressão no comprimento total [Pa];

f = fator de atrito calculado no item 2.16;

L =Comprimento do tubo [m];

D = Diâmetro do tubo [m];

 ρ = Massa específica do fluido [kg/m³];

 $V_{m\acute{e}d}$ = Velocidade média do fluido [m/s].

Tanto Incropera e DeWitt (1998) como Çengel e Ghajar (2012) afirmam que assim como a perda de pressão no escoamento interno é devido ao atrito fluido, a perda de pressão externa do fluido ao escoar através de um banco de tubos é a perda irreversível de pressão entre a entrada e a saída, e pode ser determinada pela equação 18:

$$\Delta P = N_L \cdot f \cdot X \cdot \frac{\rho \cdot V^2_{m\acute{e}d}}{2} \tag{18}$$

Em que:

 N_L = Número de fileiras de tubo na direção do escoamento;

f =fator de atrito dado pela figura 12;

X = Fator de correção, considerado 1 para arranjo escalonado;

 ρ = Massa específica do fluido [kg/m³];

 $V_{m\acute{e}d}$ = Velocidade média do fluido [m/s].

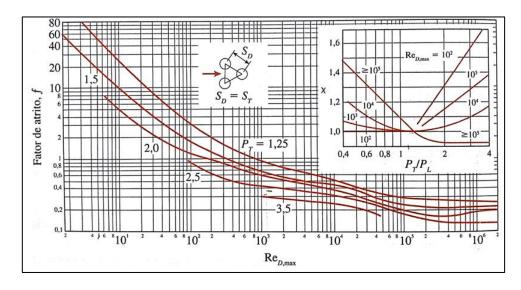


Figura 12 - Fator de atrito para escoamento externo.

Fonte: Çengel e Ghajar (2012).

2.18. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Em sistemas térmicos compostos como paredes, ou seja, um corpo com diferentes tipos de materiais em série ou em paralelo, possui várias resistências térmicas intrínsecas a cada material do conjunto, e para facilitar o cálculo da taxa de transferência de calor pode-se relacionar a diferença de temperatura e à resistência térmica de cada componente, e é neste contexto que é conveniente introduzir o conceito do U – coeficiente global de transferência de calor – definido pela equação 19 (Incropera e DeWitt, 1998).

$$q_{x} = U \cdot A \cdot \Delta T \tag{19}$$

Em que:

 q_x = Fluxo de calor unidirecional [W];

U = Coeficiente global de transferência de calor [W/m² K];

 $A = \text{Área } [m^2];$

 ΔT = Diferença global de temperatura [K].

Incropera e DeWitt (1998) também afirmam que o produto do coeficiente global e a área de transferência de calor é inversamente proporcional à resistência total do composto, resultando na equação 20:

$$U \cdot A = \frac{1}{RT} \tag{20}$$

Utilizando este conceito, Çengel e Ghajar (2012) afirmam que em transferência de calor onde envolve o escoamento de dois fluidos, como acontece em um trocador de calor, a transferência de energia térmica passa por três resistências, duas de convecção e uma de condução, porém quando a espessura de parede do tubo é pequena e a condutividade térmica do material é alta, a resistência térmica do tubo é desprezada, resultando na equação 21:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \tag{21}$$

Em que:

 h_i = Coeficiente de transferência do lado interno [W/m² K];

 h_e = Coeficiente de transferência do lado externo [W/m² K].

3 METODOLOGIA

Este trabalho tem característica exploratória pois, Gil (2002) afirma que o objetivo da pesquisa exploratória é trazer à luz ideias e intuições sobre determinado assunto e de certo modo dar maior destaque a uma indagação e construir hipóteses. Neste âmbito, o trabalho irá correlacionar a influência da temperatura e umidade do ar no consumo de energia de um banco de resistências elétricas e compará-lo com a utilização de um sistema de aquecimento com água quente.

No estudo de caso há a possibilidade de encontrarmos evidências em aspectos não consideradas ou descartados de um objeto de estudo, já que o estudo de caso possui uma característica aplicada e leva o pesquisador a utilizar o conhecimento de forma prática em prol das novas descobertas. Existem muitos trabalhos e artigos citando a utilização de trocadores de calor com tubos aletados no resfriamento e desumidificação do ar, geralmente baseando-se na superfície seca, parcialmente seca ou totalmente úmida do trocador, em sua maioria por pesquisadores estrangeiros, mas ao contrário do que muitos acreditam pouco se fala da técnica de reaquecimento do ar. E isto é um problema. Todo e qualquer sistema de climatização captor de ar externo necessitará da utilização de energia térmica, elétrica ou outra fonte de calor para a manutenção da temperatura e principalmente da umidade dentro dos parâmetros estabelecidos pelo sistema de controle, geralmente automático, e definidos pelo projetista. Definido o tipo de pesquisa aplicável, determina-se a técnica necessária para verificarmos quais as variáveis a serem medidas, se possuem correlação entre si e qual o impacto causado no tratamento dos dados finais.

Gil (2002) argumenta que uma pesquisa em que não se consegue controlar as variáveis dependentes, deve ser feita a partir do "fato passado", pois aconteceram no curso natural dos acontecimentos. *Ex-post facto* é a técnica de pesquisa que acontece após a ocorrência de variações nas variáveis que ocorrem naturalmente e o objetivo deste estudo é verificar a existência de relações entre variáveis (Gil, 2002). Efetivamente é o que acontece com as variáveis medidas neste trabalho, suas variações acontecem naturalmente em função da atmosfera terrestre, da latitude, altitude, a capacidade de reflexão dos raios solares (Albedo) e a umidade atmosférica, não podendo ser controladas.

Estudo de Caso é uma técnica exploratória que consiste em um estudo detalhado, profundo e exaustivo em um único objeto, um grupo ou uma comunidade de forma aprofundada e sem viés teórico (PRODANOV; FREITAS, 2013). Porém, Gil (2002) alerta que o estudo de

caso é carente de rigor metodológico, ficando a cargo do pesquisador o cuidado com o planejamento da coleta de dados e durante a análise dos dados a fim de mitigar os vieses. Em virtude disto, os métodos foram bem estabelecidos e o tratamento dos dados obtidos foram rigorosamente executados e analisados, mais de uma vez.

Dito isto, vê-se que o trabalho terá duas características técnicas próximas e isto é favorável do ponto de vista teórico e metodológico, já que não podemos controlar as variáveis coletadas, todavia podemos controlar a profundidade do estudo do caso, mas os vieses não são prerrogativa no trabalho, nem necessários para a interpretação dos resultados. Outra característica do estudo de caso que vem ao encontro do trabalho é a dificuldade de generalização, ou seja, a coleta de dados, a interpretação, os resultados e conclusões são específicos à pesquisa, sendo de difícil reprodução em alguns aspectos. Isso se deve à característica da técnica, que preza pela visão global do problema, ao contrário daquelas sistêmicas e precisas.

3.1. MATERIAIS

Para a definição do estado psicrométrico do ar, necessitamos de ao menos duas variáveis, e as mais fáceis de serem medidas são a temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar em virtude da vasta gama de instrumentos com boa precisão à disposição no mercado. Outras variáveis que foram medidas para compor a tabulação de dados da pesquisa são a vazão de ar no equipamento e o consumo de energia, medido na entrada do circuito elétrico.

Portanto, foram utilizados instrumentos fornecidos pelo setor de metrologia da empresa (sem custo), e posicionados para a coleta dos dados. Todos os instrumentos estavam devidamente calibrados com os certificados de calibração nos anexos A, B e C. Foram medidas as seguintes variáveis neste trabalho:

- Temperatura e umidade relativa do ar externo (entrada do equipamento);
- Temperatura e umidade relativa do ar na face da serpentina de água gelada, após a temperatura do ponto de orvalho ter removido grande parte da umidade absoluta do ar;
- Temperatura e umidade do ar na saída do equipamento, após ter sofrido reaquecimento pelo banco de resistências;
- Vazão de ar no equipamento;
- Consumo de energia nos bornes de entrada de energia do controlador de potência.

3.1.1. Sensores de temperatura e umidade

Os equipamentos utilizados para medição de umidade e temperatura do ar são do tipo datalogger marca Testo modelo 174H, figura 14, em função da capacidade de armazenamento de dados e fácil instalação. Sua faixa de medição compreende de -20°C a 70°C de temperatura TBS ou temperatura de BS (temperatura de bulbo seco), e umidade relativa máxima de 100%. Para a aquisição das variáveis necessárias ao trabalho, foram instalados três sensores estrategicamente posicionados na unidade de tratamento de ar, figura 13, durante as 24 horas de operação, visto que o sistema trabalha ininterruptamente, salvo manutenções programadas.

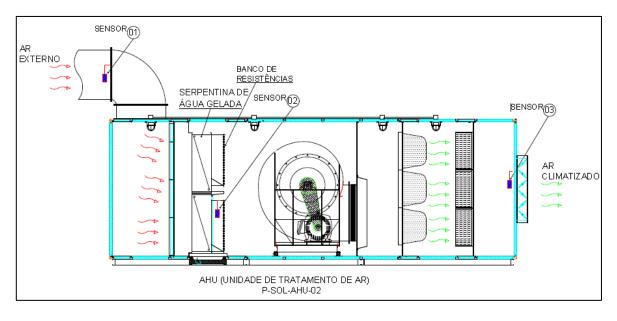


Figura 13 - Posição dos sensores de temperatura e umidade.

Fonte: Autor (2018).

O sensor 01 armazenou os valores das amostras de temperatura de ar externo (atmosfera) e de umidade relativa. O sensor 02 armazenou os valores das amostra de temperatura e umidade relativa na face da serpentina de água gelada. O terceiro sensor, sensor 03, atuou da mesma forma armazenando os valores das amostras de umidade relativa e temperatura na saída do equipamento, logo após o banco de resistências. Cada sensor coletou uma amostra entre intervalos de 30 min, porém no mesmo instante no tempo, armazenando em seu banco de dados internos e após o período de coletas foi realizado o download das amostras em software específico do fabricante Testo, gentilmente disponibilizado pela empresa.

Para a fixação dos sensores foi necessário fabricar suportes em aço inox e através de rebitamento posicioná-los no interior da unidade de tratamento de ar, figura 13 e 14. No período em que os datalogger's estiverem instalados foram abortadas toda e qualquer manutenção no equipamento compreendendo uma etapa de 14 dias, com a intenção de garantir a integridade das amostras e dos equipamentos.

Para a determinação das propriedades do ar no equipamento estudado foi utilizada a carta psicrométrica ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers*) conforme anexo C.



Figura 14 - Sensores de umidade e temperatura BS.

Fonte: Autor (2018).

3.1.2. Analisador de rede elétrica

Para obtenção da quantidade de energia gasta no período do estudo, foi utilizado um analisador registrador de qualidade de energia trifásica da marca Fluke, modelo 435 conforme figura 15, gentilmente fornecido pelo setor de elétrica de potência da empresa. O analisador coletou informações de tensão e corrente instantânea na entrada do controlador de potência instalado no painel de alimentação do banco de resistências conforme figura 14 durante 18 dias, e armazenou o consumo em W·h, porém executando uma captura a cada 30 min a fim de melhorar a exatidão das leituras e da média diária do consumo.

O controlador de potência instalado na unidade de tratamento de ar é um equipamento voltado para o controle da carga resistiva através do disparo trem de pulsos, ou seja, o controlador modula a potências das resistências por meio de pulsos intervalados da senóide. Como o sistema trabalha através de disparos, não é possível medir a corrente elétrica do circuito com um simples alicate amperímetro, justificando a necessidade do analisador de redes. Além de o analisador ter a capacidade de medir o consumo instantâneo de energia, tem a capacidade de armazenar os valores em um cartão de memória para análises após o período de coleta.



Figura 15 - Analisador de rede elétrica.

Fonte: Autor (2018).

3.1.3. Medição de vazão do ar

A medição de vazão do ar insuflado pela unidade de tratamento de ar foi feita através de um multimedidor marca Kimo, modelo AMI300 com o auxílio de uma sonda do tipo pitot inserida no interior do duto. Conforme a figura 16, a sonda tipo pitot utiliza o diferencial de pressão medido entre pressão estática e dinâmica bem como as dimensões informadas no multimedidor para informar a vazão instantânea na rede de duto.



Figura 16 - Multimedidor.

Fonte: Autor (2018).

O tubo de pitot associado ao multimedidor tem capacidade de medir de 2 a 100m/s e de 0 a 99,99 m³/s , porém a precisão da sonda pitot muda em função da vazão e da velocidade do ar. Entre 2 e 5m/s a precisão é de \pm 0.3m/s e entre 5,1 e 100m/s será de \pm 0.2m/s. Em função da vazão será de \pm 0.2%.

3.2. MÉTODOS

A coleta das amostras de temperatura e umidade do ar foi feita durante os dias 18/05/2018 e 04/06/2018, coincidindo com a época mais fria do ano na região, entre maio e julho, possibilitando verificar o comportamento do equipamento quando submetido a sua pior condição de operação, ou seja, clima frio e com alta umidade. Após a coleta das amostras, estas foram agrupadas em uma planilha de forma que as amostras ficaram equivalentes no tempo, ou seja, no exato momento em que o sensor 1, 2 e 3 registrou a temperatura e umidade, foi identificado qual foi o consumo de energia do banco de resistência naquele instante de tempo especificamente. Porém, vale ressaltar que as leituras de temperatura e umidade são instantâneas, mas o consumo de energia será o incremento do fluxo de energia a cada segundo de leitura e arquivado ao final dos 30 minutos de leitura.

As leituras de energia estiveram restritas entre os dias 21/05/2018 e 08/06/2018, motivado pela necessidade de utilização do equipamento em outras análises de qualidade de energia trifásica que estavam sendo conduzidas pela equipe de engenharia da empresa.

Os valores considerados para efeito cálculo da serpentina foram baseados em dias úteis em que são contabilizados os horários de ponta e fora de ponta. Foram descartadas as informações nos dias em que paradas de produção motivadas por manutenção corretiva não planejada ou qualquer falha em que provoque leituras tendenciosas nos instrumentos instalados no equipamento estudado.

Para a determinação do payback simples e descontado, foi utilizado a planilha de análise de viabilidade utilizada pelo setor de Gestão de Projetos da empresa conforme anexo D.

3.2.1. Considerações geométricas e materiais da serpentina projetada

Algumas premissas precisaram ser estabelecidas para o cálculo da área de tubo e área de aletas suficientes para garantir a transferência de calor entre a água quente e o ar proveniente da serpentina de água gelada. O tamanho da aleta, distância entre centros de tubo, comprimento de aleta frontal, altura disponível para posicionamento da serpentina, são algumas das considerações preliminares.

Conforme Çengel e Ghajar (2012), a distância entre os centros de tubos, S_T, na altura da fileira e a distância entre centro de tubos na direção do escoamento, S_L, é de fundamental importância para a determinação das velocidades máxima e média, bem como a área de transferência de calor do banco de tubos.

Após algumas medições em serpentinas de água gelada dos equipamentos que compõem o sistema de climatização ao qual a unidade de tratamento de ar estudada pertence, observouse um padrão onde $S_T = S_L = 38,1$ mm, figura 17, e este valor será adotado nos cálculos. Para medição destas distâncias foi utilizado um paquímetro, porém não se considerou a calibração do mesmo em função da tolerância de erro de medição ser irrelevante. Como o equipamentos possui um manutenção preventiva, e esta determina a limpeza do banco de resistências por meio de sabão específico e jatos de água, foi considerado 8 mm de comprimento frontal de aleta (distância entre a superfície do tubo e a ponta da aleta) com o finalidade de mitigar o dobramento da aleta durante as higienizações do equipamento, provocando obstrução na passagem do ar.

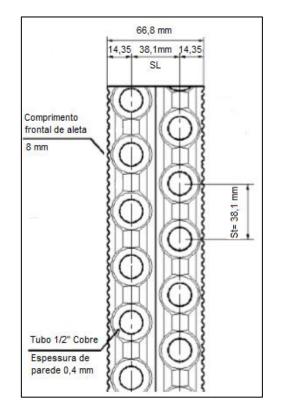


Figura 17 - Configuração geométrica da serpentina.

Fonte: Autor (2018).

A área disponível para instalação do equipamento é a própria área interior do equipamento estudado, que após medições pode-se determinar o comprimento e altura útil sendo 2880x1870mm respectivamente. Como premissa de cálculo foi adotado um tubo de cobre com ½" de diâmetro externo e parede lisa interna e externa com espessura de parede de 0,4 mm, caso o diâmetro seja inferior ao necessário, será redimensionado com outras bitolas e apontado o diâmetro correto no desenvolvimento dos cálculos. Também foi adotado preliminarmente 2 fileiras de tubo na direção do escoamento, e se necessário, serão adotadas as mesmas medidas no caso da bitola. Por fim, as aletas foram consideradas em alumínio com espessura de 0,13mm.

3.2.2. Propriedades do ar

Da mesma forma que a geometria do banco de tubo precisou de valores preliminares para cálculo, as propriedades do ar foram determinadas a partir das medições feitas com os instrumentos dos itens 3.1.1 e 3.1.3. Para temperatura do ar de entrada no banco de tubo foi considerada a menor temperatura obtida no sensor 2 e a umidade relativa neste ponto será a

máxima, para a temperatura após o reaquecimento será considerado a maior temperatura entregue pelo sistema elétrico e a umidade será determinada através da carta psicrométrica, visto que temos neste processo apenas aquecimento com umidade absoluta constante e adotando estes extremos podemos tratar o sistema na sua pior condição.

4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

4.1. DADOS REFINADOS PARA CÁLCULO

Os dados obtidos pelos sensores considerados para cálculo estão na Tabela 1 e expõe como o sistema se comportou em sua condição extrema. Para o sensor 3, a umidade do ar verificada na carta psicrométrica, pois temos neste processo um aquecimento sensível, ficou abaixo da umidade lida no sensor, exatamente 1,4°C, mas será considerado a leitura do sensor neste processo. Variações na pressão e densidade que influenciem nas condições do ar não foram consideradas neste trabalho.

Tabela 1 - Condições do ar para cálculo.

	Sensor	Sensor	Sensor	Sensor	Sensor	Sensor
Condições	1[°C]	1[%Ur]	2[°C]	2[%Ur]	3[°C]	3[%Ur]
Encontradas	Máxima	Máxima	Mínima	Máxima	Máxima	Aq.Sens.
	25,80 °C	98,80 %	5,70 °C	99,90 %	35,00 °C	17,7 %

Fonte: Autor (2018).

Assim como foi citado no item 3.2, todos os dados coletados e considerados nos cálculos foram baseados nos dias úteis, e de acordo com a previsão tivemos o dia 29/05 descartado em função de uma parada de produção durante o dia provocado por um desbalanceamento de pressão em um sistema adjacente. Como todo o sistema de HVAC de indústrias deste segmento obedecem a uma cascata de pressão em função das diferentes classificações de pureza do ar, quando um sistema de corredor sofre uma falha, por exemplo, todo o sistema produtivo entra em falha pois o fluxo de ar deve ser do corredor para a sala. Desta forma, os dados considerados estão dispostos nos apêndices A e B. A tabela 2 traz as propriedades do ar nos pontos de entrada e saída do ar no banco de resistência, ponto P1 sendo as condições de entrada do ar e P2 a saída:

Tabela 2 - Propriedades do ar na operação.

P1		P2			
t (bulbo seco)	5,7°C	t (bulbo seco)	35,0°C		
t (bulbo úmido)	5,7°C	t (bulbo úmido)	17,6°C		
t (ponto orvalho)	5,7°C	t (ponto orvalho)	5,5°C		
Pressão atmosférica	101,325Pa	Pressão atmosférica	101,325Pa		
Umidade relativa	100,0%	Umidade relativa	17,7%		
Umidade absoluta	0,0057kg/kg	Umidade absoluta	0,0062kg/kg		
Entalpia	20,0kJ/kg	Entalpia	50,45kJ/kg		
Densidade	1,262kg/m³	Densidade	1,141kg/m³		
Vazão	20697m³/h	Vazão	20697m³/h		
Volume específico	0,796m³/kg	Volume específico	0,881m³/kg		

Fonte: Autor (2018).

De acordo com a tabela 3, podemos observar o consumo de energia medido com o analisador de energia, mas para comparativo iremos considerar para cálculo do dia 22/05 até o dia 04/06, pois conforme citado no item 3.2 as equipes de engenharia precisam dos equipamentos constantemente, e houve esta necessidade de retirar os sensores de umidade no dia 04/06.

Tabela 3 - Consumo de energia medido.

Consumo	Média Horária	
22/05/2018	R\$ 550,12	R\$ 22,92
23/05/2018	R\$ 567,52	R\$ 23,65
24/05/2018	R\$ 690,96	R\$ 28,79
25/05/2018	R\$ 624,33	R\$ 26,01
28/05/2018	R\$ 210,99	R\$ 8,79
30/05/2018	R\$ 310,13	R\$ 12,92
31/05/2018	R\$ 404,59	R\$ 16,86
01/06/2018	R\$ 378,55	R\$ 15,77
04/06/2018	R\$ 284,71	R\$ 12,38
05/06/2018	R\$ 820,78	R\$ 34,20
06/06/2018	R\$ 732,97	R\$ 30,54
07/06/2018	R\$ 686,85	R\$ 28,62

Fonte: Autor (2018).

O gráfico 1 expõe o comportamento da unidade de tratamento de ar durante o processo, e com o auxílio dos gráficos 2 e 3 observa-se que o sistema elétrico possui uma boa resposta as variações do ar externo e no gráfico 3 também podemos observar um pico de consumo devido ao horário de ponta. O consumo oscila conforme o ar escoa através das aletas das resistências, mas também pela resposta do controle. O controle do funcionamento das resistências é dado por um sensor PT-100 no duto de exaustão de ar do sistema, com setpoint de 22°C. Caso o ambiente condicionado sofra influência de salas conforme a cascata, será solicitado uma resposta imediata à AHU. Segundo o setor de automação - desenvolvedor do controle – a resposta do sistema de aquecimento é mais rápida controlando pelo retorno de ar.

Observando o consumo do ponto de vista mais abrangente conforme o gráfico 3, vê-se que o controle pode estar com resposta lenta e a linearidade desejada no consumo não acontece. A queda no consumo no dia 28/05 se deve as condições do ar externo estarem bem próximas daquelas entregues pela unidade.

Dentro do sistema proposto neste trabalho há uma válvula proporcional para controle de vazão da água quente (disponível no estoque da empresa) trabalhando com o sistema PID de controle absorvendo os picos de consumo durante o dia, mantendo uma linearidade na operação e controle.

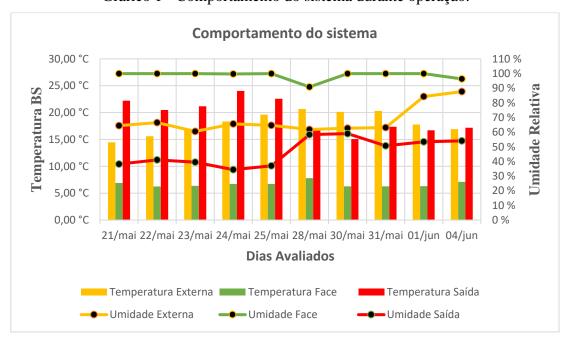


Gráfico 1 - Comportamento do sistema durante operação.

Fonte: Autor (2018).

Custo Diário 70,00°C R\$800,00 58,28 % 58,98 % 60,00 °C 50,61% 53,35% R\$700,00 Temperatura BS R\$600,00 50,00 °C 41,04 % 39,54 % R\$500,00 36,98 % 40,00 °C 34,36 R\$400,00 30,00 °C R\$300,00 20,00 °C R\$200,00 10,00 °C R\$100,00 0,00 °C R\$0,00 22/5/1823/5/1824/5/1825/5/1828/5/1830/5/1831/5/18 1/6/18 4/6/18 **Dias Avaliados** Umidade Saída ■Temperatura Saída R\$/dia

Gráfico 2 - Custo de operação do sistema elétrico.

Fonte: Autor (2018).

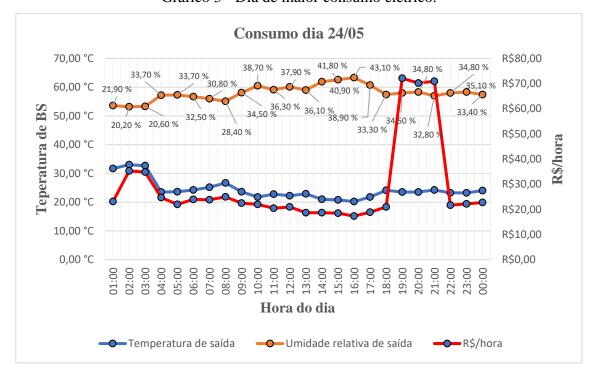


Gráfico 3 - Dia de maior consumo elétrico.

Fonte: Autor (2018).

4.2. DIMENSIONAMENTO DA SERPENTINA

Com auxílio do instrumento pode-se observar que a vazão do sistema é constante e com valor de 20.697 m³/h ou 5,7491 m³/s. Conforme mencionado no item 4.1, neste ponto a umidade considerada foi a máxima, onde o sensor 2 demonstrou que este valor é de 100% e a temperatura de saída após o aquecimento é de 35°C. A massa de ar foi determinada a partir da equação 2, resultando em um fluxo de 7,20 kg/s.

Determinado a massa de ar com a equação 7 e as propriedades do ar dadas na tabela 2, calculou-se a o calor dissipado pelo banco de resistências, encontrando o valor de 219,24 kW. Com esta carga térmica pode-se determinar a vazão de água quente, sendo dada pela equação 6, e considerando o cp da água a 60°C temos uma vazão circulante na serpentina de 5,23 kg/s.

De acordo com o item 2.11, para a determinação das propriedades do ar tais como massa específica, número de Prandtl e outras, é necessário encontrar a temperatura média do ar dada na equação 8. Com a temperatura média de 20,35°C determinou-se as propriedades do ar conforme tabela encontrada em Çengel e Ghajar (2012) pág. 884, sendo:

```
k = 0.02514 \text{ W/m.K}; c_p = 10007 \text{ J/kg.K}; \mu = 1.825 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m.s}; \rho = 1.204 \text{ kg/m}^3; P_r = 0.7309; P_{r_s} = \text{Admitindo a temperatura } T_s \text{ do tubo } 60^{\circ}\text{C} = 0.7202.
```

Com estes dados pode-se determinar o coeficiente de transferência de calor do lado do ar. Mas antes, foi necessário determinar a velocidade máxima no banco de tubos com as considerações do item 3.2.1, figura 17 e a equação 10, temos que a velocidade máxima no banco de tubos será de 1,6 m/s, e nesta condição o número de Reynolds dado pela equação 11 será o valor adimensional de 1340. Em função do número de Reynolds definimos que está na faixa entre 1000 e $2 \cdot 10^5$, conforme figura 8 e considerando o arranjo escalonado. Para esta faixa de Reynolds, o número de Nusselt característico do escoamento externo do banco de tubos proposto, é dado pela equação 12, resultando em 23,6. Porém, foi estimado uma serpentina com duas fileiras de tubos e isto requer uma correção conforme a figura 9, o que remete o número de Nusselt a um valor menor, 17,93. Por fim, o coeficiente de transferência de calor externo h_e rearranjando a equação 12, é 35,49 W/m².K.

Da mesma forma que foi calculado o coeficiente externo de transferência de calor, para o h_i que é o lado da água, também devemos determinar as propriedades da água em relação a temperatura média de escoamento, ou seja, 55°C. Nesta temperatura, as propriedades consideradas no cálculo são:

```
k = 0.649 \text{ W/m.K};

P_r = 3.25;

\rho = 985.2 \text{ kg/m}^3;

\vartheta = \frac{\mu}{\rho} = 0.511 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s};
```

Para o cálculo da velocidade de escoamento da água nos tubos, readequamos a equação de Reynolds apenas desprezando a velocidade máxima nas variáveis e determinando a vazão volumétrica da água no trecho de tubos. Sendo assim, a vazão volumétrica é 0,005308 m³/s, mas para determinar a velocidade de escoamento é considerado apenas um tubo, visto que todos estão em paralelo no arranjo da serpentina. Portanto, dividindo a altura disponível da serpentina pelo S_T , temos uma distribuição de 49 tubos na altura, e dividindo a vazão pela quantidade de tubos temos uma vazão e uma velocidade no tubo de 1,085· 10^{-4} m³/s e 0,975 m/s respectivamente.

Admitindo o escoamento turbulento e completamente desenvolvido, o número de Reynolds para o escoamento interno é de 22705. Como os tubos possuem parede lisa interna e externa o fator de atrito é dado pela equação 15 de Petukhov e resultou em 0,02532. Para o número de Nusselt do regime de escoamento interno, aplicamos a equação 16 Gnielinski resultando em uma adimensional de 120,47. Encontrado o coeficiente de transferência de calor do lado interno, é calculado da mesma forma que o externo, resultando em 6.570,17 W/m².K.

Além disso, o coeficiente global de transferência de calor do trocador de calor é dado pela equação 19, e resultou em um coeficiente de 35,29 W/m².K. Por sua vez, a área de troca térmica total pode ser dada pela equação do coeficiente global, considerando o fluxo de calor em todas as direções e não unidimensional, mas não há como calcular sem antes determinar a diferença de temperatura média logarítmica dada pela equação 13. Somando-se a isto, é necessário aplicar um fator de correção ao ΔT_{lm} , explicado no item 2.15 e determinado pela figura 10 e equação 14. A área total requerida para a troca térmica é de 187,48 m².

A área total se subdivide em área de tubos e área de aletas. Para determinar a área de tubos aplicamos a equação abaixo em que D e L são o diâmetro e o comprimento do tubo respectivamente:

$$A_{tubo} = 49tubos \cdot 2 \cdot \pi \cdot D \cdot L$$

Em que:

D e L em metros.

Sendo assim, subtraindo a área dos tubos, que é 11,26m², da área total, a área aletada necessária é de 176,22 m². Como sabemos que o comprimento útil da serpentina é 2,88 m, encontramos este valor em polegadas para determinar o número de aletas por polegada, sendo 113,38".

Para determinar o número de aletas por polegada é necessário encontrar a área de superfície de cada aleta, para isto se faz necessário levar em conta as considerações do item 3.2.1 e a figura 17. Levando em conta que a aleta possui duas faces de transferência de calor e subtraindo a área de seção transversal dos 98 tubos, temos uma área de troca térmica total de cada aleta de 0,225m². Assim, podemos determinar o número de aletas total do banco de tubos:

$$\frac{A_{total \ aletada}}{A_{aleta}} = \frac{176,22m^2}{0,225m^2} \cong 783 \ aletas$$

Com isso, podemos determinar o número de aletas por polegada:

$$\frac{L}{N^{\circ}_{total\,aletas}} = \frac{2.880mm}{783\;aletas} = 3,67mm/aletas \cong 7\;aletas/pol$$

A perda de pressão do lado da água e do ar foram determinadas a partir da equação 17 e 18 respectivamente, resultando em 5,74 kPa do lado da água e 1,07 kPa do lado do ar.

4.3. CUSTOS DA PESQUISA

Os equipamentos citados na pesquisa foram gentilmente cedidos pela empresa, e como são de utilização da equipe de metrologia, estão devidamente calibrados por laboratórios acreditados no Inmetro (exceto o analisador de energia), do contrário ferem as Boas Práticas de Fabricação determinadas pela Anvisa.

Conforme citado anteriormente, os softwares necessários para o download das amostras coletadas pelos datalogger's e o analisador de rede foram disponibilizados pela empresa, porém sem a divulgação autorizada. As operações de download, possíveis agrupamentos, conversões de versões, migração de software (Fluke para Excel ou Testo para Excel) dos dados brutos, foram executados pelos profissionais usuários dos programas na empresa, visto que é tarefa rotineira dos mesmos e serem profissionais habilitados e capacitados para tal operação e interpretação.

4.3.1. Custo dos equipamentos propostos

Definidas as dimensões da serpentina e regime de trabalho, foram encaminhadas aos fabricantes (Trox e Bermo) todas as informações obtidas a fim de definirmos os valores de investimento, a tabela 4 mostra as informações enviadas e os custos repassados via orçamento pelas empresas, anexos E e F. No anexo G temos as especificações técnicas do trocador de calor á placas.

Tabela 4 - Investimento em equipamentos.

SERPENTINA .	ALETADA	SKID DE AQUECIMEN	TO DE ÁGUA
Temp. ar entrada	5,7 °C	Temp. água entrada	50°C
Temp. ar saída	35,0 °C	Temp. água saída	60°C
UR de entrada	100%	Vazão de água	5,23 kg/s
UR de saída	16,30%	ΔP serpentina	5,74 kPa
Potência térmica	219,24kW	Bomba Inclusa	SIM
N° aletas/pol	7	Trocador á placas	SIM
Vazão de ar	20697 m³/h	Válvula de controle	SIM
Vazão de água	5,23 kg/s	Válvula de bloqueio	SIM
Diâmetro tubo	1/2"	Sensores	SIM
Fabricante	Trox	Fabricante	Bermo
CUSTO EQUIP.	R\$ 39.648,99	CUSTO EQUIP.	R\$ 54.283,89
CUTO TOTAL DOS EQUIPAMENTOS		R\$ 93.932,88	

Fonte: Autor (2018).

4.3.2. Retorno do investimento

Conforme o anexo G, podemos observar que para transferir o mesmo calor dissipado pelas resistências é necessário o consumo de 352,4 kg/h de vapor a 3,0 kgf/cm². Na Tabela 3 vemos que o consumo médio de energia elétrica no dia em que o sistema foi mais exigido é de R\$ 28,79/hora. Para verificação da viabilidade do investimento, foi necessário determinar o custo de produção da tonelada de vapor por hora, com todos os custos intrínsecos considerados como, mão de obra, combustível, energia elétrica, depreciação. O valor foi gentilmente informado pelo setor de Gestão de Engenharia da empresa, sendo fixado no mês deste estudo em R\$ 50,71/ton.

Por fim, podemos determinar o custo de operação do banco de tubos, que usará o vapor saturado como fluido primário de transferência de calor e com uma regra de três simples determinamos o custo de operação em R\$17,87/hora. Adicionado a potência da bomba para

escoamento da água quente, que segundo o fornecedor é de 3cv — considerando um consumo de 2.200 W.h-, temos um acréscimo de R\$0,76/hora na operação, considerando horário de ponta e fora de ponta, totalizando R\$18,63/hora. Sendo assim, chegamos a uma redução de R\$10,16/hora utilizando água aquecida por vapor circulando na serpentina.

Para o cálculo do payback o setor de projetos forneceu gentilmente a planilha de cálculo de análise de viabilidade de projetos conforme anexo D. Durante o mês o uso do banco de tubos trará uma economia de R\$7.315,2 e no ano R\$87.782,40.

O cálculo do PBS (payback simples) tem a premissa de tempo máximo tolerado pela empresa fixado em 3 anos. Apesar de ser um método impreciso do ponto de vista da matemática financeira e não considerar o valor do dinheiro no tempo, traz o valor de retorno de investimento de maneira rápida, é a relação entre o valor do projeto e o valor economizado. Isto resulta em um retorno do valor investido em 1,07 ano. O cálculo do PBD (payback descontado) mostra o ano que ocorrerá o ponto de equilíbrio depois dos custos do capital forem cobertos, sendo capital próprio ou de terceiros e é feito com base no dinheiro no tempo usando uma taxa de desconto fixada pelos investidores das empresas, o TMA (taxa mínima de atratividade), no caso da empresa estudada é considerado 20%, mas é um valor arrojado ante os investidores locais, geralmente sendo utilizado o valor médio de 15%, o que poderia melhorar ainda mais a atratividade do projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando o funcionamento do equipamento antes da coleta de dados, verificou-se a oportunidade de melhorar o seu desempenho e mitigar o risco de acidente eliminando o sistema elétrico, o que de acordo com as normas trabalhista é o primeiro passo antes mesmo de fornecer o epi aos colaboradores, ou seja, contornar o risco com medidas protetivas sem a necessidade de investir em equipamentos de proteção, treinamentos e outros métodos aplicados ao trabalhador.

Em função da eficiência de transferência de calor da serpentina, tem-se a oportunidade de contornar os riscos, reduzir os custos e melhorar o desempenho do sistema de climatização. No primeiro momento, a hipótese de economia foi posta em xeque em função da modalidade de pagamento adotada pela empresa, desde dezembro de 2016 vem adotando o mercado livre ao invés do mercado cativo nas negociações de demanda de energia. Com esta nova modalidade de negociação e pagamento, a empresa obteve uma economia de cerca de 10 milhões de reais no ano de 2017. Mas para a empresa, isto não significa que as economias cessaram, motivando o estudo em busca de alternativas ao uso da energia.

O período de coleta foi suficiente para determinar o alto consumo de energia elétrica do equipamento, com o auxílio dos equipamentos fornecidos pela empresa. Os valores obtidos dos sensores estão muito próximos daqueles utilizados na automação e controle da unidade de tratamento de ar estudada. Apesar de o analisador não estar calibrado (expirou a validade), as leituras obtidas estão muito próximas das obtidas em outras análises feitas no mesmo equipamento, em que o setor de projetos analisou outras variáveis.

Por fim, tem-se a oportunidade de investir em eficiência indo ao encontro da hipótese de economia proposta pelo trabalho, vemos a redução de consumo de energia elétrica decrescer R\$ 10,16/hora, e isto abre caminho para uma economia muito maior, já que o sistema é composto por outras 8 unidades de tratamento de ar, podendo trazer um payback ainda menor. Além disso, pode-se eliminar todos os sistemas elétricos utilizados para o controle das resistências bem como todas as anomalias geradas na rede elétrica pelo controle de potência.

Assim sendo, conforme o demonstrativo do anexo D o projeto possui bom retorno - baseado no método de cálculo utilizado pela empresa na forma de planilha eletrônica-considerando o payback descontado, o projeto se pagará em 1,34 ano, com um TIR (taxa interna de retorno) atrativo, 89,64%. Isto evidencia que mesmo com a taxa mínima de atratividade sendo considerada alta, o projeto apresenta bom retorno.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Determinar dos dados climáticos da região com período mínimo de 6 meses;
- Verificar a influência da variação da pressão provocada por ventiladores nas propriedades do ar em unidades de tratamento do ar em unidades de tratamento do ar;
- Verificar a eficiência no uso de VAV (vazão de ar variável) com o reaquecimento pontual.
- Dimensionar uma serpentina de reaquecimento do ar com o uso do vapor como fluido de transferência de calor principal.
- Desenvolvimento de software online para determinar o volume de água gerado no *Dew Point* da serpentina de água gelada.
- Desenvolvimento de software livre para dimensionamento de trocadores de calor sem mudança de fase.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, A. Eletrônica de Potência. 1 ed. São Paulo: Pratice Hall, 2000.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO BRASILEIRO DOS ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA [da] ABRACOPEL. São Paulo, 2017, Anual.

BARBOSA, M. R; MENDES, N. **Simulação de Sistemas de Expansão Indireta**: Análise Higrotérmica da Serpentina. In: 10° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas, ENCIT, 2004, Rio de Janeiro. Anais Eletrônicos... Rio de Janeiro: ABCM, 2004. Disponível em <www.abcm.org.br/app/webroot/anais/encit/2004/artigos/symp_refri/CIT04-0837.pdf> Acesso em: 05 de jun. de 2018.

BORGNAKKE, C; SONNTAG, R. E. **Fundamentos da Termodinâmica**. 7. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Banco de Informações de Geração**: BIG. Disponível em: <www.aneel.gov.br/15.htm>. Acesso em: 26 maio 2018.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Consumo de energia elétrica sobe 3,5% em 2013**. Disponível em < http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/01/consumo-de-energia-eletrica-sobe-3-5-em-2013>. Acesso em: 13 jan. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Acompanhamento de Carga**: Subsistema Sul. [S. l.: s. n.], 2017.

CORRÊA, J. E; SANTOS, César A. G. Análise comparativa de sistemas de climatização tipo Volume de ar constante (CAV) e volume de ar Variável (VAV) multizonas operando em clima quente e úmido. In: Congresso Nacional de Engenharia Mecânica da UFRN, 2000, Natal. Anais Eletrônicos...Natal: UFRN, 2000. Disponível em http://abcm.org.br/app/webroot/anais/conem/2000/OC8736.pdf > Acesso em: 27 maio 2018.

CREDER, Hélio. Instalações de Ar Condicionado. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

ÇENGEL, A. Yunus; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos Fluidos:** Fundamentos e Aplicações. 1 ed. Porto Alegre: AMHG, 2012.

ÇENGEL, A. Yunus; GHAJAR, J. Afshin. **Transferência de Calor e Massa:** Uma Abordagem Prática. 4 ed. Porto Alegre: AMHG, 2012.

Danfoss destaca tecnologias para redução do consumo de energia na Greenbuilding Brasil 2017. Danfoss. Disponível em: < http://www.danfoss.com.br/newsstories/cf/gbc-brasil-2017/?ref=17179960165#/ > Acesso em 16 jan. 2018.

DOSSAT, Roy J. **Princípios de Refrigeração**: Teoria, Prática, Exemplos, Problemas, Soluções. São Paulo: Hemus, 2004.

ESTADOS UNIDOS. U.S. Navy. Bureau of Naval Personnel. **Refrigeração e Condicionamento de Ar**. 1 ed. São Paulo: Hemus, 2004.

FOX, R. W; McDonald, A. T. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INCROPERA, F. P; DEWITT D. P. **Fundamentos da Transferencia de Calor e de Massa**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

KOMATSU, W. et al. **PEA-3487-Eletrônica de Potência I**. Notas de aula do curso de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da USP, 2017.

KREITH, F; BOHN, Mark S. **Princípios de Transferência de Calor**. 6 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

MACDOWAL, Robert. **Fundamentals of HVAC Systems**. 1 ed. Atlanta. Estados Unidos: Elsevier, 2006.

MANSOUR, M. K; HASSAB, M. Thermal Design of Cooling and Dehumidifying Coils. In: MITROVIC, Jovan. **Heat Exchangers** - Basics Design Applications. 1 ed. Croácia: Intech, 2012. cap 14, pág. 367.

MARKUS, O. **Circuitos Elétricos**: Corrente Contínua e Corrente Alternada. 1.ed. São Paulo: Érica, 2001.

MOREIRA, J. R. Fundamentos e aplicações da Psicrometria. 1 ed. São Paulo: RPA, 1999.

MUNSON, Bruce R. et al. **Fundamentos da Mecânica dos Fluidos**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

O uso do Ar Condicionado e o Consumo de Energia Elétrica. ABRAVA. Disponível em: http://abrava.com.br/?p=11091 Acesso em 16 jan. 2018.

PIEIRI, E. G. de; ALMEIDA, J. F. de; FILHO, J. de P. A. Efeito Joule. In: **Projeto de Ensino de Física**: Eletricidade - Instituto de Física da Universidade de São Paulo. 2ed. p.8-1 - 8-29. Rio de Janeiro: MEC/FENAME/PREMEN, 1981. Disponível em: http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/44985> Acesso em: 01 ago. 2018.

POTTER, M. C; WIGGERT, D. C. **Mecânica dos Fluidos**. 1 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

REBOUÇAS, M. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3. ed. Brasília: Toda, 2008. 236 p.

SAVI, Arlindo A; COLUCCI Cesar C. **Termodinâmica.** Maringá: Eduem, 2010.

SAY, M. G. Eletricidade Geral: Dispositivos e Aplicações. 1 ed. São Paulo: Hemus, 2004.

SCHNEIDER, P. S. **Medição de Velocidades e Vazão de Fluidos**. Jul-Dez 2011. 24 f. Notas de Aula. Disponível em: http://www.ufrgs.br/medterm/areas/area-ii/vazao_mt.pdf Acesso em: 08 ago. 2018.

SILVA, Júlio César Lázaro da. "**Planejamento Energético do Brasil e Iminência de uma Nova Crise no Setor – Apagão**"; Brasil Escola. Disponível em http://brasilescola.uol.com.br/geografia/planejamento-energetico-brasil-iminencia-uma-nova-crise-no-setor-apagao.htm. Acesso em: 14 jan. 2018.

SIGNIFICADO/DEFINIÇÃO DE EFICIÊNCIA. **Dicionário Priberam**. Disponível em: https://dicionario.priberam.org/eficiência Acesso em: 14 mar. 2018.

SUGARMAN, S. C. HVAC Fundamentals. 1 ed. Estados Unidos: Fairmont Press, 2005.

STOECKER, W. F; JONES, J. W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.

THULUKKANAM, K. **Heat Exchanger Design Handbook**. 2 ed. Estados Unidos: CRC Press, 2013.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Energy. **Technical Information**: Fundamentals Handbook: Thermodynamics, Heat Transfer and fluid Flow. Washington, 1992. 300p.

WANG, Shan K. **Handbook of Air Conditioning and Refrigeration**. 2 ed. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2001.

 $\mathbf{AP\hat{E}NDICE}\ \mathbf{A}$ - Tabelas de propriedades do ar coletadas

Data/Hora	sensor 1[°C]	sensor 1[%Ur]	sensor 2[°C]	sensor 2[%Ur]	sensor 3[°C]	sensor 3[%Ur]
21/05/2018 00:00	11,7	74,6	7,3	99,9	24,7	32,6
21/05/2018 00:30	11,8	76,4	7,4	99,9	24,7	32,6
21/05/2018 01:00	12,1	73,2	7,3	99,9	23,9	34
21/05/2018 01:30	12,4	75,5	7,2	99,9	24,5	32,8
21/05/2018 02:00	11,6	70	7,3	99,9	23,3	35,4
21/05/2018 02:30	11,6	69,4	7,3	99,9	23,1	35,8
21/05/2018 03:00	11,8	67,9	7	99,9	22,8	36,2
21/05/2018 03:30	11,4	71,2	6,9	99,9	23,4	34,8
21/05/2018 04:00	11,5	71,7	7	99,9	25,4	30,7
21/05/2018 04:30	11,4	72,9	7	99,9	26,1	29,6
21/05/2018 05:00	11,2	72,6	7	99,9	26,7	28,6
21/05/2018 05:30	10,9	73,4	6,9	99,9	25,2	31,1
21/05/2018 06:00	11	73,4	6,9	99,9	25,2	30,9
21/05/2018 06:30	10,2	77,3	6,8	99,9	24,1	33
21/05/2018 07:00	9,9	79,9	6,7	99,9	25,5	30,1
21/05/2018 07:30	10,5	74,3	6,6	99,9	26	29
21/05/2018 08:00	11,4	76,8	6,6	99,9	24,7	31,4
21/05/2018 08:30	12,7	71,7	6,6	99,9	22,6	36,2
21/05/2018 09:00	12,6	68,8	7	99,9	22,8	36,4
21/05/2018 09:30	13,8	67,6	7,2	99,9	23,2	36,2
21/05/2018 10:00	14,7	63,1	7,2	99,9	20,8	42,1
21/05/2018 10:30	15,4	60,8	7,2	99,9	21,5	40,4
21/05/2018 11:00	16,1	61,5	7,1	99,9	20,7	42,3
21/05/2018 11:30	16,8	57	7,3	99,9	20,6	43
21/05/2018 12:00	17,3	52,4	7,3	99,9	21,9	40
21/05/2018 12:30	17,3	53,6	7,4	99,9	23,1	37
21/05/2018 13:00	17,8	49,9	7,4	99,9	21,6	40,7
21/05/2018 13:30	18,3	49,6	7,4	99,9	20,7	42,9
21/05/2018 14:00	18,2	45,8	7,3	99,9	20,4	43,3
21/05/2018 14:30	18,7	47,6	7,3	99,9	19,7	45,1
21/05/2018 15:00	19,2	47,6	7,4	99,9	19,3	46,5
21/05/2018 15:30	18,6	46,4	7,1	99,9	17	53,5
21/05/2018 16:00	18,4	48,2	7,2	99,9	18,9	47,1

21/05/2018 16:30	18,3	48,4	7,2	99,9	19,4	45,9
21/05/2018 17:00	18,1	50	7,2	99,9	16,4	55,7
21/05/2018 17:30	17,9	53,6	6,4	99,9	19,2	44,6
21/05/2018 18:00	17,4	56	6,4	99,9	19,7	43,5
21/05/2018 18:30	16,6	58,9	6,4	99,9	21	39,8
21/05/2018 19:00	16,1	60,9	6,1	99,9	20,7	39,9
21/05/2018 19:30	16	65,6	6,4	99,9	24,8	31,5
21/05/2018 20:00	15,2	66,5	6,2	99,9	18,2	47,3
21/05/2018 20:30	15,4	65,3	6,2	99,9	20,4	41,2
21/05/2018 21:00	15,3	66,5	6,5	99,9	21,9	38,1
21/05/2018 21:30	15	67,1	6,4	99,9	22,2	36,8
21/05/2018 22:00	14,3	70,3	6,4	99,9	22,2	37
21/05/2018 22:30	13,8	72,5	6,1	99,9	22,8	34,7
21/05/2018 23:00	13,8	73,8	6,2	99,9	21,2	38,9
21/05/2018 23:30	13,5	75,3	6,1	99,9	21,5	38,1
22/05/2018 00:00	13,5	73,4	6,2	99,9	21,8	37,5
22/05/2018 00:30	13,5	73,8	6,1	99,9	21,8	37,1
22/05/2018 01:00	13,4	73,3	6,1	99,9	22,4	35,6
22/05/2018 01:30	13	72	6,1	99,9	23,1	34,2
22/05/2018 02:00	13,4	69,3	6,1	99,9	22,8	34,6
22/05/2018 02:30	13,4	70,9	6,2	99,9	23,2	33,9
22/05/2018 03:00	12,9	71,3	6,2	99,9	22,9	34,6
22/05/2018 03:30	12,8	70,7	6,3	99,9	23,3	34
22/05/2018 04:00	12,9	70,2	6,3	99,9	22,9	34,7
22/05/2018 04:30	14,1	68,8	6,4	99,9	22,7	35,4
22/05/2018 05:00	13,2	69,1	6,4	99,9	22,6	35,8
22/05/2018 05:30	12,7	71,5	6,3	99,9	24,1	31,9
22/05/2018 06:00	12,5	72,4	6,3	99,9	23,1	34,2
22/05/2018 06:30	12,7	74,4	6,3	99,9	22,6	35,3
22/05/2018 07:00	13	75,5	6,4	99,9	22,5	35,9
22/05/2018 07:30	13,1	73,3	6,3	99,9	22,3	36,1
22/05/2018 08:00	13,8	71,5	6,4	99,9	21	39,6
22/05/2018 08:30	14,8	68,9	6,4	99,9	22	37
22/05/2018 09:00	15,5	66,2	6,5	99,9	19,7	43,5
22/05/2018 09:30	16	60,4	6,5	99,9	20,3	41,9
22/05/2018 10:00	16	62,8	6,1	99,9	20,5	39,8
22/05/2018 10:30	16,3	61,9	6,1	99,9	19,7	42,1
		l .	L	l	1	I

22/05/2018 11:00	17,4	60,3	6,2	99,9	20,3	41,4
22/05/2018 11:30	17,9	59,8	6,3	99,9	18,1	47,9
22/05/2018 12:00	18,3	59,3	6,3	99,9	17,2	50,4
22/05/2018 12:30	18,4	56,2	6,3	99,9	17,9	48,2
22/05/2018 13:00	18,9	55,4	6,3	99,9	18,7	45,7
22/05/2018 13:30	19,3	54,7	6,3	99,9	17,2	50,3
22/05/2018 14:00	19,3	52,2	6,3	99,9	17,8	48,3
22/05/2018 14:30	19,3	50,9	6,3	99,9	17,3	49,9
22/05/2018 15:00	19,8	51,5	6,2	99,9	17,4	49,3
22/05/2018 15:30	19,5	50,7	6,2	99,9	16,9	51,6
22/05/2018 16:00	19,2	52,2	6,2	99,9	17,4	49,7
22/05/2018 16:30	18,8	52,6	6,2	99,9	17,7	48,7
22/05/2018 17:00	18,7	56,4	6,3	99,9	18,4	46,8
22/05/2018 17:30	18,4	60,4	6,3	99,9	18,6	46,1
22/05/2018 18:00	17,6	62,5	6,2	99,9	19	44,8
22/05/2018 18:30	16,8	65,4	6,2	99,9	18,9	44,8
22/05/2018 19:00	16,3	70,3	6	99,9	19,2	43,5
22/05/2018 19:30	15,9	71,3	6,2	99,9	19,4	44
22/05/2018 20:00	15,5	74	6,3	99,9	19,9	42,7
22/05/2018 20:30	15,2	74,6	6,3	99,9	20,1	41,8
22/05/2018 21:00	14,8	74,3	6,1	99,9	20,1	41,4
22/05/2018 21:30	14,6	76,6	6,1	99,9	19,5	42,9
22/05/2018 22:00	14,1	76,2	6	99,9	19,9	41,7
22/05/2018 22:30	13,9	79,1	5,9	99,9	19,9	41,2
22/05/2018 23:00	14	77,7	6,3	99,9	26	29
22/05/2018 23:30	13,9	77,2	6,2	99,9	23,6	33,1
23/05/2018 00:00	13,8	77,1	6	99,9	19,6	42,3
23/05/2018 00:30	13,2	79,1	5,9	99,9	19,7	42,1
23/05/2018 01:00	12,9	80,1	5,9	99,9	20,3	40
23/05/2018 01:30	12,5	79,9	6	99,9	20,7	39,5
23/05/2018 02:00	12,3	80,1	5,9	99,9	20,5	39,4
23/05/2018 02:30	12,6	77,4	6,1	99,9	21,5	37,7
23/05/2018 03:00	12,1	77,5	6,2	99,9	21,1	38,6
23/05/2018 03:30	12,4	72,7	6,2	99,9	22,2	36,2
23/05/2018 04:00	12,2	72,6	6,1	99,9	21,6	37
23/05/2018 04:30	12,3	71,9	6,2	99,9	22,1	35,9
23/05/2018 05:00	12,4	71,2	6,3	99,9	22,4	35,6
	•	•	•			•

23/05/2018 05:30	12,3	73	6,3	99,9	22,7	35,3
23/05/2018 06:00	12,3	73,8	6,1	99,9	22,1	35,8
23/05/2018 06:30	12,1	72,5	6,2	99,9	22,4	35,3
23/05/2018 07:00	12,2	72,5	6,3	99,9	23,7	32,8
23/05/2018 07:30	12,4	71,5	6,2	99,9	23	34
23/05/2018 08:00	13,2	67,1	6,3	99,9	23,7	32,8
23/05/2018 08:30	14,5	60,9	6,6	99,9	24,8	31,2
23/05/2018 09:00	15,6	61,2	6,6	99,9	24,9	31
23/05/2018 09:30	15,7	58,9	6,6	99,9	23	35,1
23/05/2018 10:00	16,4	58	6,8	99,9	21,8	38,1
23/05/2018 10:30	17,8	60,2	6,4	99,9	19,5	43,3
23/05/2018 11:00	18,8	55,5	6,6	99,9	23,8	33,8
23/05/2018 11:30	18,9	47,3	6,9	99,9	25,2	31,1
23/05/2018 12:00	19,9	41,6	6,9	99,9	26,3	28,7
23/05/2018 12:30	20,6	38,1	6,8	99,9	25,4	30,2
23/05/2018 13:00	20,9	35,7	6,8	99,9	25,9	29,2
23/05/2018 13:30	21,4	36,4	6,8	99,9	25,2	30,4
23/05/2018 14:00	21,2	36,3	6,8	99,9	24,7	31,4
23/05/2018 14:30	21,6	40,6	7	99,9	22,2	37,9
23/05/2018 15:00	21,9	39,8	6,9	99,9	23,4	34,7
23/05/2018 15:30	21,8	41	6,6	99,9	19,4	43,8
23/05/2018 16:00	21,9	40,1	6,7	99,9	18,7	46,4
23/05/2018 16:30	21,7	41,1	6,2	99,9	16,3	52,9
23/05/2018 17:00	21,4	47,8	6,3	99,9	17,6	49,1
23/05/2018 17:30	20,6	52,1	6,2	99,9	16,7	51,6
23/05/2018 18:00	19,7	56,9	6,2	99,9	17,5	49,3
23/05/2018 18:30	18,9	64,3	6,2	99,9	16,6	52
23/05/2018 19:00	18,5	65,5	6,4	99,9	20,2	42,1
23/05/2018 19:30	18,3	63,1	6,3	99,9	19,2	44,6
23/05/2018 20:00	17,9	66,5	6,2	99,9	19,3	43,8
23/05/2018 20:30	18	62,4	6,2	99,9	18,3	47,3
23/05/2018 21:00	17,9	62,3	6,3	99,9	18,7	45,9
23/05/2018 21:30	17,8	61,1	6,1	99,9	16,7	51,3
23/05/2018 22:00	17,7	61,3	6,2	99,9	18,6	45,7
23/05/2018 22:30	17,8	59,4	6,2	99,9	19,2	43,9
23/05/2018 23:00	18	60,5	6,2	99,9	18,2	47,2
23/05/2018 23:30	17,9	58,7	6,2	99,9	18,9	44,6

24/05/2018 00:00	18,2	57,6	6,2	99,9	19,2	44,3
24/05/2018 00:30	18,2	56,9	6,3	99,9	18,9	45,2
24/05/2018 01:00	18,3	57,1	7	99,9	31,7	21,9
24/05/2018 01:30	18,2	54,6	7,3	98,4	33	20,4
24/05/2018 02:00	17,6	56,2	7,2	97,3	33	20,2
24/05/2018 02:30	17,3	58,3	7,2	97,2	32,7	20,5
24/05/2018 03:00	17,4	62,7	7,3	98,2	32,7	20,6
24/05/2018 03:30	17,2	63,1	7,2	98,2	32,6	20,7
24/05/2018 04:00	16,7	66,4	6,6	99,9	23,5	33,7
24/05/2018 04:30	17	66,5	6,5	99,9	22,9	35,2
24/05/2018 05:00	17,4	62,5	6,5	99,9	23,6	33,7
24/05/2018 05:30	17,2	63,7	6,7	99,9	24,9	31,2
24/05/2018 06:00	16,4	69,1	6,6	99,9	24,2	32,5
24/05/2018 06:30	16,4	70,2	6,7	99,9	25,2	30,6
24/05/2018 07:00	17,1	69,4	6,7	99,9	25,2	30,8
24/05/2018 07:30	16,5	71,6	6,7	99,9	25	31,1
24/05/2018 08:00	16,5	71,7	6,7	99,9	26,7	28,4
24/05/2018 08:30	16,9	71,9	6,6	99,9	22,3	37,1
24/05/2018 09:00	16,9	72,2	6,7	99,9	23,6	34,5
24/05/2018 09:30	17,7	70,8	6,7	99,9	24,3	33
24/05/2018 10:00	17,6	72,1	6,8	99,9	21,8	38,7
24/05/2018 10:30	19,4	63,6	6,6	99,9	23,4	34,7
24/05/2018 11:00	19,3	66,3	6,7	99,9	22,8	36,3
24/05/2018 11:30	18,9	67,4	6,8	99,9	23,6	34,6
24/05/2018 12:00	19,7	65,6	6,7	99,9	22,2	37,9
24/05/2018 12:30	20	61,9	6,6	99,9	18,6	47,2
24/05/2018 13:00	20,4	61,2	6,8	99,9	22,9	36,1
24/05/2018 13:30	20,9	63,1	6,9	99,9	21,2	41
24/05/2018 14:00	21,6	58,2	6,8	99,9	21	40,9
24/05/2018 14:30	21,3	59,8	6,7	99,9	21,7	38,9
24/05/2018 15:00	20,5	62,4	6,8	99,9	20,8	41,8
24/05/2018 15:30	20,2	63,4	6,9	99,9	21	41,4
24/05/2018 16:00	20	61	6,8	99,9	20,2	43,1
24/05/2018 16:30	19,7	63,4	6,6	99,9	20,8	41
24/05/2018 17:00	19,5	65,5	6,6	99,9	21,8	38,9
24/05/2018 17:30	18,9	67,7	6,7	99,9	21,2	40,3
24/05/2018 18:00	18,2	72,9	6,7	99,9	24,1	33,3

24/05/2018 18:30	17,8	74	6,6	99,9	23,8	34
24/05/201819:00	18,4	69,7	6,6	99,9	23,5	34,5
24/05/2018 19:30	18,5	69,3	6,6	99,9	23,5	34,5
24/05/2018 20:00	18,6	70,4	6,7	99,9	23,5	34,8
24/05/2018 20:30	18,2	68,4	6,7	99,9	24,2	33
24/05/2018 21:00	18,5	65,6	6,6	99,9	24,2	32,8
24/05/2018 21:30	18,3	63,3	6,6	99,9	23,2	35,1
24/05/2018 22:00	18	65,3	6,6	99,9	23,2	34,8
24/05/2018 22:30	17,7	69,1	6,6	99,9	23,2	34,8
24/05/2018 23:00	17,8	72	6,6	99,9	23,2	35,1
24/05/2018 23:30	17,1	75,3	6,6	99,9	23,7	34
25/05/2018 00:00	16,7	76,9	6,7	99,9	24	33,4
25/05/2018 00:30	16,3	80,1	6,7	99,9	23,6	34,5
25/05/2018 01:00	16,4	78,6	6,6	99,9	22,8	36,1
25/05/2018 01:30	17	76,9	6,7	99,9	23,6	34,3
25/05/2018 02:00	16,7	78,8	6,7	99,9	23,5	34,4
25/05/2018 02:30	17,5	74,5	6,6	99,9	22,9	35,8
25/05/2018 03:00	17,1	73,5	6,7	99,9	23,5	34,4
25/05/2018 03:30	17	76,4	6,6	99,9	23,3	34,8
25/05/2018 04:00	17,2	72,1	6,6	99,9	23,2	35,1
25/05/2018 04:30	16,6	75,8	6,6	99,9	23,6	34
25/05/2018 05:00	17,5	71,2	6,6	99,9	23,4	34,6
25/05/2018 05:30	17,1	69,7	6,5	99,9	23,3	34,3
25/05/2018 06:00	16,9	73,9	6,5	99,9	23,4	34,3
25/05/2018 06:30	16,5	73,4	6,6	99,9	23,3	34,4
25/05/2018 07:00	16,1	75,7	6,6	99,9	23,3	34,5
25/05/2018 07:30	16,3	74,7	6,6	99,9	24	33,5
25/05/2018 08:00	16,5	74,9	6,7	99,9	24,6	32
25/05/2018 08:30	17,2	71,1	6,7	99,9	24,8	31,6
25/05/2018 09:00	17,9	68,5	6,7	99,9	23,6	34,6
25/05/2018 09:30	19,4	63,4	6,8	99,9	24	33,7
25/05/2018 10:00	20,3	63,9	6,9	99,9	23,2	36
25/05/2018 10:30	21,7	54,9	7	99,9	22,9	36,6
25/05/2018 11:00	21,9	52	7	99,9	22,7	37
25/05/2018 11:30	21,9	54,9	7,1	99,9	22,5	37,9
25/05/2018 12:00	22,4	49,4	6,8	99,9	22,3	37,3
25/05/2018 12:30	22,3	53,5	6,7	99,9	21,7	39
L			•	•		•

25/05/2018 13:00	22,6	50,7	6,9	99,9	22,3	37,9
25/05/2018 13:30	22,3	47,9	6,8	99,9	22,7	36,6
25/05/2018 14:00	22,9	48,5	6,8	99,9	22	38,5
25/05/2018 14:30	22,9	52,2	6,9	99,9	21,5	39,9
25/05/2018 15:00	23,1	51,3	7	99,9	21,6	40,1
25/05/2018 15:30	23,2	52,5	6,8	99,9	20	43,4
25/05/2018 16:00	23,1	53,7	6,8	99,9	20,4	42,8
25/05/2018 16:30	22,7	52,3	6,6	99,9	18,3	48,2
25/05/2018 17:00	22,1	55,1	6,7	99,9	19,1	45,9
25/05/2018 17:30	21,8	58,7	6,7	99,9	20,5	42,5
25/05/2018 18:00	21,7	63,5	6,8	99,9	22,6	37,1
25/05/2018 18:30	21,2	64,9	6,7	99,9	22,2	38,1
25/05/2018 19:00	21	62,7	6,8	99,9	22,4	37,8
25/05/2018 19:30	20,8	62,3	6,8	99,9	21,9	38,7
25/05/2018 20:00	20,7	63,2	6,8	99,9	21,6	39,6
25/05/2018 20:30	20,2	64,8	6,8	99,9	22	38,7
25/05/2018 21:00	20,4	64,7	6,8	99,9	21,7	39,4
25/05/2018 21:30	19,9	65,2	6,7	99,9	21,7	38,9
25/05/2018 22:00	19,7	64,8	6,7	99,9	22,3	37,7
25/05/2018 22:30	20,1	65,1	6,7	99,9	22,6	36,8
25/05/2018 23:00	19,7	62,8	6,7	99,9	23,4	34,8
25/05/2018 23:30	19,2	65,1	6,8	99,9	23,9	33,7
28/05/2018 00:00	19,9	73,5	11,6	68,2	29,4	23,9
28/05/2018 00:30	20	71,9	11,4	69,5	27,9	26
28/05/2018 01:00	19,8	71,8	11,9	67,8	29,7	23,7
28/05/2018 01:30	19,6	72,3	12,3	66,3	29,8	23,5
28/05/2018 02:00	19,4	72,9	12,5	65,5	31,1	22,1
28/05/2018 02:30	19	74,1	12,7	64,2	31,2	21,8
28/05/2018 03:00	19	73,5	12,9	63,1	32,3	20,5
28/05/2018 03:30	18,6	75,3	13	61,7	32,4	20,2
28/05/2018 04:00	18,3	75,5	13,4	60,6	33,7	18,9
28/05/2018 04:30	18,3	75,3	13,9	58,7	34,2	18,4
28/05/2018 05:00	18,3	75,1	13,7	59,4	33,6	19
28/05/2018 05:30	18,1	75,9	14,2	57,8	35	17,7
28/05/2018 06:00	17,4	79,4	6,3	99,9	19,1	43,6
28/05/2018 06:30	17,8	77,6	6,1	99,9	17,9	47,8
28/05/2018 07:00	18,1	74,7	5,9	99,9	8,6	85,9

28/05/2018 07:30	18,4	73,6	5,9	99,9	9,4	84,7
28/05/2018 08:00	19	72,1	6,1	99,9	17,5	49,8
28/05/2018 08:30	19,7	68,3	6,3	99,9	12,5	69,3
28/05/2018 09:00	20	69	6,3	99,9	12,3	70,6
28/05/2018 09:30	20,7	66,8	6,2	99,9	11,6	74
28/05/2018 10:00	21,4	64,4	6,3	99,9	11,8	72,9
28/05/2018 10:30	22,1	62,4	6,5	99,9	11,5	76,9
28/05/2018 11:00	22,6	60,2	6,4	99,9	12	73,2
28/05/2018 11:30	22,8	59,3	6,6	99,9	11,9	72,5
28/05/2018 12:00	23,4	58,4	6,5	99,9	11,6	75,2
28/05/2018 12:30	23,5	57,3	6,5	99,9	11,2	78,6
28/05/2018 13:00	23,8	56,2	6,6	99,9	11,6	75,3
28/05/2018 13:30	24,3	50,8	6,2	99,9	11,3	74,8
28/05/2018 14:00	24,3	47,8	6,2	99,9	11,3	74,5
28/05/2018 14:30	24,3	44,6	6,1	99,9	11,2	74,7
28/05/2018 15:00	24,1	44,7	6	99,9	10,2	80,7
28/05/2018 15:30	24,2	42,6	5,9	99,9	11,3	73,4
28/05/2018 16:00	23,9	44,9	6,2	99,9	11,4	74,5
28/05/2018 16:30	23,9	45,1	6,1	99,9	12,1	70,4
28/05/2018 17:00	23,4	44,6	6,1	99,9	11,6	72,9
28/05/2018 17:30	22,8	48	6,1	99,9	11,1	76,8
28/05/2018 18:00	22	54,2	6,2	99,9	11,5	74,3
28/05/2018 18:30	21,6	55,8	6,2	99,9	12,1	71
28/05/2018 19:00	21	56,4	6,2	99,9	11,9	72,2
28/05/2018 19:30	20,6	56	6,1	99,9	11,2	73,7
28/05/2018 20:00	19,9	53,9	6	99,9	12,6	67,7
28/05/2018 20:30	19,9	52,2	6	99,9	12,6	67,8
28/05/2018 21:00	19,3	56,9	6	99,9	13,1	65,4
28/05/2018 21:30	19	55,2	5,8	99,9	11,4	72,2
28/05/2018 22:00	18,8	54,5	5,7	99,9	12,3	67,4
28/05/2018 22:30	18,3	55,8	5,7	99,9	13,7	61,3
28/05/2018 23:00	18,1	56,5	5,7	99,9	12,9	64,5
28/05/2018 23:30	18,4	57,2	5,8	99,9	13,8	61,4
30/05/2018 00:00	18,7	65,6	6,1	99,9	12,7	68
30/05/2018 00:30	17,7	68,6	6	99,9	14,8	59,1
30/05/2018 01:00	18	67,1	6,1	99,9	15,4	56,8
30/05/2018 01:30	18,5	65,2	6,1	99,9	15,2	56,9
<u> </u>		l	I .	1	l	1

30/05/2018 02:00	18,4	64,8	6,1	99,9	15,2	57,8
30/05/2018 02:30	18,1	66,5	6	99,9	14,4	59,8
30/05/2018 03:00	18	65,5	6	99,9	14,7	58,5
30/05/2018 03:30	17,9	65,2	5,9	99,9	15,7	54,7
30/05/2018 04:00	17,9	64,5	5,9	99,9	14,4	59,7
30/05/2018 04:30	18	63,9	5,7	99,9	14,5	58,2
30/05/2018 05:00	18	62,5	5,9	99,9	17	50,7
30/05/2018 05:30	18	62,9	6	99,9	15,9	54,4
30/05/2018 06:00	18	62,6	5,9	99,9	16,4	52,4
30/05/2018 06:30	18	63,3	5,8	99,9	15,8	53,7
30/05/2018 07:00	18	63,2	5,9	99,9	15,5	55,4
30/05/2018 07:30	18	63,8	6	99,9	15,9	54,1
30/05/2018 08:00	17,7	65,2	6	99,9	14,7	58,8
30/05/2018 08:30	17,8	64,7	6	99,9	16,3	53
30/05/2018 09:00	18,2	62,4	6	99,9	15,3	57
30/05/2018 09:30	18,7	62	6,1	99,9	16,1	54
30/05/2018 10:00	20	56,8	6,4	99,9	16,5	53,5
30/05/2018 10:30	20,4	56,5	6,4	99,9	15,7	56,9
30/05/2018 11:00	20,8	54,2	6,7	99,9	15,3	59,3
30/05/2018 11:30	21	54,3	6,5	99,9	15	59,4
30/05/2018 12:00	21,7	54,3	6,7	99,9	14,1	64,1
30/05/2018 12:30	22,2	53,9	6,6	99,9	14,2	63,6
30/05/2018 13:00	22,7	53,7	6,7	99,9	14,8	61,3
30/05/2018 13:30	22,9	53,5	6,8	99,9	14	65,5
30/05/2018 14:00	23,7	52,6	6,7	99,9	13,9	64,9
30/05/2018 14:30	23,6	52,1	6,7	99,9	13,5	67,6
30/05/2018 15:00	23,3	54,4	6,6	99,9	14	64,6
30/05/2018 15:30	23,1	55,9	6,7	99,9	14,5	63,1
30/05/2018 16:00	23,1	58,4	6,8	99,9	14,3	64,1
30/05/2018 16:30	23,8	57,3	6,5	99,9	14,2	63,4
30/05/2018 17:00	23,4	57,2	6,4	99,9	13,7	65,3
30/05/2018 17:30	23,2	59,2	6,4	99,9	13,4	66,8
30/05/2018 18:00	22,3	62,4	6,4	99,9	14,2	63,1
30/05/2018 18:30	21,8	64,6	6,3	99,9	14,4	62,2
30/05/2018 19:00	21,2	67,4	6,3	99,9	14,3	62,4
30/05/2018 19:30	20,8	69,6	6,3	99,9	14,6	61,7
30/05/2018 20:00	20,5	70,3	6,3	99,9	14,4	61,4
l	1		1	I	1	1

30/05/2018 20:30	20,4	69,6	6,2	99,9	15,3	58,2
30/05/2018 21:00	20,3	71,4	6,4	99,9	15,9	56,8
30/05/2018 21:30	20,1	70,5	6,3	99,9	16	55,6
30/05/2018 22:00	19,8	72,1	6,3	99,9	16,1	55,7
30/05/2018 22:30	19,9	71,9	6,4	99,9	17	52,5
30/05/2018 23:00	19,6	72,3	6,3	99,9	16,7	53,1
30/05/2018 23:30	19,5	73,4	6,3	99,9	17	52,1
31/05/2018 00:00	19,5	72,9	6,3	99,9	17,2	51,8
31/05/2018 00:30	19,3	71,7	6,3	99,9	18,2	48,1
31/05/2018 01:00	18,9	71,9	6,4	99,9	18,6	47,4
31/05/2018 01:30	18,9	71,7	6,3	99,9	18,6	47
31/05/2018 02:00	18,6	72,6	6,3	99,9	19,2	45,2
31/05/2018 02:30	18,5	73,1	6,3	99,9	18,1	48,1
31/05/2018 03:00	18,5	72	6,2	99,9	18,1	48,1
31/05/2018 03:30	18,4	71,3	6,3	99,9	18,1	48,1
31/05/2018 04:00	18,3	70,5	6,1	99,9	17,6	49
31/05/2018 04:30	17,9	72	6,1	99,9	17,8	48,5
31/05/2018 05:00	18	72,4	6	99,9	17,9	47,9
31/05/2018 05:30	17,6	72,5	6	99,9	17,6	48,7
31/05/2018 06:00	17,5	72,2	6	99,9	18,4	46,3
31/05/2018 06:30	17,5	70,8	6,1	99,9	18,6	46
31/05/2018 07:00	17,3	71	6,1	99,9	18,6	45,8
31/05/2018 07:30	17,3	70,9	6,1	99,9	18,9	45,1
31/05/2018 08:00	17,8	67,8	6,1	99,9	18,7	45,7
31/05/2018 08:30	18,4	65,5	6,2	99,9	18,3	47
31/05/2018 09:00	19,2	63,1	6,2	99,9	18	47,8
31/05/2018 09:30	19,4	62,8	6,3	99,9	18,5	46,8
31/05/2018 10:00	20,8	61,2	6,5	99,9	17,9	49,2
31/05/2018 10:30	20,9	60,2	6,3	99,9	17,2	50,7
31/05/2018 11:00	21,3	58,8	6,4	99,9	17,3	51,3
31/05/2018 11:30	21,9	57	6,5	99,9	17,2	51,8
31/05/2018 12:00	22,8	54,4	6,4	99,9	16,8	53
31/05/2018 12:30	22,7	56,3	6,4	99,9	17	52,1
31/05/2018 13:00	23,2	54,9	6,5	99,9	16,4	54,6
31/05/2018 13:30	23,8	51	6,5	99,9	16,1	55,4
31/05/2018 14:00	23,1	53,7	6,4	99,9	16,2	55,2
31/05/2018 14:30	23,2	54,1	6,5	99,9	16,2	55,5

31/05/2018 15:00	23,3	55,6	6,5	99,9	16,3	54,9
31/05/2018 15:30	22,9	55,9	6,4	99,9	16,2	55,3
31/05/2018 16:00	22,8	54,9	6,4	99,9	16,6	53,4
31/05/2018 16:30	22,8	53,1	6,4	99,9	16,5	53,7
31/05/2018 17:00	22,5	53,3	6,3	99,9	16,6	52,8
31/05/2018 17:30	22,1	55	6,4	99,9	17	51,7
31/05/2018 18:00	21,5	57,4	6,3	99,9	17,1	51,3
31/05/2018 18:30	21,1	60,6	6,3	99,9	16,9	52,5
31/05/2018 19:00	21	61,8	6,3	99,9	17,2	51,6
31/05/2018 19:30	21	60,6	6,3	99,9	16,8	52,2
31/05/2018 20:00	20,8	61,6	6,3	99,9	16,8	52,5
31/05/2018 20:30	20,5	63,2	6,3	99,9	16,6	53
31/05/2018 21:00	20,6	61,7	6,3	99,9	16,7	52,7
31/05/2018 21:30	20,7	59,8	6,3	99,9	17	51,4
31/05/2018 22:00	20,7	59,3	6,3	99,9	16,6	52,8
31/05/2018 22:30	20,4	59,3	6,2	99,9	16,8	51,9
31/05/2018 23:00	20,5	59,7	6,2	99,9	16	54,9
31/05/2018 23:30	19,5	67,6	6,3	99,9	16,6	53,6
01/06/2018 00:00	18,8	70,5	6,3	99,9	18,4	47
01/06/2018 00:30	18,8	70,9	6,2	99,9	17,3	50,3
01/06/2018 01:00	19	69	6,3	99,9	16,4	53,7
01/06/2018 01:30	18,6	71,3	6,3	99,9	17,6	50
01/06/2018 02:00	18,5	71,7	6,2	99,9	15,8	56,2
01/06/2018 02:30	18,1	77,3	6,2	99,9	17,5	50
01/06/2018 03:00	18,1	76,6	6,2	99,9	16,8	52,2
01/06/2018 03:30	18,2	75,3	6,4	99,9	17,2	51,5
01/06/2018 04:00	17,4	84,4	6,2	99,9	16,4	54,2
01/06/2018 04:30	16,4	90,5	6,3	99,9	17,2	51,5
01/06/2018 05:00	16,6	92,3	6,3	99,9	17,5	50,8
01/06/2018 05:30	16,5	90,7	6,2	99,9	18,4	47,5
01/06/2018 06:00	16,1	92,2	6,2	99,9	18,8	46,2
01/06/2018 06:30	16,9	86,8	6,3	99,9	17,7	49,9
01/06/2018 07:00	17,3	85,4	6,2	99,9	18,1	48,3
01/06/2018 07:30	16,6	89,5	6,3	99,9	18	48,9
01/06/2018 08:00	17,1	86,6	6,3	99,9	16,7	53,1
01/06/2018 08:30	17	88	6,3	99,9	17,2	51,2
01/06/2018 09:00	17,5	84,2	6,3	99,9	15	58,5
L			1	1	1	1

01/06/2018 09:30	17,7	84,3	6,3	99,9	16	55,9
01/06/2018 10:00	17,9	83,4	6,4	99,9	17,2	51,6
01/06/2018 10:30	18	81,7	6,4	99,9	16,4	54,3
01/06/2018 11:00	18,7	78,2	6,4	99,9	16,2	55,3
01/06/2018 11:30	18,9	80,7	6,4	99,9	16,5	54,3
01/06/2018 12:00	19	79,2	6,5	99,9	16,9	53
01/06/2018 12:30	18,8	79,9	6,3	99,9	15,3	58,9
01/06/2018 13:00	18	81,5	6,3	99,9	15,5	57,7
01/06/2018 13:30	18,4	82,2	6,4	99,9	15,8	56,5
01/06/2018 14:00	19,1	77,5	6,4	99,9	16,2	55,3
01/06/2018 14:30	18,5	80,6	6,4	99,9	16,2	55,2
01/06/2018 15:00	18,1	82,8	6,3	99,9	16	56
01/06/2018 15:30	17,9	84,8	6,4	99,9	16,2	55,5
01/06/2018 16:00	18,2	83,6	6,4	99,9	16,2	55,2
01/06/2018 16:30	18,1	84,3	6,3	99,9	16,1	55,5
01/06/2018 17:00	18,2	84,1	6,3	99,9	15,9	56,1
01/06/2018 17:30	17,7	86	6,3	99,9	16,2	54,7
01/06/2018 18:00	17,8	86	6,2	99,9	16,6	53,3
01/06/2018 18:30	17,5	87,2	6,3	99,9	16,3	55,1
01/06/2018 19:00	17,7	89,1	6,3	99,9	16,1	55,4
01/06/2018 19:30	17,4	88,4	6,3	99,9	16,1	55,6
01/06/2018 20:00	17,5	90,9	6,3	99,9	16,9	52,7
01/06/2018 20:30	17,3	91	6,4	99,9	16,7	53,7
01/06/2018 21:00	17,4	92,2	6,4	99,9	16,5	54,3
01/06/2018 21:30	16,9	95,6	6,3	99,9	16,5	53,9
01/06/2018 22:00	16,8	96	6,5	99,9	17,1	52,7
01/06/2018 22:30	17	95,1	6,3	99,9	17	52,4
01/06/2018 23:00	17,4	93,4	6,4	99,9	16,4	55,3
01/06/2018 23:30	17,3	93,7	6,3	99,9	16,4	54,2
04/06/2018 00:00	15,8	77,1	9	86,9	24,2	32,3
04/06/2018 00:30	16,2	76,1	9,3	83,4	23,6	33,4
04/06/2018 01:00	16,4	86,3	8,9	84,4	21,3	37,6
04/06/2018 01:30	16,3	79,4	9,1	85,1	21,8	38
04/06/2018 02:00	16,5	77,3	9	83,7	20,5	39,9
04/06/2018 02:30	16,4	76,3	7,9	89,5	17,9	47,3
04/06/2018 03:00	16,7	76,7	8,4	87,2	19,5	42,5
04/06/2018 03:30	16,7	78,6	7,5	91,7	16,5	51,1
L	1		1	1	1	I

04/06/2018 04:00	16,5	80	7	95,2	15,6	54,1
04/06/2018 04:30	16,3	80,7	7,2	96,2	17,2	48,6
04/06/2018 05:00	16,1	83	6,6	98,1	14,1	59,6
04/06/2018 05:30	16,1	84,4	6,2	99,9	11,6	70
04/06/2018 06:00	16,5	85	6,1	99,9	11,4	70
04/06/2018 06:30	16,4	85,6	6,3	99,9	12,7	64,8
04/06/2018 07:00	16,5	87,2	6	99,9	10,8	73,4
04/06/2018 07:30	16,7	88,7	5,9	99,9	9,2	82,4
04/06/2018 08:00	16,3	92,4	6,3	99,9	9,9	90,5
04/06/2018 08:30	16,2	96,9	6,7	99,9	17,2	53,8
04/06/2018 09:00	16,5	98,6	6,8	99,9	17,8	52,3
04/06/2018 09:30	16,7	95,7	6,8	99,9	19,1	48,2
04/06/2018 10:00	16,9	96,7	7	99,9	17,3	54,6
04/06/2018 10:30	17,1	97,7	6,9	99,9	17,7	52,6
04/06/2018 11:00	17,1	98,8	6,7	99,9	17,9	51,5
04/06/2018 11:30	16,8	97,9	6,7	99,9	17,8	51,7
04/06/2018 12:00	17,2	98	6,6	99,9	18	51
04/06/2018 12:30	17,1	96,8	6,8	99,9	18,6	49,4
04/06/2018 13:00	17,2	95	6,8	99,9	18,2	50,8
04/06/2018 13:30	17	95	6,9	99,9	17,9	52,2
04/06/2018 14:00	16,9	93,7	6,8	99,9	17,7	52,3
04/06/2018 14:30	17	94,1	6,6	99,9	15,9	58
04/06/2018 15:00	17	92,5	6,6	99,9	17	54,4
04/06/2018 15:30	17	89,7	6,6	99,9	16,2	56,6
04/06/2018 16:00	25,8	59,5	6,5	99,9	24,6	56,4

 $\mathbf{AP\hat{E}NDICE}\ \mathbf{B}$ - Tabela do consumo de energia

Data	Hora	Energia Wh	Energia kWh	Fora de ponta R\$ 0,275/kW	Horário Ponta R\$ 0,858/kW	R\$
21/05/2018	23:59:00	0,00	0,00	0,27	75	R\$ 0,00
22/05/2018	00:30:00	539.154				
22/05/2018	01:00:00	576.863	74,962	0,27	75	R\$ 20,61
22/05/2018	01:30:00	618.179				
22/05/2018	02:00:00	658.005	81,142	0,27	75	R\$ 22,31
22/05/2018	02:30:00	699.297				
22/05/2018	03:00:00	739.270	81,265	0,27	75	R\$ 22,35
22/05/2018	03:30:00	779.974				
22/05/2018	04:00:00	820.395	81,125	0,27	75	R\$ 22,31
22/05/2018	04:30:00	860.017				
22/05/2018	05:00:00	897.657	77,262	0,27	75	R\$ 21,25
22/05/2018	05:30:00	937.772				
22/05/2018	06:00:00	977.585	79,928	0,27	75	R\$ 21,98
22/05/2018	06:30:00	1.016.935				
22/05/2018	07:00:00	1.055.189	77,604	0,27	75	R\$ 21,34
22/05/2018	07:30:00	1.092.813				
22/05/2018	08:00:00	1.128.507	73,318	0,27	75	R\$ 20,16
22/05/2018	08:30:00	1.166.291				
22/05/2018	09:00:00	1.198.588	70,081	0,27	75	R\$ 19,27
22/05/2018	09:30:00	1.232.149				
22/05/2018	10:00:00	1.265.259	66,671	0,27	75	R\$ 18,33
22/05/2018	10:30:00	1.298.443				
22/05/2018	11:00:00	1.329.124	63,865	0,27	75	R\$ 17,56
22/05/2018	11:30:00	1.357.553				
22/05/2018	12:00:00	1.383.394	54,270	0,27	75	R\$ 14,92
22/05/2018	12:30:00	1.410.950				
22/05/2018	13:00:00	1.437.594	54,200	0,27	75	R\$ 14,91
22/05/2018	13:30:00	1.463.438				
22/05/2018	14:00:00	1.490.002	52,408	0,27	75	R\$ 14,41

22/05/2018	14:30:00	1.515.115			
22/05/2018	15:00:00	1.540.159	50,157	0,275	R\$ 13,79
22/05/2018	15:30:00	1.564.762			
22/05/2018	16:00:00	1.590.110	49,951	0,275	R\$ 13,74
22/05/2018	16:30:00	1.616.610			
22/05/2018	17:00:00	1.643.063	52,953	0,275	R\$ 14,56
22/05/2018	17:30:00	1.671.654			
22/05/2018	18:00:00	1.701.440	58,377	0,275	R\$ 16,05
22/05/2018	18:30:00	1.731.081			
22/05/2018	19:00:00	1.761.693	60,253	0,858	R\$ 51,70
22/05/2018	19:30:00	1.792.425			
22/05/2018	20:00:00	1.824.586	62,893	0,858	R\$ 53,96
22/05/2018	20:30:00	1.857.513			
22/05/2018	21:00:00	1.890.586	66,000	0,858	R\$ 56,63
22/05/2018	21:30:00	1.922.501			
22/05/2018	22:00:00	1.955.315	64,729	0,275	R\$ 17,80
22/05/2018	22:30:00	1.988.685			
22/05/2018	23:00:00	2.030.024	74,709	0,275	R\$ 20,54
22/05/2018	23:30:00	2.070.009			
22/05/2018	23:59:00	2.101.342	71,318	0,275	R\$ 19,61
23/05/2018	00:30:00	2.133.218			
23/05/2018	01:00:00	2.168.032	66,690	0,275	R\$ 18,34
23/05/2018	01:30:00	2.203.843			
23/05/2018	02:00:00	2.239.808	71,776	0,275	R\$ 19,74
23/05/2018	02:30:00	2.277.164			
23/05/2018	03:00:00	2.313.583	73,775	0,275	R\$ 20,29
23/05/2018	03:30:00	2.352.683			
23/05/2018	04:00:00	2.390.758	77,175	0,275	R\$ 21,22
23/05/2018	04:30:00	2.429.294			
23/05/2018	05:00:00	2.467.789	77,031	0,275	R\$ 21,18
23/05/2018	05:30:00	2.508.112			
23/05/2018	06:00:00	2.550.319	82,530	0,275	R\$ 22,70
23/05/2018	06:30:00	2.589.561			
	·			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

23/05/2018	07:00:00	2.631.686	81,367	0,275	R\$ 22,38
23/05/2018	07:30:00	2.672.903			
23/05/2018	08:00:00	2.715.660	83,974	0,275	R\$ 23,09
23/05/2018	08:30:00	2.765.390			
23/05/2018	09:00:00	2.813.227	97,567	0,275	R\$ 26,83
23/05/2018	09:30:00	2.856.388			
23/05/2018	10:00:00	2.891.938	78,711	0,275	R\$ 21,65
23/05/2018	10:30:00	2.923.337			
23/05/2018	11:00:00	2.960.459	68,521	0,275	R\$ 18,84
23/05/2018	11:30:00	3.010.140			
23/05/2018	12:00:00	3.058.000	97,541	0,275	R\$ 26,82
23/05/2018	12:30:00	3.103.654			
23/05/2018	13:00:00	3.149.707	91,707	0,275	R\$ 25,22
23/05/2018	13:30:00	3.195.949			
23/05/2018	14:00:00	3.240.542	90,835	0,275	R\$ 24,98
23/05/2018	14:30:00	3.280.459			
23/05/2018	15:00:00	3.323.427	82,885	0,275	R\$ 22,79
23/05/2018	15:30:00	3.345.523			
23/05/2018	16:00:00	3.370.469	47,042	0,275	R\$ 12,94
23/05/2018	16:30:00	3.394.676			
23/05/2018	17:00:00	3.422.111	51,642	0,275	R\$ 14,20
23/05/2018	17:30:00	3.447.966			
23/05/2018	18:00:00	3.474.478	52,367	0,275	R\$ 14,40
23/05/2018	18:30:00	3.498.964			
23/05/2018	19:00:00	3.526.766	52,288	0,858	R\$ 44,86
23/05/2018	19:30:00	3.555.966			
23/05/2018	20:00:00	3.582.634	55,868	0,858	R\$ 47,93
23/05/2018	20:30:00	3.610.337			
23/05/2018	21:00:00	3.639.977	57,343	0,858	R\$ 49,20
23/05/2018	21:30:00	3.666.095			
23/05/2018	22:00:00	3.696.678	56,701	0,275	R\$ 15,59
23/05/2018	22:30:00	3.726.736			
23/05/2018	23:00:00	3.754.419	57,741	0,275	R\$ 15,88

23/05/2018	23:30:00	3.784.279			
23/05/2018	23:59:00	3.814.185	59,766	0,275	R\$ 16,44
24/05/2018	00:30:00	3.844.184			
24/05/2018	01:00:00	3.898.114	83,929	0,275	R\$ 23,08
24/05/2018	01:30:00	3.962.893			
24/05/2018	02:00:00	4.026.441	128,327	0,275	R\$ 35,29
24/05/2018	02:30:00	4.090.557			
24/05/2018	03:00:00	4.152.977	126,536	0,275	R\$ 34,80
24/05/2018	03:30:00	4.213.178			
24/05/2018	04:00:00	4.242.806	89,829	0,275	R\$ 24,70
24/05/2018	04:30:00	4.281.707			
24/05/2018	05:00:00	4.322.706	79,900	0,275	R\$ 21,97
24/05/2018	05:30:00	4.366.216			
24/05/2018	06:00:00	4.409.822	87,116	0,275	R\$ 23,96
24/05/2018	06:30:00	4.452.519			
24/05/2018	07:00:00	4.496.367	86,545	0,275	R\$ 23,80
24/05/2018	07:30:00	4.541.352			
24/05/2018	08:00:00	4.587.100	90,733	0,275	R\$ 24,95
24/05/2018	08:30:00	4.625.671			
24/05/2018	09:00:00	4.668.865	81,765	0,275	R\$ 22,49
24/05/2018	09:30:00	4.710.130			
24/05/2018	10:00:00	4.748.703	79,838	0,275	R\$ 21,96
24/05/2018	10:30:00	4.784.909			
24/05/2018	11:00:00	4.823.079	74,376	0,275	R\$ 20,45
24/05/2018	11:30:00	4.861.419			
24/05/2018	12:00:00	4.899.150	76,071	0,275	R\$ 20,92
24/05/2018	12:30:00	4.931.999			
24/05/2018	13:00:00	4.967.061	67,911	0,275	R\$ 18,68
24/05/2018	13:30:00	5.001.108			
24/05/2018	14:00:00	5.034.813	67,752	0,275	R\$ 18,63
24/05/2018	14:30:00	5.069.495			
24/05/2018	15:00:00	5.101.860	67,047	0,275	R\$ 18,44
24/05/2018	15:30:00	5.132.810			

24/05/2018	16:00:00	5.164.762	62,902	0,275	R\$ 17,30
24/05/2018	16:30:00	5.198.306			
24/05/2018	17:00:00	5.233.284	68,522	0,275	R\$ 18,84
24/05/2018	17:30:00	5.267.578			
24/05/2018	18:00:00	5.309.497	76,213	0,275	R\$ 20,96
24/05/2018	18:30:00	5.351.167			
24/05/2018	19:00:00	5.393.524	84,027	0,858	R\$ 72,10
24/05/2018	19:30:00	5.435.015			
24/05/2018	20:00:00	5.475.380	81,856	0,858	R\$ 70,23
24/05/2018	20:30:00	5.516.542			
24/05/2018	21:00:00	5.558.009	82,629	0,858	R\$ 70,90
24/05/2018	21:30:00	5.597.281			
24/05/2018	22:00:00	5.636.645	78,636	0,275	R\$ 21,62
24/05/2018	22:30:00	5.676.611			
24/05/2018	23:00:00	5.717.300	80,655	0,275	R\$ 22,18
24/05/2018	23:30:00	5.759.006			
24/05/2018	23:59:00	5.799.934	82,634	0,275	R\$ 22,72
25/05/2018	00:30:00	5.840.236			
25/05/2018	01:00:00	5.880.858	80,924	0,275	R\$ 22,25
25/05/2018	01:30:00	5.922.180			
25/05/2018	02:00:00	5.962.614	81,756	0,275	R\$ 22,48
25/05/2018	02:30:00	6.002.629			
25/05/2018	03:00:00	6.043.392	80,778	0,275	R\$ 22,21
25/05/2018	03:30:00	6.083.329			
25/05/2018	04:00:00	6.123.572	80,180	0,275	R\$ 22,05
25/05/2018	04:30:00	6.164.157			
25/05/2018	05:00:00	6.204.277	80,705	0,275	R\$ 22,19
25/05/2018	05:30:00	6.244.855			
25/05/2018	06:00:00	6.285.513	81,236	0,275	R\$ 22,34
25/05/2018	06:30:00	6.325.907			
25/05/2018	07:00:00	6.366.104	80,591	0,275	R\$ 22,16
25/05/2018	07:30:00	6.408.174			
25/05/2018	08:00:00	6.451.114	85,010	0,275	R\$ 23,38

/ / /					
25/05/2018	08:30:00	6.494.253			
25/05/2018	09:00:00	6.536.136	85,022	0,275	R\$ 23,38
25/05/2018	09:30:00	6.578.818			
25/05/2018	10:00:00	6.618.805	82,669	0,275	R\$ 22,73
25/05/2018	10:30:00	6.656.818			
25/05/2018	11:00:00	6.694.308	75,503	0,275	R\$ 20,76
25/05/2018	11:30:00	6.730.819			
25/05/2018	12:00:00	6.766.503	72,195	0,275	R\$ 19,85
25/05/2018	12:30:00	6.801.633			
25/05/2018	13:00:00	6.838.285	71,782	0,275	R\$ 19,74
25/05/2018	13:30:00	6.876.549			
25/05/2018	14:00:00	6.912.775	74,490	0,275	R\$ 20,48
25/05/2018	14:30:00	6.946.678			
25/05/2018	15:00:00	6.979.556	66,781	0,275	R\$ 18,36
25/05/2018	15:30:00	7.010.743			
25/05/2018	16:00:00	7.043.398	63,842	0,275	R\$ 17,56
25/05/2018	16:30:00	7.068.921			
25/05/2018	17:00:00	7.101.580	58,182	0,275	R\$ 16,00
25/05/2018	17:30:00	7.133.951			
25/05/2018	18:00:00	7.169.423	67,843	0,275	R\$ 18,66
25/05/2018	18:30:00	7.204.574			
25/05/2018	19:00:00	7.241.108	71,685	0,858	R\$ 61,51
25/05/2018	19:30:00	7.277.219			
25/05/2018	20:00:00	7.313.410	72,302	0,858	R\$ 62,04
25/05/2018	20:30:00	7.349.502			
25/05/2018	21:00:00	7.384.642	71,232	0,858	R\$ 61,12
25/05/2018	21:30:00	7.420.066			
25/05/2018	22:00:00	7.456.703	72,061	0,275	R\$ 19,82
25/05/2018	22:30:00	7.493.676			
25/05/2018	23:00:00	7.531.886	75,183	0,275	R\$ 20,68
25/05/2018	23:30:00	7.571.441			
25/05/2018	23:59:00	7.613.948	82,062	0,275	R\$ 22,57
27/05/2018	23:59:00	9.212.199			

•	,				_
28/05/2018	00:30:00	9.229.329			
28/05/2018	01:00:00	9.248.717	36,518	0,275	R\$ 10,04
28/05/2018	01:30:00	9.267.873			
28/05/2018	02:00:00	9.288.546	39,829	0,275	R\$ 10,95
28/05/2018	02:30:00	9.309.096			
28/05/2018	03:00:00	9.331.006	42,460	0,275	R\$ 11,68
28/05/2018	03:30:00	9.353.005			
28/05/2018	04:00:00	9.376.277	45,271	0,275	R\$ 12,45
28/05/2018	04:30:00	9.399.871			
28/05/2018	05:00:00	9.422.614	46,337	0,275	R\$ 12,74
28/05/2018	05:30:00	9.446.948			
28/05/2018	06:00:00	9.461.486	38,872	0,275	R\$ 10,69
28/05/2018	06:30:00	9.485.267			
28/05/2018	07:00:00	9.487.079	25,593	0,275	R\$ 7,04
28/05/2018	07:30:00	9.489.944			
28/05/2018	08:00:00	9.504.609	17,530	0,275	R\$ 4,82
28/05/2018	08:30:00	9.514.812			
28/05/2018	09:00:00	9.526.202	21,593	0,275	R\$ 5,94
28/05/2018	09:30:00	9.536.358			
28/05/2018	10:00:00	9.546.544	20,342	0,275	R\$ 5,59
28/05/2018	10:30:00	9.555.261			
28/05/2018	11:00:00	9.564.825	18,281	0,275	R\$ 5,03
28/05/2018	11:30:00	9.573.962			
28/05/2018	12:00:00	9.581.068	16,243	0,275	R\$ 4,47
28/05/2018	12:30:00	9.588.131			
28/05/2018	13:00:00	9.597.150	16,082	0,275	R\$ 4,42
28/05/2018	13:30:00	9.605.666			
28/05/2018	14:00:00	9.614.246	17,096	0,275	R\$ 4,70
28/05/2018	14:30:00	9.622.498			
28/05/2018	15:00:00	9.629.399	15,153	0,275	R\$ 4,17
28/05/2018	15:30:00	9.638.072			
28/05/2018	16:00:00	9.646.069	16,670	0,275	R\$ 4,58
28/05/2018	16:30:00	9.654.995			

28/05/2018	17:00:00	9.664.100	18,031	0,275	R\$ 4,96
28/05/2018	17:30:00	9.672.182			
28/05/2018	18:00:00	9.681.712	17,612	0,275	R\$ 4,84
28/05/2018	18:30:00	9.692.502			
28/05/2018	19:00:00	9.702.331	20,619	0,858	R\$ 17,69
28/05/2018	19:30:00	9.712.045			
28/05/2018	20:00:00	9.722.097	19,766	0,858	R\$ 16,96
28/05/2018	20:30:00	9.733.792			
28/05/2018	21:00:00	9.747.076	24,979	0,858	R\$ 21,43
28/05/2018	21:30:00	9.759.011			
28/05/2018	22:00:00	9.773.843	26,767	0,275	R\$ 7,36
28/05/2018	22:30:00	9.791.235			
28/05/2018	23:00:00	9.806.865	33,022	0,275	R\$ 9,08
28/05/2018	23:30:00	9.823.008			
28/05/2018	23:59:00	9.840.860	33,995	0,275	R\$ 9,35
29/05/2018	23:59:00	10.746.473			
30/05/2018	00:30:00	10.766.025			
30/05/2018	01:00:00	10.786.140	39,667	0,275	R\$ 10,91
30/05/2018	01:30:00	10.805.365			
30/05/2018	02:00:00	10.822.891	36,751	0,275	R\$ 10,11
30/05/2018	02:30:00	10.841.330			
30/05/2018	03:00:00	10.860.677	37,786	0,275	R\$ 10,39
30/05/2018	03:30:00	10.880.816			
30/05/2018	04:00:00	10.900.756	40,079	0,275	R\$ 11,02
30/05/2018	04:30:00	10.920.950			
	04.30.00	10.520.550			
30/05/2018	05:00:00	10.941.512	40,756	0,275	R\$ 11,21
			40,756	0,275	R\$ 11,21
30/05/2018	05:00:00	10.941.512	40,756	0,275 0,275	R\$ 11,21 R\$ 11,66
30/05/2018 30/05/2018	05:00:00 05:30:00	10.941.512			·
30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018	05:00:00 05:30:00 06:00:00	10.941.512 10.961.249 10.983.894			·
30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018	05:00:00 05:30:00 06:00:00 06:30:00	10.941.512 10.961.249 10.983.894 11.006.537	42,382	0,275	R\$ 11,66
30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018	05:00:00 05:30:00 06:00:00 06:30:00 07:00:00	10.941.512 10.961.249 10.983.894 11.006.537 11.028.709	42,382	0,275	R\$ 11,66
30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018 30/05/2018	05:00:00 05:30:00 06:00:00 06:30:00 07:00:00 07:30:00	10.941.512 10.961.249 10.983.894 11.006.537 11.028.709 11.051.661	42,382 44,815	0,275 0,275	R\$ 11,66 R\$ 12,32

30/05/2018	09:00:00	11.116.605	44,482	0,275	R\$ 12,23
30/05/2018	09:30:00	11.139.043			
30/05/2018	10:00:00	11.161.256	44,651	0,275	R\$ 12,28
30/05/2018	10:30:00	11.180.531			
30/05/2018	11:00:00	11.198.680	37,424	0,275	R\$ 10,29
30/05/2018	11:30:00	11.216.631			
30/05/2018	12:00:00	11.230.689	32,009	0,275	R\$ 8,80
30/05/2018	12:30:00	11.246.815			
30/05/2018	13:00:00	11.261.974	31,285	0,275	R\$ 8,60
30/05/2018	13:30:00	11.276.582			
30/05/2018	14:00:00	11.291.197	29,223	0,275	R\$ 8,04
30/05/2018	14:30:00	11.303.679			
30/05/2018	15:00:00	11.316.210	25,013	0,275	R\$ 6,88
30/05/2018	15:30:00	11.330.944			
30/05/2018	16:00:00	11.345.936	29,726	0,275	R\$ 8,17
30/05/2018	16:30:00	11.360.626			
30/05/2018	17:00:00	11.375.291	29,355	0,275	R\$ 8,07
30/05/2018	17:30:00	11.389.658			
30/05/2018	18:00:00	11.405.402	30,111	0,275	R\$ 8,28
30/05/2018	18:30:00	11.421.928			
30/05/2018	19:00:00	11.438.075	32,673	0,858	R\$ 28,03
30/05/2018	19:30:00	11.455.332			
30/05/2018	20:00:00	11.472.231	34,156	0,858	R\$ 29,31
30/05/2018	20:30:00	11.490.549			
30/05/2018	21:00:00	11.511.646	39,415	0,858	R\$ 33,82
30/05/2018	21:30:00	11.531.979			
30/05/2018	22:00:00	11.554.275	42,629	0,275	R\$ 11,72
30/05/2018	22:30:00	11.577.812			
30/05/2018	23:00:00	11.601.164	46,889	0,275	R\$ 12,89
30/05/2018	23:30:00	11.624.687			
30/05/2018	23:59:00	11.648.999	47,835	0,275	R\$ 13,15
31/05/2018	00:30:00	11.676.264			
31/05/2018	01:00:00	11.704.069	55,070	0,275	R\$ 15,14

24 /05 /2040	04 20 00	44 722 450			
31/05/2018	01:30:00	11.732.158			
31/05/2018	02:00:00	11.761.011	56,942	0,275	R\$ 15,66
31/05/2018	02:30:00	11.786.747			
31/05/2018	03:00:00	11.813.315	52,304	0,275	R\$ 14,38
31/05/2018	03:30:00	11.840.152			
31/05/2018	04:00:00	11.866.193	52,878	0,275	R\$ 14,54
31/05/2018	04:30:00	11.892.446			
31/05/2018	05:00:00	11.919.238	53,045	0,275	R\$ 14,59
31/05/2018	05:30:00	11.945.975			
31/05/2018	06:00:00	11.974.174	54,936	0,275	R\$ 15,11
31/05/2018	06:30:00	12.002.594			
31/05/2018	07:00:00	12.031.461	57,287	0,275	R\$ 15,75
31/05/2018	07:30:00	12.060.932			
31/05/2018	08:00:00	12.089.859	58,398	0,275	R\$ 16,06
31/05/2018	08:30:00	12.118.062			
31/05/2018	09:00:00	12.144.060	54,201	0,275	R\$ 14,91
31/05/2018	09:30:00	12.171.099			
31/05/2018	10:00:00	12.196.772	52,712	0,275	R\$ 14,50
31/05/2018	10:30:00	12.221.120			
31/05/2018	11:00:00	12.245.062	48,290	0,275	R\$ 13,28
31/05/2018	11:30:00	12.269.048			
31/05/2018	12:00:00	12.292.746	47,684	0,275	R\$ 13,11
31/05/2018	12:30:00	12.315.334			
31/05/2018	13:00:00	12.336.525	43,779	0,275	R\$ 12,04
31/05/2018	13:30:00	12.357.621			
31/05/2018	14:00:00	12.378.632	42,107	0,275	R\$ 11,58
31/05/2018	14:30:00	12.399.296			
31/05/2018	15:00:00	12.419.894	41,262	0,275	R\$ 11,35
31/05/2018	15:30:00	12.440.611			
31/05/2018	16:00:00	12.462.145	42,251	0,275	R\$ 11,62
31/05/2018	16:30:00	12.484.058			
31/05/2018	17:00:00	12.506.117	43,972	0,275	R\$ 12,09
31/05/2018	17:30:00	12.528.517			

31/05/2018	18:00:00	12.552.012	45,895	0,275	R\$ 12,62
31/05/2018	18:30:00	12.575.384			
31/05/2018	19:00:00	12.598.390	46,378	0,858	R\$ 39,79
31/05/2018	19:30:00	12.620.440			
31/05/2018	20:00:00	12.643.494	45,104	0,858	R\$ 38,70
31/05/2018	20:30:00	12.665.877			
31/05/2018	21:00:00	12.689.204	45,710	0,858	R\$ 39,22
31/05/2018	21:30:00	12.713.015			
31/05/2018	22:00:00	12.736.043	46,839	0,275	R\$ 12,88
31/05/2018	22:30:00	12.758.992			
31/05/2018	23:00:00	12.781.636	45,593	0,275	R\$ 12,54
31/05/2018	23:30:00	12.805.149			
31/05/2018	23:59:00	12.829.391	47,755	0,275	R\$ 13,13
01/06/2018	00:30:00	12.852.799			
01/06/2018	01:00:00	12.875.777	46,386	0,275	R\$ 12,76
01/06/2018	01:30:00	12.899.475			
01/06/2018	02:00:00	12.920.956	45,179	0,275	R\$ 12,42
01/06/2018	02:30:00	12.945.351			
01/06/2018	03:00:00	12.968.772	47,816	0,275	R\$ 13,15
01/06/2018	03:30:00	12.992.409			
01/06/2018	04:00:00	13.015.414	46,642	0,275	R\$ 12,83
01/06/2018	04:30:00	13.040.112			
01/06/2018	05:00:00	13.064.997	49,583	0,275	R\$ 13,64
01/06/2018	05:30:00	13.090.756			
01/06/2018	06:00:00	13.118.369	53,372	0,275	R\$ 14,68
01/06/2018	06:30:00	13.145.285			
01/06/2018	07:00:00	13.172.377	54,008	0,275	R\$ 14,85
01/06/2018	07:30:00	13.199.085			
01/06/2018	08:00:00	13.222.887	50,510	0,275	R\$ 13,89
01/06/2018	08:30:00	13.247.507			
01/06/2018	09:00:00	13.270.236	47,349	0,275	R\$ 13,02
01/06/2018	09:30:00	13.292.210			
01/06/2018	10:00:00	13.314.918	44,682	0,275	R\$ 12,29

-	r	T			1
01/06/2018	10:30:00	13.337.130			
01/06/2018	11:00:00	13.358.726	43,808	0,275	R\$ 12,05
01/06/2018	11:30:00	13.380.783			
01/06/2018	12:00:00	13.401.202	42,476	0,275	R\$ 11,68
01/06/2018	12:30:00	13.419.932			
01/06/2018	13:00:00	13.440.024	38,822	0,275	R\$ 10,68
01/06/2018	13:30:00	13.461.519			
01/06/2018	14:00:00	13.483.320	43,296	0,275	R\$ 11,91
01/06/2018	14:30:00	13.504.041			
01/06/2018	15:00:00	13.524.998	41,678	0,275	R\$ 11,46
01/06/2018	15:30:00	13.546.080			
01/06/2018	16:00:00	13.567.813	42,815	0,275	R\$ 11,77
01/06/2018	16:30:00	13.588.655			
01/06/2018	17:00:00	13.609.477	41,664	0,275	R\$ 11,46
01/06/2018	17:30:00	13.630.510			
01/06/2018	18:00:00	13.651.305	41,828	0,275	R\$ 11,50
01/06/2018	18:30:00	13.672.481			
01/06/2018	19:00:00	13.694.026	42,721	0,858	R\$ 36,65
01/06/2018	19:30:00	13.716.745			
01/06/2018	20:00:00	13.738.779	44,753	0,858	R\$ 38,40
01/06/2018	20:30:00	13.762.163			
01/06/2018	21:00:00	13.785.023	46,244	0,858	R\$ 39,68
01/06/2018	21:30:00	13.808.432			
01/06/2018	22:00:00	13.832.407	47,384	0,275	R\$ 13,03
01/06/2018	22:30:00	13.856.899			
01/06/2018	23:00:00	13.879.630	47,223	0,275	R\$ 12,99
01/06/2018	23:30:00	13.901.425			
01/06/2018	23:59:00	13.922.460	42,830	0,275	R\$ 11,78
03/06/2018	23:59:00	16.799.472			
04/06/2018	00:30:00	16.812.750			
04/06/2018	01:00:00	16.822.144	22,67	0,275	R\$ 6,23
04/06/2018	01:30:00	16.832.882			
04/06/2018	02:00:00	16.841.288	19,14	0,275	R\$ 5,26

	1	1		T	
04/06/2018	02:30:00	16.848.172			
04/06/2018	03:00:00	16.857.260	15,97	0,275	R\$ 4,39
04/06/2018	03:30:00	16.863.134			
04/06/2018	04:00:00	16.869.406	12,15	0,275	R\$ 3,34
04/06/2018	04:30:00	16.877.612			
04/06/2018	05:00:00	16.882.246	12,84	0,275	R\$ 3,53
04/06/2018	05:30:00	16.884.782			
04/06/2018	06:00:00	16.887.836	5,59	0,275	R\$ 1,54
04/06/2018	06:30:00	16.892.220			
04/06/2018	07:00:00	16.894.300	6,46	0,275	
04/06/2018	07:30:00	16.895.450			R\$ 0,00
04/06/2018	08:00:00	16.899.870	5,57	0,275	
04/06/2018	08:30:00	16.932.148			R\$ 0,00
04/06/2018	09:00:00	16.961.706	61,84	0,275	
04/06/2018	09:30:00	16.993.766			R\$ 0,00
04/06/2018	10:00:00	17.022.420	60,71	0,275	
04/06/2018	10:30:00	17.051.784			R\$ 0,00
04/06/2018	11:00:00	17.082.434	60,01	0,275	
04/06/2018	11:30:00	17.112.972			R\$ 0,00
04/06/2018	12:00:00	17.144.544	62,11	0,275	
04/06/2018	12:30:00	17.176.078			R\$ 0,00
04/06/2018	13:00:00	17.206.882	62,34	0,275	
04/06/2018	13:30:00	17.237.230			R\$ 0,00
04/06/2018	14:00:00	17.267.160	60,28	0,275	
04/06/2018	14:30:00	17.294.012			
04/06/2018	15:00:00	17.323.028	55,87	0,275	R\$ 15,36
04/06/2018	15:30:00	17.350.894			
04/06/2018	16:00:00	17.380.948	57,92	0,275	R\$ 15,93
04/06/2018	16:30:00	17.403.670			
04/06/2018	17:00:00	17.429.630	48,68	0,275	R\$ 13,39
04/06/2018	17:30:00	17.458.106			
04/06/2018	18:00:00	17.484.974	55,34	0,275	R\$ 15,22
04/06/2018	18:30:00	17.513.744			

04/06/2018	19:00:00	17.544.740	59,77	0,858	R\$ 51,28
04/06/2018	19:30:00	17.573.894			
04/06/2018	20:00:00	17.605.304	60,56	0,858	R\$ 51,96
04/06/2018	20:30:00	17.631.832			
04/06/2018	21:00:00	17.660.630	55,33	0,858	R\$ 47,47
04/06/2018	21:30:00	17.688.708			
04/06/2018	22:00:00	17.717.564	56,93	0,275	R\$ 15,66
04/06/2018	22:30:00	17.747.480			
04/06/2018	23:00:00	17.779.378	61,81	0,275	R\$ 17,00
04/06/2018	23:30:00	17.810.404			
04/06/2018	23:59:00	17.841.698	62,32	0,275	R\$ 17,14
05/06/2018	00:30:00	17.897.754			
05/06/2018	01:00:00	17.950.760	109,06	0,275	R\$ 29,99
05/06/2018	01:30:00	18.004.048			
05/06/2018	02:00:00	18.056.038	105,28	0,275	R\$ 28,95
05/06/2018	02:30:00	18.108.870			
05/06/2018	03:00:00	18.160.192	104,15	0,275	R\$ 28,64
05/06/2018	03:30:00	18.210.904			
05/06/2018	04:00:00	18.261.922	101,73	0,275	R\$ 27,98
05/06/2018	04:30:00	18.312.140			
05/06/2018	05:00:00	18.362.834	100,91	0,275	R\$ 27,75
05/06/2018	05:30:00	18.413.768			
05/06/2018	06:00:00	18.465.068	102,23	0,275	R\$ 28,11
05/06/2018	06:30:00	18.514.954			
05/06/2018	07:00:00	18.564.634	99,57	0,275	R\$ 27,38
05/06/2018	07:30:00	18.616.514			
05/06/2018	08:00:00	18.666.030	101,40	0,275	R\$ 27,88
05/06/2018	08:30:00	18.712.570			
05/06/2018	09:00:00	18.760.924	94,89	0,275	R\$ 26,10
05/06/2018	09:30:00	18.809.248			
05/06/2018	10:00:00	18.855.394	94,47	0,275	R\$ 25,98
05/06/2018	10:30:00	18.900.442			
05/06/2018	11:00:00	18.948.608	93,21	0,275	R\$ 25,63

05/06/2018						1
05/06/2018 12:30:00 19.092.776 05/06/2018 13:00:00 19.141.010 96,80 0.275 R\$ 26,62 05/06/2018 13:30:00 19.190.630 05/06/2018 14:00:00 19.237.362 96,35 0,275 R\$ 26,50 05/06/2018 15:00:00 19.327.736 90,37 0,275 R\$ 24,85 05/06/2018 15:00:00 19.337.832 05/06/2018 16:00:00 19.421.020 93,28 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:30:00 19.421.020 93,28 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 16:30:00 19.469.344 05/06/2018 17:30:00 19.518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 19:00:00 19.619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 19:00:00 19.719.198 99,65 0,858 R\$ 88,83,34 05/06/2018 19:30:00	05/06/2018	11:30:00	18.996.542			
05/06/2018 13:00:00 19:141.010 96,80 0,275 R\$ 26,62 05/06/2018 13:30:00 19:190.630 05/06/2018 14:00:00 19:282.840 05/06/2018 15:00:00 19:327.736 90,37 0,275 R\$ 24,85 05/06/2018 15:00:00 19:327.736 90,37 0,275 R\$ 24,85 05/06/2018 15:30:00 19:421.020 93,28 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:00:00 19:421.020 93,28 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 16:30:00 19:469.344 05/06/2018 17:30:00 19.518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 17:30:00 19.568.704 05/06/2018 18:00:00 19:619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 19:00:00 19:719.198 99,65 0,858 R\$ 88,83,34 05/06/2018 19:30:00 19:719.19	05/06/2018	12:00:00	19.044.208	95,60	0,275	R\$ 26,29
05/06/2018 13:30:00 19:190:630 R\$ 26,50 05/06/2018 14:00:00 19:237:362 96,35 0,275 R\$ 26,50 05/06/2018 14:30:00 19:282.840 0	05/06/2018	12:30:00	19.092.776			
05/06/2018 14:00:00 19:237.362 96,35 0,275 R\$ 26,50 05/06/2018 14:30:00 19:282.840 0 0 05/06/2018 15:00:00 19:327.736 90,37 0,275 R\$ 24,85 05/06/2018 15:30:00 19:373.832 0 0 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:00:00 19:421.020 93,28 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:30:00 19:469.344 0 0 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 17:30:00 19:518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 18:00:00 19:568.704 0 0 0 0 7.74 05/06/2018 18:00:00 19:69.448 0 0 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 19:30:00 19.767.986 0 0 0 0 0 8,58,34 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	05/06/2018	13:00:00	19.141.010	96,80	0,275	R\$ 26,62
05/06/2018 14:30:00 19.282.840 0.275 R\$ 24,85 05/06/2018 15:00:00 19.327.736 90,37 0,275 R\$ 24,85 05/06/2018 15:30:00 19.373.832 0.275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:30:00 19.421.020 93,28 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:30:00 19.469.344 0 0.275 R\$ 26,86 05/06/2018 17:30:00 19.518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 18:00:00 19.619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 18:30:00 19.619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 18:30:00 19.719.198 99,65 0,858 R\$ 85,50 05/06/2018 19:30:00 19.767.986 0 0 05/06/2018 20:30:00 19.816.330 97,13 0,858 R\$ 83,34 05/06/2018 20:30:00 19.91.826 96,50 0,858 R\$ 82,79 05/06/2018 21:30:00	05/06/2018	13:30:00	19.190.630			
05/06/2018 15:00:00 19:327.736 90,37 0,275 R\$ 24,85 05/06/2018 15:30:00 19:373.832 05/06/2018 16:00:00 19:421.020 93,28 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:30:00 19:469.344 05/06/2018 17:30:00 19:518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 18:00:00 19:518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 18:00:00 19:619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 18:30:00 19:619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 18:30:00 19:619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 19:00:00 19:719.198 99,65 0,858 R\$ 85,50 05/06/2018 19:30:00 19:767.986 05/06/2018 20:00:00 19:816.330 97,13 0,858 R\$ 83,34 05/06/2018 20:00:00 19:864.674 05/06/2018 21:30:00 19:912.826 96,50 0,858 R\$ 82,79 05/06/2018 21:30:00 19:912.826 96,50 0,858 R\$ 82,79 05/06/2018 22:30:00 20.010.420 97,59 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 22:30:00 20.107.382 96,96 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 23:30:00 20.155.768 05/06/2018 23:59:00 20.224.628 97,25 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 01:30:00 20.305.522 97,89 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	05/06/2018	14:00:00	19.237.362	96,35	0,275	R\$ 26,50
05/06/2018 15:30:00 19:373.832 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:00:00 19:421.020 93,28 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:30:00 19:469.344 05/06/2018 17:00:00 19:518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 18:00:00 19:568.704 05/06/2018 18:00:00 19:619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 18:30:00 19:619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 19:00:00 19:719.198 99,65 0,858 R\$ 85,50 05/06/2018 19:30:00 19:767.986 05/06/2018 20:30:00 19.864.674 05/06/2018 21:00:00 19.912.826 96,50 0,858 R\$ 82,79 05/06/2018 21:30:00 19:961.534 05/06/2018 <td>05/06/2018</td> <td>14:30:00</td> <td>19.282.840</td> <td></td> <td></td> <td></td>	05/06/2018	14:30:00	19.282.840			
05/06/2018 16:00:00 19.421.020 93,28 0,275 R\$ 25,65 05/06/2018 16:30:00 19.469.344	05/06/2018	15:00:00	19.327.736	90,37	0,275	R\$ 24,85
05/06/2018 16:30:00 19.469:344 05/06/2018 17:00:00 19.518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 17:30:00 19.518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 18:00:00 19.619.552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 18:30:00 19.669.448	05/06/2018	15:30:00	19.373.832			
05/06/2018 17:00:00 19.518.684 97,66 0,275 R\$ 26,86 05/06/2018 17:30:00 19.568.704	05/06/2018	16:00:00	19.421.020	93,28	0,275	R\$ 25,65
05/06/2018 17:30:00 19:568.704 05/06/2018 18:00:00 19:619:552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 18:30:00 19:669.448 0 05/06/2018 19:00:00 19:719:198 99,65 0,858 R\$ 85,50 05/06/2018 19:30:00 19:767.986 0 0 05/06/2018 20:00:00 19:816.330 97,13 0,858 R\$ 83,34 05/06/2018 20:30:00 19:864.674 0 0 05/06/2018 21:00:00 19:912.826 96,50 0,858 R\$ 82,79 05/06/2018 21:30:00 19:961.534 0 0 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 22:00:00 20:010.420 97,59 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 22:30:00 20:058.794 0,275 R\$ 26,66 05/06/2018 23:30:00 20:155.768 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 03:30:00 20:253.684 0 0 0 0 0 0 0 0 0	05/06/2018	16:30:00	19.469.344			
05/06/2018 18:00:00 19:619:552 100,87 0,275 R\$ 27,74 05/06/2018 18:30:00 19:669:448	05/06/2018	17:00:00	19.518.684	97,66	0,275	R\$ 26,86
05/06/2018 18:30:00 19.669.448	05/06/2018	17:30:00	19.568.704			
05/06/2018 19:00:00 19.719.198 99,65 0,858 R\$ 85,50 05/06/2018 19:30:00 19.767.986	05/06/2018	18:00:00	19.619.552	100,87	0,275	R\$ 27,74
05/06/2018 19:30:00 19.767.986 0,858 R\$ 83,34 05/06/2018 20:00:00 19.816.330 97,13 0,858 R\$ 83,34 05/06/2018 20:30:00 19.864.674 0 0 05/06/2018 21:00:00 19.912.826 96,50 0,858 R\$ 82,79 05/06/2018 21:30:00 19.961.534 0 0 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 22:30:00 20.010.420 97,59 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 23:30:00 20.058.794 0 0 0,275 R\$ 26,66 05/06/2018 23:30:00 20.107.382 96,96 0,275 R\$ 26,66 05/06/2018 23:30:00 20.155.768 0 0 0 0 05/06/2018 23:59:00 20.204.628 97,25 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 01:30:00 20.302.522 97,89 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 01:30:00 20.351.010 0 0 0 06/06/2018 02:30:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26	05/06/2018	18:30:00	19.669.448			
05/06/2018 20:00:00 19.816.330 97,13 0,858 R\$ 83,34 05/06/2018 20:30:00 19.864.674	05/06/2018	19:00:00	19.719.198	99,65	0,858	R\$ 85,50
05/06/2018 20:30:00 19.864.674 8 05/06/2018 21:00:00 19.912.826 96,50 0,858 R\$ 82,79 05/06/2018 21:30:00 19.961.534 8 19.961.534<	05/06/2018	19:30:00	19.767.986			
05/06/2018 21:00:00 19.912.826 96,50 0,858 R\$ 82,79 05/06/2018 21:30:00 19.961.534 05/06/2018 22:00:00 20.010.420 97,59 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 22:30:00 20.058.794 05/06/2018 23:00:00 20.107.382 96,96 0,275 R\$ 26,66 05/06/2018 23:30:00 20.155.768 05/06/2018 23:59:00 20.204.628 97,25 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 00:30:00 20.253.684 06/06/2018 01:00:00 20.302.522 97,89 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 01:30:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	05/06/2018	20:00:00	19.816.330	97,13	0,858	R\$ 83,34
05/06/2018 21:30:00 19.961.534 8 05/06/2018 22:00:00 20.010.420 97,59 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 22:30:00 20.058.794 05/06/2018 23:00:00 20.107.382 96,96 0,275 R\$ 26,66 05/06/2018 23:30:00 20.155.768 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 20:30:00 20.204.628 97,25 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 00:30:00 20.253.684 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 01:30:00 20.302.522 97,89 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 02:00:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 0 0 0 0 0 06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	05/06/2018	20:30:00	19.864.674			
05/06/2018 22:00:00 20.010.420 97,59 0,275 R\$ 26,84 05/06/2018 22:30:00 20.058.794 05/06/2018 23:00:00 20.107.382 96,96 0,275 R\$ 26,66 05/06/2018 23:30:00 20.155.768 05/06/2018 23:59:00 20.204.628 97,25 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 00:30:00 20.253.684 06/06/2018 01:00:00 20.302.522 97,89 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 01:30:00 20.351.010 06/06/2018 02:00:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	05/06/2018	21:00:00	19.912.826	96,50	0,858	R\$ 82,79
05/06/2018 22:30:00 20.058.794	05/06/2018	21:30:00	19.961.534			
05/06/2018 23:00:00 20.107.382 96,96 0,275 R\$ 26,66 05/06/2018 23:30:00 20.155.768	05/06/2018	22:00:00	20.010.420	97,59	0,275	R\$ 26,84
05/06/2018 23:30:00 20.155.768 0,275 R\$ 26,74 05/06/2018 23:59:00 20.204.628 97,25 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 00:30:00 20.253.684 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 01:30:00 20.302.522 97,89 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 02:00:00 20.351.010 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 0,275 R\$ 26,44 06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	05/06/2018	22:30:00	20.058.794			
05/06/2018 23:59:00 20.204.628 97,25 0,275 R\$ 26,74 06/06/2018 00:30:00 20.253.684 06/06/2018 01:00:00 20.302.522 97,89 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 02:00:00 20.351.010 06/06/2018 02:00:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	05/06/2018	23:00:00	20.107.382	96,96	0,275	R\$ 26,66
06/06/2018 00:30:00 20.253.684 06/06/2018 01:00:00 20.302.522 97,89 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 01:30:00 20.351.010 06/06/2018 02:00:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	05/06/2018	23:30:00	20.155.768			
06/06/2018 01:00:00 20.302.522 97,89 0,275 R\$ 26,92 06/06/2018 01:30:00 20.351.010	05/06/2018	23:59:00	20.204.628	97,25	0,275	R\$ 26,74
06/06/2018 01:30:00 20.351.010 06/06/2018 02:00:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256	06/06/2018	00:30:00	20.253.684			
06/06/2018 02:00:00 20.399.446 96,92 0,275 R\$ 26,65 06/06/2018 02:30:00 20.447.256	06/06/2018	01:00:00	20.302.522	97,89	0,275	R\$ 26,92
06/06/2018 02:30:00 20.447.256 06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	06/06/2018	01:30:00	20.351.010			
06/06/2018 03:00:00 20.495.588 96,14 0,275 R\$ 26,44	06/06/2018	02:00:00	20.399.446	96,92	0,275	R\$ 26,65
	06/06/2018	02:30:00	20.447.256			
06/06/2018 03:30:00 20.544.664	06/06/2018	03:00:00	20.495.588	96,14	0,275	R\$ 26,44
	06/06/2018	03:30:00	20.544.664			

06/06/2018 04:30:00 20.647.130						1
06/06/2018 05:00:00 20:698:356 102,64 0,275 R\$ 28,22 06/06/2018 05:30:00 20:750.246 06/06/2018 06:00:00 20:801.744 103,39 0,275 R\$ 28,43 06/06/2018 06:30:00 20:852.780 06/06/2018 07:00:00 20:904.052 102,31 0,275 R\$ 28,13 06/06/2018 07:30:00 20:956.012 06/06/2018 08:30:00 21:007.586 103,53 0,275 R\$ 28,47 06/06/2018 08:30:00 21:057.516 06/06/2018 09:00:00 21:105.588 99,00 0,275 R\$ 26,63 06/06/2018 09:30:00 21:155.576 06/06/2018 10:30:00 21:231.762 06/06/2018 10:30:00 21:297.858 94,45 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 13:00:00 <td>06/06/2018</td> <td>04:00:00</td> <td>20.595.720</td> <td>100,13</td> <td>0,275</td> <td>R\$ 27,54</td>	06/06/2018	04:00:00	20.595.720	100,13	0,275	R\$ 27,54
06/06/2018 05:30:00 20.750.246	06/06/2018	04:30:00	20.647.130			
06/06/2018 06:00:00 20.801.744 103,39 0,275 R\$ 28,43 06/06/2018 06:30:00 20.852.780 06/06/2018 07:00:00 20.904.052 102,31 0,275 R\$ 28,13 06/06/2018 07:30:00 20.956.012 06/06/2018 08:00:00 21.007.586 103,53 0,275 R\$ 28,47 06/06/2018 08:30:00 21.057.516 06/06/2018 09:00:00 21.106.588 99,00 0,275 R\$ 27,23 06/06/2018 09:00:00 21.155.576 06/06/2018 10:00:00 21.293.408 96,82 0,275 R\$ 26,63 06/06/2018 11:00:00 21.297.858 94,45 0,275 R\$ 25,97 06/06/2018 12:30:00 21.343.336	06/06/2018	05:00:00	20.698.356	102,64	0,275	R\$ 28,22
06/06/2018 06:30:00 20.852.780 0.06/06/2018 07:00:00 20.904.052 102,31 0,275 R\$ 28,13 06/06/2018 07:30:00 20.996.012 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.275 R\$ 28,47 0.6/06/2018 08:30:00 21.057.516 0.275 R\$ 27,23 0.6/06/2018 09:00:00 21.106.588 99,00 0.275 R\$ 27,23 0.6/06/2018 09:30:00 21.155.576 0.275 R\$ 26,63 0.6/06/2018 09:30:00 21.251.762 0.275 R\$ 26,63 0.6/06/2018 10:30:00 21.251.762 0.275 R\$ 25,97 0.6/06/2018 11:30:00 21.297.858 94,45 0,275 R\$ 25,97 0.6/06/2018 11:30:00 21.433.336 0.275 R\$ 25,51 0.6/06/2018 12:30:00 21.438.332 0.275 R\$ 25,57 0.6/06/2018 13:30:00 21.438.332 0.275 R\$ 25,57 0.6/06/2018 13:30:00 21.438.332 0.275 R\$ 25,57 0.6/06/2018 13:30:00 21.666.366 82,77 0,275 <td>06/06/2018</td> <td>05:30:00</td> <td>20.750.246</td> <td></td> <td></td> <td></td>	06/06/2018	05:30:00	20.750.246			
06/06/2018 07:00:00 20.904.052 102,31 0,275 R\$ 28,13 06/06/2018 07:30:00 20.956.012 06/06/2018 08:00:00 21.007.586 103,53 0,275 R\$ 28,47 06/06/2018 08:30:00 21.057.516 06/06/2018 09:30:00 21.106.588 99,00 0,275 R\$ 27,23 06/06/2018 10:00:00 21.203.408 96,82 0,275 R\$ 26,63 06/06/2018 10:00:00 21.203.408 96,82 0,275 R\$ 25,97 06/06/2018 11:30:00 21.297.858 94,45 0,275 R\$ 25,97 06/06/2018 11:30:00 21.394.3306 06/06/2018 12:00:00 21.394.3306 06/06/2018 12:00:00 21.390.636 92,78 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 13:30:00 21.483.600 92,96 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:30:00 21.54.722 06/06/2018 14:30:00 21.54.722 06/06/2018 14:30:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 15:00:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 15:30:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:30:00 21.755.754 77,46 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 17:30:00 21.811.728 85,97 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 17:30:00 21.841.728 85,97 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 17:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 17:30:00 21.854.262 06/06/2018 17:30:00 21.854.262 06/06/2018 17:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.888 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:30:00 21.855.874 88,36 0,858 R\$ 75,81 06/06/2018 19:30:00 21.985.874 88,36 0,858 R\$ 75,81 06/06/2018 19:30:00 22.030.216	06/06/2018	06:00:00	20.801.744	103,39	0,275	R\$ 28,43
06/06/2018 07:30:00 20.956.012	06/06/2018	06:30:00	20.852.780			
06/06/2018 08:00:00 21.007.586 103,53 0,275 R\$ 28,47 06/06/2018 08:30:00 21.057.516	06/06/2018	07:00:00	20.904.052	102,31	0,275	R\$ 28,13
06/06/2018 08:30:00 21.057.516	06/06/2018	07:30:00	20.956.012			
06/06/2018 09:00:00 21.106.588 99,00 0,275 R\$ 27,23 06/06/2018 09:30:00 21.155.576	06/06/2018	08:00:00	21.007.586	103,53	0,275	R\$ 28,47
06/06/2018 09:30:00 21.155.576 06/06/2018 10:00:00 21.203.408 96,82 0,275 R\$ 26,63 06/06/2018 10:30:00 21.251.762 06/06/2018 11:00:00 21.297.858 94,45 0,275 R\$ 25,97 06/06/2018 11:30:00 21.343.306 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:00:00 21.390.636 92,78 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:30:00 21.438.332 0 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:30:00 21.524.722 0 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 14:30:00 21.566.366 82,77 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 14:30:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:30:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:30:00 21.686.946 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:30:00 21.725.754 77,46 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 17:30:00 21.897.518 85,97 0,275 R\$ 23,64	06/06/2018	08:30:00	21.057.516			
06/06/2018 10:00:00 21:203:408 96,82 0,275 R\$ 26,63 06/06/2018 10:30:00 21:251.762	06/06/2018	09:00:00	21.106.588	99,00	0,275	R\$ 27,23
06/06/2018 10:30:00 21.251.762 8 06/06/2018 11:00:00 21.297.858 94,45 0,275 R\$ 25,97 06/06/2018 11:30:00 21.343.306 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:00:00 21.390.636 92,78 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:30:00 21.438.332 0 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:00:00 21.483.600 92,96 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:30:00 21.524.722 0 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 14:30:00 21.566.366 82,77 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 15:00:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:30:00 21.686.946 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:30:00 21.725.754 77,46 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 17:30:00 21.854.262 0 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 17:30:00 21.8	06/06/2018	09:30:00	21.155.576			
06/06/2018 11:00:00 21.297.858 94,45 0,275 R\$ 25,97 06/06/2018 11:30:00 21.343.306 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:00:00 21.390.636 92,78 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:30:00 21.438.332 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:00:00 21.483.600 92,96 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:30:00 21.524.722 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 14:00:00 21.566.366 82,77 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 15:00:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:30:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:00:00 21.725.754 77,46 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 17:00:00 21.811.728 85,97 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 17:30:00 21.897.518 85,79 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 18:30:00 21.941.388 0,275 R\$ 23,59 06/06/	06/06/2018	10:00:00	21.203.408	96,82	0,275	R\$ 26,63
06/06/2018 11:30:00 21.343.306 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:30:00 21.390.636 92,78 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:30:00 21.438.332 0 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:30:00 21.483.600 92,96 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:30:00 21.524.722 0 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 14:00:00 21.566.366 82,77 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 14:30:00 21.606.568 0 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:00:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:30:00 21.686.946 0 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:30:00 21.768.520 0 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 17:00:00 21.811.728 85,97 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 18:00:00 21.897.518 85,79 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 18:30:00 21.941.388 0 0,858 R\$ 75,81 </td <td>06/06/2018</td> <td>10:30:00</td> <td>21.251.762</td> <td></td> <td></td> <td></td>	06/06/2018	10:30:00	21.251.762			
06/06/2018 12:00:00 21:390.636 92,78 0,275 R\$ 25,51 06/06/2018 12:30:00 21:438.332	06/06/2018	11:00:00	21.297.858	94,45	0,275	R\$ 25,97
06/06/2018 12:30:00 21.438.332 R\$ 25,57 06/06/2018 13:00:00 21.483.600 92,96 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:30:00 21.524.722	06/06/2018	11:30:00	21.343.306			
06/06/2018 13:00:00 21.483.600 92,96 0,275 R\$ 25,57 06/06/2018 13:30:00 21.524.722	06/06/2018	12:00:00	21.390.636	92,78	0,275	R\$ 25,51
06/06/2018 13:30:00 21.524.722 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 14:00:00 21.566.366 82,77 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 14:30:00 21.606.568 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:00:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:30:00 21.686.946 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:00:00 21.725.754 77,46 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:30:00 21.768.520 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 17:30:00 21.811.728 85,97 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 18:00:00 21.897.518 85,79 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 18:30:00 21.941.388 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 19:00:00 21.985.874 88,36 0,858 R\$ 75,81 06/06/2018 19:30:00 22.030.216 0,858 R\$ 75,81	06/06/2018	12:30:00	21.438.332			
06/06/2018 14:00:00 21.566.366 82,77 0,275 R\$ 22,76 06/06/2018 14:30:00 21.606.568	06/06/2018	13:00:00	21.483.600	92,96	0,275	R\$ 25,57
06/06/2018 14:30:00 21.606.568 06/06/2018 15:00:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:30:00 21.686.946 06/06/2018 16:00:00 21.725.754 77,46 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:30:00 21.768.520 06/06/2018 17:00:00 21.811.728 85,97 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 17:30:00 21.854.262 06/06/2018 18:00:00 21.897.518 85,79 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 18:30:00 21.941.388 06/06/2018 19:00:00 21.985.874 88,36 0,858 R\$ 75,81 06/06/2018 19:30:00 22.030.216	06/06/2018	13:30:00	21.524.722			
06/06/2018 15:00:00 21.648.298 81,93 0,275 R\$ 22,53 06/06/2018 15:30:00 21.686.946	06/06/2018	14:00:00	21.566.366	82,77	0,275	R\$ 22,76
06/06/2018 15:30:00 21.686.946 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:00:00 21.725.754 77,46 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:30:00 21.768.520 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 17:00:00 21.811.728 85,97 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 17:30:00 21.854.262 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 18:00:00 21.897.518 85,79 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 19:00:00 21.941.388 0,858 R\$ 75,81 06/06/2018 19:30:00 22.030.216 0,858 R\$ 75,81	06/06/2018	14:30:00	21.606.568			
06/06/2018 16:00:00 21.725.754 77,46 0,275 R\$ 21,30 06/06/2018 16:30:00 21.768.520	06/06/2018	15:00:00	21.648.298	81,93	0,275	R\$ 22,53
06/06/2018 16:30:00 21.768.520	06/06/2018	15:30:00	21.686.946			
06/06/2018 17:00:00 21.811.728 85,97 0,275 R\$ 23,64 06/06/2018 17:30:00 21.854.262	06/06/2018	16:00:00	21.725.754	77,46	0,275	R\$ 21,30
06/06/2018 17:30:00 21.854.262	06/06/2018	16:30:00	21.768.520			
06/06/2018 18:00:00 21.897.518 85,79 0,275 R\$ 23,59 06/06/2018 18:30:00 21.941.388	06/06/2018	17:00:00	21.811.728	85,97	0,275	R\$ 23,64
06/06/2018 18:30:00 21.941.388	06/06/2018	17:30:00	21.854.262			
06/06/2018 19:00:00 21.985.874 88,36 0,858 R\$ 75,81 06/06/2018 19:30:00 22.030.216	06/06/2018	18:00:00	21.897.518	85,79	0,275	R\$ 23,59
06/06/2018 19:30:00 22.030.216	06/06/2018	18:30:00	21.941.388			
	06/06/2018	19:00:00	21.985.874	88,36	0,858	R\$ 75,81
05/05/0040 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	06/06/2018	19:30:00	22.030.216			
06/06/2018 20:00:00 22.074.798 88,92 0,858 R\$ 76,30	06/06/2018	20:00:00	22.074.798	88,92	0,858	R\$ 76,30

06/06/2018	20:30:00	22.120.324			
06/06/2018	21:00:00	22.163.886	89,09	0,858	R\$ 76,44
06/06/2018	21:30:00	22.207.544			
06/06/2018	22:00:00	22.250.504	86,62	0,275	R\$ 23,82
06/06/2018	22:30:00	22.275.186			
06/06/2018	23:00:00	22.282.384	31,88	0,275	R\$ 8,77
06/06/2018	23:30:00	22.292.684			
06/06/2018	23:59:00	22.305.278	22,89	0,275	R\$ 6,30
07/06/2018	00:30:00	22.318.888			
07/06/2018	01:00:00	22.333.312	28,03	0,275	R\$ 7,71
07/06/2018	01:30:00	22.347.642			
07/06/2018	02:00:00	22.363.552	30,24	0,275	R\$ 8,32
07/06/2018	02:30:00	22.379.910			
07/06/2018	03:00:00	22.397.222	33,67	0,275	R\$ 9,26
07/06/2018	03:30:00	22.416.340			
07/06/2018	04:00:00	22.436.400	39,18	0,275	R\$ 10,77
07/06/2018	04:30:00	22.457.076			
07/06/2018	05:00:00	22.478.362	41,96	0,275	R\$ 11,54
07/06/2018	05:30:00	22.498.870			
07/06/2018	06:00:00	22.521.646	43,28	0,275	R\$ 11,90
07/06/2018	06:30:00	22.541.858			
07/06/2018	07:00:00	22.563.072	41,43	0,275	R\$ 11,39
07/06/2018	07:30:00	22.590.276			
07/06/2018	08:00:00	22.651.224	88,15	0,275	R\$ 24,24
07/06/2018	08:30:00	22.705.530			
07/06/2018	09:00:00	22.761.136	109,91	0,275	R\$ 30,23
07/06/2018	09:30:00	22.816.784			
07/06/2018	10:00:00	22.869.326	108,19	0,275	R\$ 29,75
07/06/2018	10:30:00	22.921.184			
07/06/2018	11:00:00	22.971.024	101,70	0,275	R\$ 27,97
07/06/2018	11:30:00	23.020.900			
07/06/2018	12:00:00	23.070.208	99,18	0,275	R\$ 27,28
07/06/2018	12:30:00	23.118.280			

07/06/2018	13:00:00	23.165.626	95,42	0,275	R\$ 26,24
07/06/2018	13:30:00	23.211.664			
07/06/2018	14:00:00	23.257.256	91,63	0,275	R\$ 25,20
07/06/2018	14:30:00	23.302.326			
07/06/2018	15:00:00	23.346.048	88,79	0,275	R\$ 24,42
07/06/2018	15:30:00	23.390.120			
07/06/2018	16:00:00	23.433.778	87,73	0,275	R\$ 24,13
07/06/2018	16:30:00	23.477.716			
07/06/2018	17:00:00	23.521.932	88,15	0,275	R\$ 24,24
07/06/2018	17:30:00	23.565.966			
07/06/2018	18:00:00	23.611.548	89,62	0,275	R\$ 24,64
07/06/2018	18:30:00	23.657.002			
07/06/2018	19:00:00	23.703.258	91,71	0,858	R\$ 78,69
07/06/2018	19:30:00	23.749.824			
07/06/2018	20:00:00	23.797.524	94,27	0,858	R\$ 80,88
07/06/2018	20:30:00	23.844.526			
07/06/2018	21:00:00	23.892.970	95,45	0,858	R\$ 81,89
07/06/2018	21:30:00	23.942.544			
07/06/2018	22:00:00	23.993.048	100,08	0,275	R\$ 27,52
07/06/2018	22:30:00	24.043.088		_	
07/06/2018	23:00:00	24.095.382	102,33	0,275	R\$ 28,14
07/06/2018	23:30:00	24.149.036			
07/06/2018	23:59:00	24.206.296	110,91	0,275	R\$ 30,50

ANEXO A - Certificados de calibração Multimedidor

DADOS DE CALIBRAÇÃO - PADRÃO

N. REG.: STI003 MODELO: AMI300 N. CERTIFICADO: SKV 18040053 TAG: STI003

FABRICANTE: Kimo

DATA CALIBRAÇÃO: 04/04/2018

INTERVALO DE CALIB.: 12 (meses)

PRÓX. CALIBRAÇÃO: 04/04/2019

LABORATÓRIO: labororio de metrologia da skilltech

ESCALAS

ESCALA: Entrada Velocidade Pitot 1 (m/s) - (Após o Ajuste)

		DADOS DA	CALIBRAÇÃO		
Indicado (m/s)	Padrão Ref. (m/s)	Erro (m/s)	Incerteza (m/s)	Fator K	Crit. Aceit (m/s)
3,00	3,08	-0,08	0,17	2,000	2,00
5,00	5,16	-0,16	0,19	2,000	2,00
10,00	10,19	-0,19	0,27	2,000	2,00
20,00	20,34	-0,34	0,50	2,000	2,00
25,00	25,51	-0,51	0,63	2,000	2,00

LAUDO: Aprovado

DEFEITOS E SITUAÇÕES CONSTATADAS

COMENTÁRIOS

04/04/2018 DATA

Responsável Saulo Abreu 02/05/2018 14:12:56

ANEXO B - Certificados de calibração sensor 1, 2 e 3

			N° 787	/2018		ção			
MPRESA:		-							
ISTRUMENTO: Termo-hi			ONE HARD CONTRACT			N. DE RE			TMR00
JNÇÃO: Indicador e reg ETOR: \Metrologia	sistrador de temperatura e	umidade			PERÍODO :	DE CALIB	TAG:		TMR000
ETOR. Wietfologia		INFOD	MAÇÕE			DE CALIB	KAÇAO.		12 Mese.
DICTOLIA	AENTEO.	7				-1	DOC	UMENTOC	
INSTRUM ODELO: 174H	4ENTO		DIÇÕES D		ÇAU	0.0.1		UMENTOS	
NTRADA: Umidade AÍDA: Umidade ABRICANTE: Testo	FAIXA ENTR FAIXA SAÍDA CRITICIDAD	A: 0 a 10				гMR006/2018 .: ME.01.13 Са	alibração de		
2017-1-1-1		CALII	BRAÇÃO	E AJUS	STE				
	CALIBRAÇÃ	O FINAL							
	Calibração (%)	Referência (%)	Média (%)	Епо (%)	U (%)	k	Crit. Aceit (%)		
	10,0	10,0	11,6	1,6	1,9	2,000	6,8		
	50,1	50,1	50,8	0,7	2,0	2,000	6,8		
	89,9	89,9	88,8	-1,1	2,4	2,000	6,8		
		LABC	ORATÓRIO	O EXTER	NO				
ABORATÓRIO: Laboratón		do brasil							
° CERT. LAB. EXTERNO): 59336/2	CONDI	ÇÕES DE	CALIBRA	ÇÃO				
OCAL:	DDESG A				MPERATUF	A.22 L 5 9	C		
MIDADE:45 a 70%	PRESS. A	EFEITOS E	SITUAÇÕ					***************************************	
ATA CALIBRAÇÃO:	09/02/2018		D	ATA PRÓX	TMA · 09/	02/2019			
ATA CALIBRAÇÃO.	. 07/02/2010		COMENT		111111111111111111111111111111111111111	32/2017			

Nº 788/2018

EMPRESA:

INSTRUMENTO: Termo-higrometro

N. DE REGISTRO:

TMR006 TMR006

FUNÇÃO: Indicador e registrador de temperatura e umidade SETOR: \Metrologia

TAG: PERÍODO DE CALIBRAÇÃO:

12 Meses

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

INSTRUMENTO MODELO: 174H ENTRADA: Temperatura SAÍDA: Temperatura FABRICANTE: Testo

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO FAIXA ENTRADA: -10 a 70 (°C) FAIXA SAÍDA: -10 a 70 (°C)

CRITICIDADE: Crítico

O.S.: TMR006/2018

PROC.: ME.01.13 Calibração de

DOCUMENTOS

CALIBRAÇÃO E AJUSTE

CALIBRAÇÃO FINAL

Calibração (°C)	Referência (°C)	Média (°C)	Erro (°C)	U (°C)	k	Crit. Aceit (°C)
-10,2	-10,2	-9,9	0,3	0,4	2,000	2,0
30,1	30,1	29,9	-0,2	0,4	2,000	2,0
69,9	69,9	69,6	-0,3	0,6	2,000	2,0

LABORATÓRIO EXTERNO

LABORATÓRIO: Laboratório de metrologia da testo do brasil

N° CERT. LAB. EXTERNO: 59336/1

CONDIÇÕES DE CALIBRAÇÃO

LOCAL: UMIDADE:45 a 70%

PRESS. ATM.:N/D

TEMPERATURA:23 ± 5 °C

DEFEITOS E SITUAÇÕES CONSTATADAS

DATA CALIBRAÇÃO: 09/02/2018

DATA PRÓXIMA: 09/02/2019

COMENTÁRIOS

Executante Rafael Sousa 19/03/2018 08:27:03

Metrologista Alex Tomiazzi 19/03/2018 08:42:05 Garantia da Qualidade Saulo Abreu 19/03/2018 14:41:31

Nº 789/2018

EMPRESA:

INSTRUMENTO: Termo-higrometro

N. DE REGISTRO: TAG: TMR007 TMR007

FUNÇÃO: Indicador e registrador de temperatura e umidade SETOR: \Metrologia

PERÍODO DE CALIBRAÇÃO:

12 Meses

INFORMAÇÕES TÉCNICAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO

INSTRUMENTO MODELO: 174H ENTRADA: Umidade SAÍDA: Umidade FABRICANTE: Testo

FAIXA ENTRADA: 0 a 100 (%) FAIXA SAÍDA: 0 a 100 (%) CRITICIDADE: Crítico

O.S.: TMR007/2018

PROC.: ME.01.13 Calibração de

DOCUMENTOS

CALIBRAÇÃO E AJUSTE

CALIBRAÇÃO FINAL

Calibração (%)	Referência (%)	Média (%)	Erro (%)	U (%)	k	Crit. Aceit (%)
10,0	10,0	11,6	1,6	1,8	2,000	6,8
50,2	50,2	50,7	0,5	1,9	2,000	6,8
90,0	90,0	89,1	-0,9	2,4	2,000	6,8

LABORATÓRIO EXTERNO

LABORATÓRIO: Laboratório de metrologia da testo do brasil

N° CERT. LAB. EXTERNO: 59321/2

CONDIÇÕES DE CALIBRAÇÃO

LOCAL: UMIDADE:45 a 70%

PRESS. ATM.:N/D

TEMPERATURA:23 ± 5°C

DEFEITOS E SITUAÇÕES CONSTATADAS

DATA CALIBRAÇÃO: 22/02/2018

DATA PRÓXIMA: 12/02/2019

COMENTÁRIOS

Fabrício Nallo 17/03/2018 15:18:47

Metrologista Rafael Sousa 19/03/2018 06:05:51 Garantia da Qualidade Saulo Abreu 19/03/2018 14:42:21

Nº 790/2018

EMPRESA:

INSTRUMENTO: Termo-higrometro

N. DE REGISTRO:

TMR007

FUNÇÃO: Indicador e registrador de temperatura e umidade SETOR: \Metrologia

INSTRUMENTO

TAG: PERÍODO DE CALIBRAÇÃO: 12 Meses

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

MODELO: 174H ENTRADA: Temperatura SAÍDA: Temperatura FABRICANTE: Testo

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO FAIXA ENTRADA: -10 a 70 (°C) FAIXA SAÍDA: -10 a 70 (°C) CRITICIDADE: Crítico

O.S.: TMR007/2018

PROC.: ME.01.13 Calibração de

DOCUMENTOS

CALIBRAÇÃO E AJUSTE

CALIBRAÇÃO FINAL

Calibração (°C)	Referência (°C)	Média (°C)	Erro (°C)	U (°C)	k	Crit. Aceit (°C)
-10,0	-10,0	-10,1	-0,1	0,4	2,000	2,0
30,1	30,1	29,9	-0,2	0,4	2,000	2,0
70,0	70,0	69,8	-0,2	0,6	2,000	2,0

LABORATÓRIO EXTERNO

LABORATÓRIO: Laboratório de metrologia da testo do brasil

N° CERT. LAB. EXTERNO: 59321/1

CONDIÇÕES DE CALIBRAÇÃO

LOCAL: UMIDADE:45 a 70 %

PRESS. ATM.:N/D

TEMPERATURA:23 ± 5 °C

DEFEITOS E SITUAÇÕES CONSTATADAS

DATA CALIBRAÇÃO: 12/02/2018

DATA PRÓXIMA: 22/02/2019

COMENTÁRIOS

Executante Rafael Sousa 19/03/2018 08:27:50

Metrologista Alex Tomiazzi 19/03/2018 08:42:24 Garantia da Qualidade Saulo Abreu 19/03/2018 14:43:15

Nº 791/2018

EMPRESA:
INSTRUMENTO: Termo-higrometro

N. DE REGISTRO:

TMR008 TMR008

FUNÇÃO: Indicador e registrador de temperatura e umidade SETOR: \Metrologia

INSTRUMENTO

PERÍODO DE CALIBRAÇÃO:

12 Meses

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

MODELO: ENTRADA: Umidade SAÍDA: Umidade FABRICANTE: Testo

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO FAIXA ENTRADA: 0 a 100 (%) FAIXA SAÍDA: 0 a 100 (%) CRITICIDADE: Crítico

O.S.: TMR008/2018

PROC.: ME.01.13 Calibração de

DOCUMENTOS

CALIBRAÇÃO E AJUSTE

CALIBRAÇÃO FINAL

Calibração (%)	Referência (%)	Média (%)	Erro (%)	U (%)	k	Crit. Aceit
10,0	10,0	11,3	1,3	1,9	2,000	6,8
50,1	50,1	50,6	0,5	2,0	2,000	6,8
90,0	90,0	91,6	1,6	2,4	2,000	6,8

LABORATÓRIO EXTERNO

LABORATÓRIO: Laboratório de metrologia da testo do brasil

N° CERT. LAB. EXTERNO: 59323/2

CONDIÇÕES DE CALIBRAÇÃO

LOCAL: UMIDADE:45 a 70%

PRESS. ATM.:N/D

TEMPERATURA:23 \pm 5°C

DEFEITOS E SITUAÇÕES CONSTATADAS

DATA CALIBRAÇÃO: 21/02/2018

DATA PRÓXIMA: 21/02/2019

COMENTÁRIOS

Executante Fabrício Nallo 17/03/2018 15:24:45

Metrologista Rafael Sousa 19/03/2018 06:06:09

Garantia da Qualidade Saulo Abreu 19/03/2018 14:44:37

Nº 792/2018

EMPRESA:

INSTRUMENTO: Termo-higrometro

N. DE REGISTRO:

TMR008

FUNÇÃO: Indicador e registrador de temperatura e umidade SETOR: \Metrologia

TAG: PERÍODO DE CALIBRAÇÃO:

TMR008 12 Meses

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

	INSTRUMENTO
MODELO:	
ENTRADA:	Temperatura
SAÍDA: Te	mperatura
FABRICAN.	ΓE: Testo

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO FAIXA ENTRADA: -10 a 70 (°C) FAIXA SAÍDA: -10 a 70 (°C) CRITICIDADE: Crítico

O.S.: TMR008/2018

PROC.: ME.01.13 Calibração de

DOCUMENTOS

CALIBRAÇÃO E AJUSTE

CALIBRAÇÃO FINAL

Calibração (°C)	Referência (°C)	Média (°C)	Erro (°C)	Ŭ (℃)	k	Crit. Aceit (°C)
-10,2	-10,2	-10,2	0,0	0,4	2,000	2,0
30,1	30,1	30,0	-0,1	0,4	2,000	2,0
69,9	69,9	69,8	-0,1	0,6	2,000	2,0

LABORATÓRIO EXTERNO

LABORATÓRIO: Laboratório de metrologia da testo do brasil

N° CERT. LAB. EXTERNO: 59323/1

CONDIÇÕES DE CALIBRAÇÃO

LOCAL: UMIDADE:45 a 70 %

PRESS. ATM.:N/D

TEMPERATURA:23 ± 5 °C

DEFEITOS E SITUAÇÕES CONSTATADAS

DATA CALIBRAÇÃO: 09/02/2018

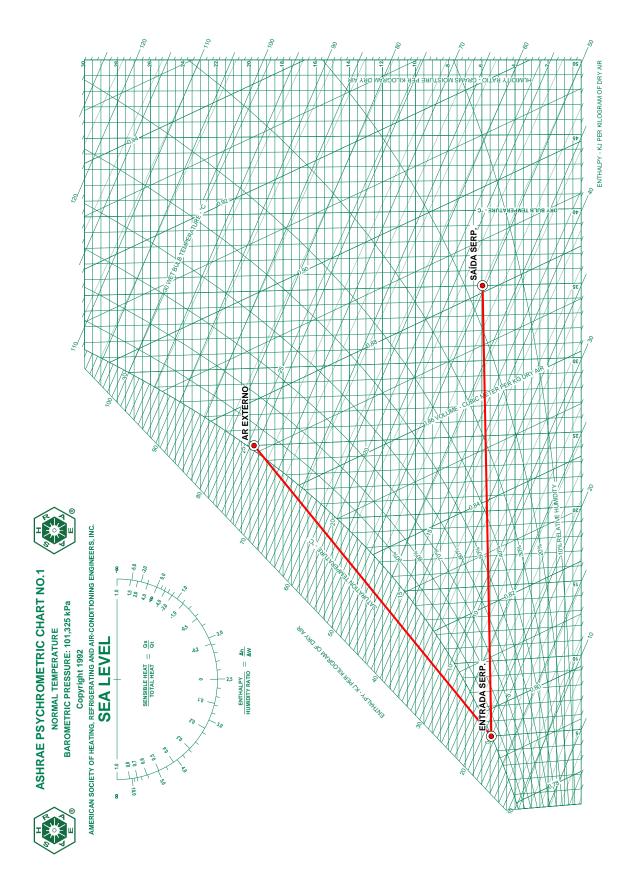
DATA PRÓXIMA: 21/02/2019

COMENTÁRIOS

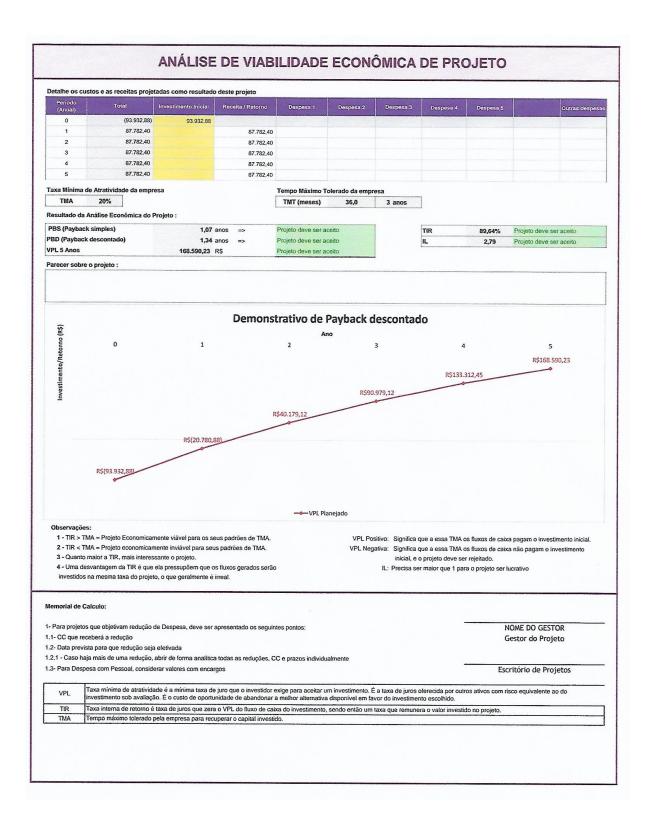
Rafael Sousa 19/03/2018 08:28:27

Metrologista Alex Tomiazzi 19/03/2018 08:42:48 Garantia da Qualidade Saulo Abreu 19/03/2018 14:45:24

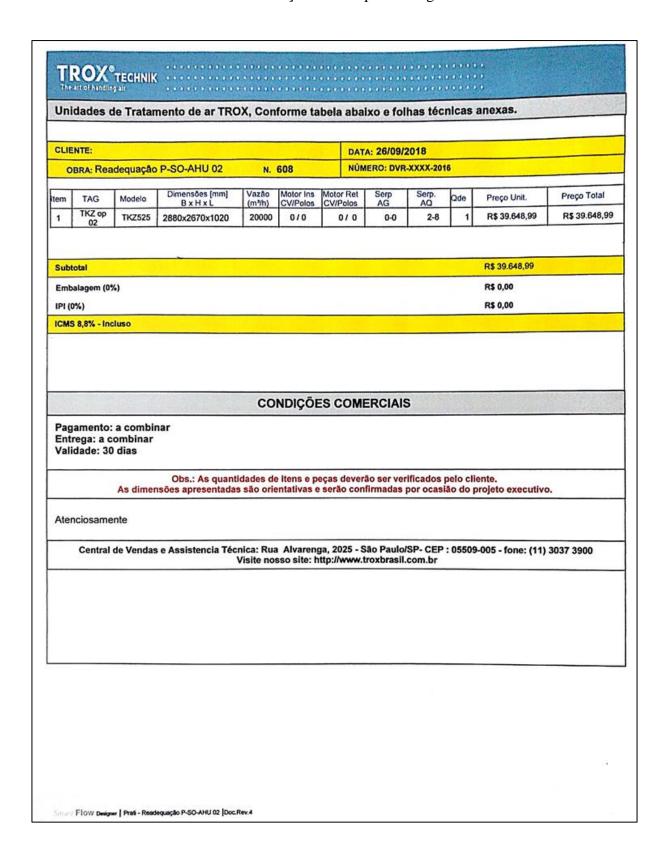
ANEXO C - Carta psicrométrica utilizada



ANEXO D - Planilha de cálculo de payback



ANEXO E - Orçamento serpentina e gabinete



ANEXO F - Orçamento skid de aquecimento de água



Vendas Engenharia de Aplicação Projetos Auditoria Energética Treinamentos Assistência Técnica

Proposta Comercial

Blumenau, 25 de Setembro de 2018

ENG. RENATO MENDES

RUA MITSUGORO TANAKA - CENTRO INDL NILTON A

TOLEDO / PR At.: Sr. (a)

6.653

Fone:(45)3277-1166 Fax:

Total & IDI & ICMS Disponivel

Ref.: PROPOSTA DE FORNECIMENTO DE PRODUTOS

Prezados Sr(a),

Agradecemos o seu interesse pelos nossos produtos e serviços e apresentamos as condições de fornecimento de sua solicitação.

Permanecemos à disposição para esclarecimento(s) complementar(es).

Produto	Descrição do Produto	VIr Unitário	Total	% IPI % ICMS	Disponivel	C.F
Produto MONTT0349 002	Sistema de Troca Térmica modelo BP30 - temperaturas conforme fotha de cálculo Composto por; -Sixid Autoportante em aço carbono montado em perfil U; -Separador de umidade vertical na entrada de vapor; -Váhvula redutora piloto-operada para redução de pressão; -Váhvula tipo globo para controle de temperatura proporcional com atuador pneumático e Posicionador de sinal 4 a 20mA; -Váhvulas tipo globo de acionamento	54,283,89	54.283,89			8419.50.10
M	ONTT0349 002	temperaturas conforme folha de cálculo Composto por; -Skid Autoportante em aço carbono montado em perfil U; -Separador de umidade vertical na entrada de vapor; -Válvula redutora piloto-operada para redução de pressão; -Válvula tipo globo para controle de temperatura proporcional com atuador pneumático e Posicionador de sinal 4 a 20mA; -Válvulas tipo globo de acionamento manual para bypass de válvulas; -Válvulas de bioqueio manual tipo esfera montante.	temperaturas conforme fotha de cálculo Composto por; -Skid Aufoportante em aço carbono montado em perfil U; -Separador de umidade vertical na entrada de vapor; -Váhvula redutora piloto-operada para redução de pressão; -Váhvula tipo globo para controle de temperatura proporcional com atuador pneumático e Posicionador de sinal 4 a 20mA; -Váhvulas tipo globo de acionamento manual para bypass de váhvulas;	temperaturas conforme folha de cálculo Composto por: -Skid Autoportante em aço carbono montado em perfil U; -Separador de umidade vertical na entrada de vapor; -Váhvula redutora piloto-operada para redução de pressão; -Váhvula tipo globo para controle de temperatura proporcional com atuador pneumático e Posicionador de sinal 4 a 20mA; -Váhvulas tipo globo de acionamento manual para bypass de váhvulas; -Váhvulas de bioqueio manual tipo esfera montante	temperaturas conforme fotha de cálculo Composto por; -Skid Autoportante em aço carbono montado em perfil U; -Separador de umidade vertical na entrada de vapor; -Válhula redutora piloto-operada para redução de pressão; -Válhula tipo globo para controle de temperatura proporcional com atuador pneumático e Posicionador de sinal 4 a 20mA; -Válhulas tipo globo de acionamento manual para bypass de válhulas; -Válhulas de bloqueio manual tipo esfera montante	temperaturas conforme fotha de câtculo Composto por: -Skid Autoportante em aço carbono montado em perfil U; -Separador de umidade vertical na entrada de vapor; -Váhvula redutora piloto-operada para redução de pressão; -Váhvula tipo globo para controle de temperatura proporcional com atuador pneumático e Posicionador de sinal 4 a 20m4; -Váhvulas tipo globo de acionamento manual para bypass de váhvulas; -Váhvulas de bloqueio manual tipo esfera montante

Faturamento: Bermo Valvulas e Equipamentos Industriais Ltda

Rua Maringa - Salto do Norte - CEP: 89065-700 - BLUMENAU/SC

CNPJ: 82.662.263/0001-20 - I.E.: 250.097.915

Contato Comercial - Fone: 47-2123.4444 - Fax: - E-mail: compras@bermo.com.br



Vendas Engenharia de Aplicação Projetos Auditoria Energética Treinamentos Assistência Técnica

Proposta Comercial

Valor Itens (R\$):

54.283,89

Valor IPI (R\$):

0,00 Valor

Total (R\$): 54.283,89

CONDIÇÕES COMERCIAIS:

FORNECEDOR Bermo Valvulas e Equipamentos Industriais Ltda

PAGAMENTO: 28 dias

VALIDADE:

23/10/2018

MATERIAL:

ICMS:

ICMS diferenciado com aliquota de 8,80% no(s) item(s): 1

Por conta do destinatário (

OBSERVAÇÃO: Demais condições comerciais conforme Condições Gerals de Fornecimento da Bermo.

FINALIDADE DA COMPRA:Consumo,Manutencao,Ativo imobilizado

No aguardo do seu retorno,

Atenciosamente,

Nosso representante na região:

REG CASCAVÉL(234)

Fone: (45) 8813-1465 Email: matheus@bermo.com.br

Paulo Sérgio de Sá

Faturamento: Bermo Valvulas e Equipamentos Industríais Ltda

Rua Maringa - Salto do Norte - CEP; 89065-700 - BLUMENAU/SC

CNPJ: 82.662.263/0001-20 - I.E.: 250.097.915

Contato Comercial - Fone: 47-2123.4444 - Fax: - E-mail: compras@bermo.com.br

2 de 2



Vendas
Engenharia de Aplicação
Projetos
Auditoria Energética
Treinamentos
Assistência Técnica

Bermo Plate Heat Exchanger Specification

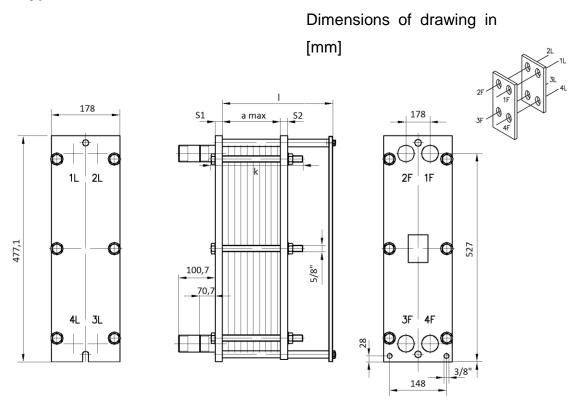
Model: BP30

Item : Date: 01/10/2018

	Cold olds	llet elde		
Fluid	<u>Cold side</u> Water	<u>Hot side</u> Steam		
Density	kg/m³	984.5	1.797	
Specific heat ca	•	4.17	2.27	
Thermal conduc		0.648	0.0275	
Viscosity.inlet	ctivity vv/(iii ix)	cP	0.465	0.0138
Viscosity.inlet		сP	0.546	0.0138
viocosity.outlet		OI .	0.040	0.0100
Mass flow rate	kg/h	18000	352.4	
Inlet temperatur	e °C	50.0	143.0	
Outlet temperat	ure °C	60.0	142.9	
Pressure drop		kPa	116	1.18
-				
Heat exchanged	d kW	208.7		
L.M.T.D.	K	87.9		
O.H.T.C clean of	conditionsW/(m ²	*K) 8853		
O.H.T.C service)	$W/(m^2*K)$	1233	
Heat transfer ar		1.9		
Fouling resistan	ce * 10000	m²*K/W	7.0	
Duty margin	%	618.0		
Rel. directions of Number of plates Number of pass	es	intercurrent 62 1	60 1	
Plate material / Sealing materia Connection size	l	AISI 316 / 0. EPDM Macho BSP		
Design/Test pre Design tempera	•	5.0/6.5 165.0	5.0/6 165.0	6.5

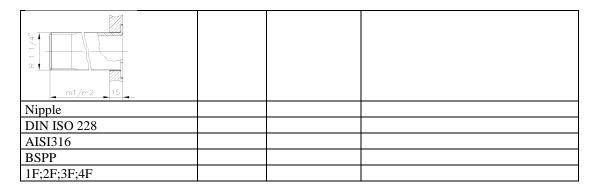
Performance is conditioned on the accuracy of customer's data and customer's ability to supply equipment and products in conformity therewith.

Type: BP30



l:		700 mm	S ₁ :	19,05 mm	a-max frame:	- mm	Nominal weight:	- kg
k	:	500 mm	S ₂ :	19,05 mm	a-min actual:	- mm	Max. total weight:	- kg

Pos	Size	Туре	Media	In	Out	Add. con	m
1F	DN32	Nipple BSP AISI316 – 1.1/4"	Water	-	х	-	70,7
2F	DN32	Nipple BSP AISI316 – 1.1/4"	Steam	Х	-	-	100,7
3F	DN32	Nipple BSP AISI316 – 1.1/4"	Steam	-	х	-	100,7
4F	DN32	Nipple BSP AISI316 – 1.1/4"	Water	Х	-	-	70,7



Technical Revisions reserved. Layer thickness in case of painted frames acc. DIN EN ISO 12944-5, frame plate surface quality acc. DIN EN 10029.