



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E
CONTROLE – PMOC – APLICADO À ESCOLA DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UFRN

LÍGIA DA COSTA GARCIA

NATAL- RN, 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E
CONTROLE – PMOC – APLICADO À ESCOLA DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UFRN

LÍGIA DA COSTA GARCIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheira Mecânica, orientado pelos Profs. Drs. Evans P.C.F. e Cleiton R.F.B.

NATAL – RN

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E
CONTROLE – PMOC – APLICADO À ESCOLA DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UFRN

LÍGIA DA COSTA GARCIA

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. Dr. Cleiton Rubens Formiga Barbosa _____

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Orientador

Prof. Dr. Evans Paiva da Costa Ferreira _____

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Coorientador

Prof. Dr. Ângelo Roncalli Oliveira Guerra _____

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Avaliador Interno

NATAL, 29 de junho de 2018.

Dedicatória

Dedico este trabalho a ordem e ao cumprimento das leis em nome do bem de todos. E aos engenheiros que constroem máquinas, canais, soluções, pontes, mas jamais esquecem de erguer a si mesmos, parafraseando o poema Engenharia de Lúcia Helena Galvão.

Agradecimentos

Tenho muito a agradecer e para isso seguirei uma sequência lógica que não implica em uma ordem de importância, pois acredito que tudo contribuiu por meio de parcelas significativas e imensuráveis: agradeço à inteligência da vida que me abriu os caminhos das oportunidades repletas de alegrias e de dificuldades com as quais muito aprendi me fazendo melhor e maior; aos meus pais pelo amor, pela boa formação e pela liberdade de seguir meu caminho sem bloqueios ou induções insalubres; aos familiares (tias e primos) pelo carinho e apoio; ao meu amigo André, por ser um dos meus mestres na arte de viver, que dos muitos ensinamentos destaco para esse momento o de não interromper a caminhada mesmo quando o calçado fere; aos amigos que muito me acolheram, se importaram, ajudaram, socorreram e fizeram a diferença; ao meu querido amigo advogado e future médico que me ajudou a entender o *layout* das leis e seus derivados; aos professores que me transmitiram seus saberes; aos tutores ao longo dos estágios e iniciações científicas, pelo suporte, orientação e ensinamentos; aos meus chefes, Alexandre e Hivson, não só pelas ricas experiências, mas pela inspiração de uma forma de vida viril e humana; aos funcionários da empresa Instrucon pela paciência e colaboração; ao coordenador do curso de mecânica, Thércio, pela organização, suporte, dedicação e cuidados, especialmente nesses meus últimos momentos no curso; aos professores Evans e Cleiton pela paciência e orientação.

Garcia, L. C. **Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC - Aplicado à Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN**. 2018. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018.

Resumo

Tendo em vista a Lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018, a qual decreta no seu artigo primeiro: “Todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.”, com isso, este trabalho tem como finalidade a aplicação do PMOC em um prédio da UFRN, a Escola de Ciências e Tecnologia – ECT.

Propondo assim, a maximização da segurança, saúde, bem-estar e o conforto dos ocupantes nesse ambiente, levando-se em conta as diversas fontes poluentes de natureza biológica, química e física. Pode-se acrescentar ainda, a maior eficiência, vida útil e minimização de falhas nas máquinas do sistema de climatização, culminando em economia financeira e em menos contratemplos e desconfortos.

Para isso, foi usado como base as recomendações da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) na resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003; a portaria GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998; as orientações dos manuais dos fabricantes das máquinas; as normas da ABNT relacionadas com o assunto, entre outros estudos. Portanto, a aplicação prática e fiel do PMOC gerado nesse trabalho garante a saúde e conforto dos usuários dos recintos climatizados do prédio da ECT.

Palavras-chave: PMOC, Sistemas térmicos, Climatização, Saúde.

Garcia, L. C. **Maintenance, Operation and Control Plan - PMOC - applied to School of Sciences and Technology of UFRN**. 2018. yy p. Conclusion work project (Graduate in Mechanical Engineering) - Federal University of Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018.

Abstract

In view of the Law n° 13.589, of January 4, 2018, which decrees in its first article: "Every building for public use and collective use that contain indoor air-conditioned rooms must have a Maintenance, Operation and Control Plan (known in Brazil as PMOC) of the respective air conditioning systems, aiming at the elimination or minimization of potential risks to occupants' health. ", this work aims at the application of PMOC in a building of UFRN, the School of Sciences and Technology (known in Brazil by the Portuguese acronym, ECT).

Thus, maximizing the safety, health, well-being and comfort of the occupants in this environment, taking into account the numerous polluting sources of biological, chemical and physical nature. In addition, the greater efficiency, working life and minimization of failures in the machines of the refrigeration system, leading in financial savings and in fewer setbacks and hassles.

For this purpose, the recommendations of National Health Surveillance Agency (ANVISA) in resolution n° 9, of January 16, 2003 were used as basis; the ordinance GM/MS n° 3.523 of August 28, 1998; guidelines of the machine manufacturer's manuals; the ABNT standards related to the subject, among other studies. Therefore, the practical and accurate application of the PMOC generated in this work guarantees the health and comfort of the users of the climatized enclosures of the ECT building.

Keywords: PMOC, Thermal systems, Air conditioning, Health

Sumário

Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Sumário	v
1 Introdução	1
1.1 Surgimento da lei nº 13.589	2
1.2 O histórico da climatização na Escola de Ciências e Tecnologia	4
2 Climatização - Revisão Bibliográfica	8
2.1 Tipos de sistemas de climatização	8
2.2 Elementos de máquina	17
2.2.1 Dispositivo de Expansão	17
2.2.2 Compressor	19
2.2.3 Condensador	27
2.2.4 Evaporador	29
2.2.5 Outros Elementos	30
4 O PMOC da ECT	33
4.1 Identificação do ambiente ou conjunto de ambientes	33
4.2 Identificação do proprietário	33
4.3 Identificação do responsável técnico	34
4.4 Relação dos equipamentos e ambientes climatizados	34
4.5 Responsável técnico	42
4.6 Plano de manutenção e controle	43
4.7 Observação de parâmetros	50
4.8 Recomendações do fabricante	51
5 Conclusões	54

6 Referências 55

7 Anexos 57

1 Introdução

A refrigeração é o processo de transferência de calor de um meio mais frio para um meio mais quente através do fornecimento de trabalho à um refrigerante em um ciclo fechado (ÇENGEL, 1998). Em uma simples análise do cotidiano, constata-se que esse é um processo deveras importante para o ser humano em diversos aspectos de sua sobrevivência, por exemplo: climatizar ambientes para o congelamento de alimentos, para o bem-estar, para o controle de parâmetros em processos industriais e laboratoriais, para a preservação de equipamentos caros e cruciais em vários ramos, entre outros.

A busca pela refrigeração vem desde épocas remotas da civilização humana e, para as finalidades comentadas acima e ainda outras, o homem sempre buscou a obtenção do fenômeno do resfriamento de diversas formas, por exemplo: transportando o gelo de regiões mais frias, recolhendo o gelo no inverno e armazenando-o em ambientes que o conservasse pelo maior tempo possível, produzindo gelo por meio do resfriamento noturno, etc, (GLADSTONE, 1998). Antes da popularização das geladeiras elétricas existia a profissão dos geleiros (ver figura 1), que abasteciam semanalmente as casas mais ricas com blocos de gelo (trazidos muitas vezes por navios de regiões frias), os quais eram colocados em caixas próprias para preservar os alimentos.

Figura 1 – Antiga profissão de geleiro.



Fonte: Arquivo Federal Alemão, Wikimedia Commons

E para a contínua vazão dessas e outras necessidades humanas se fez necessário o uso cada vez maior e contínuo da refrigeração. Por isso, hoje se passa a maior parte do tempo em ambientes climatizados confinados, onde normalmente há pouca troca de ar com o meio externo o que gera o acúmulo de gases e/ou particulados nocivos à saúde. A consequência disso, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, foi a morte de mais de 4.300.000 pessoas em 2012 devido a acidente vascular cerebral, doença isquêmica do coração, câncer de pulmão, infecções respiratórias, entre outras. Seguindo essa linha, a Associação Brasileira do Mercado de Limpeza Profissional (Abralimp) alerta que a falta de manutenção e limpeza periódica dos equipamentos é sinônimo de risco à saúde.

Segundo Willis Carrier, o “pai do ar condicionado”, uma definição funcional para os sistemas de climatização englobaria: um tratamento do ar que envolve o controle da temperatura, umidade, purificação e ventilação. Assim como para a ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) ar condicionado é “o processo de tratamento de ar para atender os requisitos de um espaço condicionado por meio do controle de umidade, temperatura, limpeza e distribuição do ar”.

Com isso, conclui-se que com o uso cada vez mais constante e quase ininterrupto dos sistemas de climatização no cotidiano do homem começa naturalmente a surgir a necessidade de obter um ambiente condicionado que esteja cada vez mais de acordo com os requisitos de conforto e saúde humana, posto que fundamentalmente o condicionamento de ar deve contemplar o controle adequado da umidade e o atendimento aos requisitos de filtragem, renovação do ar e sua distribuição no ambiente, sendo parâmetros tão importantes quanto o resfriamento. Logo, é fundamental a aplicação do PMOC em todos os ambientes refrigerados para que haja o controle e inalteração de todos esses parâmetros nos níveis adequados a saúde e confortos dos usuários.

1.1 Surgimento da lei n° 13.589

O uso global dos sistemas de climatização começa a impactar significativamente o dia-a-dia, saúde e bem-estar do homem. Conforme a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA, uma pessoa respira cerca de 10 mil litros de ar por dia e passa 85% dele dentro de

ambientes fechados, estes normalmente climatizados, como hospitais, escritórios, bancos, carros, residências, entre outros. Com o crescente número de doenças relacionadas a ambientes artificialmente climatizados de uso coletivo a preocupação com a qualidade do ar interior tem aumentado nas últimas décadas.

Em 1976, ocorreu o primeiro caso grave de infecção por *Legionella pneumophila* com 182 casos de pneumonia e 29 mortes, no "Bellevue Stradford Hotel" no estado da Filadélfia nos Estados Unidos. Em 1998, no Brasil, faleceu o ministro das Comunicações, Sergio Motta, por ter contraído a bactéria Legionella (transmitida pela inalação de gotículas de água) que estava alojada nos dutos de ar condicionado do seu gabinete em Brasília. Até então as pesquisas e legislações existentes no Brasil concentravam-se apenas na qualidade do ar em ambientes externos, porém os estudos sobre Qualidade do Ar Interior - QAI ganharam destaque com a descoberta de que baixas trocas de ar entre ambientes externo e interno proporciona um significativo acréscimo na concentração de poluentes químicos e biológicos.

Em decorrência disso surgiram termos como a Síndrome do Edifício Doente – SED e a Doença de Ambiente Interno (DAI - *Building Related Illness*). Um edifício que possui a SED não provoca doenças, mas agrava males ou gera um estado transitório em algumas pessoas, de modo que quando os queixosos são afastados do ambiente, apresentam melhoras espontâneas dos sintomas. Já edifícios que possuam a DAI, podem provocar doenças que estão diretamente relacionadas às condições do edifício, tais como: asma, infecções bacterianas, virais ou por fungos.

Devido ao caso de Sergio Motta no Brasil, o Ministério da Saúde, por intermédio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, publicou a portaria nº 3523, de 28 de Agosto de 1998, que tem como base o artigo 6 da lei nº 8.080 do Sistema Único de Saúde – SUS, de 19 de setembro de 1990, instituindo a obrigatoriedade do Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC direcionado a todos os aparelhos de climatização em uso e abrangendo o conceito de infração sanitária quanto à qualidade do ar. Logo em seguida, foi publicada a Resolução nº 176 de 24 de outubro de 2000 e posteriormente uma revisão, a resolução nº9 de 16 de janeiro de 2003, com algumas orientações técnicas sobre “Padrões referenciais da qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público

e coletivo”, definindo parâmetros para concentração de CO₂, material particulado, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em ambientes climatizados.

Tudo isso resultou na publicação de uma nova lei, a de nº 13.589, no dia 4 de janeiro do ano vigente, que toma como ponto de partida a portaria e a resolução citadas no parágrafo acima, além das normas da ABNT e decreta que “Todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.”

1.2 O histórico da climatização na Escola de Ciências e Tecnologia

Para o estudo de caso neste trabalho, a Escola de Ciências e Tecnologia – ECT, vale salientar a importância no monitoramento, estudo e intervenção sobre a qualidade do ar em interiores, considerando que grande parte do ar respirável não é renovada e os problemas cuja fonte é a poluição do ar em ambientes acadêmicos fechados afetam tanto aos usuários jovens quanto aos mais idosos. Segundo Klepeis (2001, p. 237), tais recintos representam “locais onde esses usuários permanecem, muitas vezes, a maior parte de seu tempo, podendo chegar a uma média de 87% de permanência ao dia”.

Segundo a engenheira civil Félix (2012), a estrutura do prédio da ECT “possui uma área total de 6.841,40 m² com carga térmica de 5.925.000BTUs/h, sendo composta de pavimento térreo possuindo 2.004,03 m² e 41 ares condicionados, subsolo com 81,86 m² e 2 ares condicionados, 1º andar com 1.560,58 m² com 40 ares condicionados, 2º andar com 1.560,58 m² e 24 ares condicionados, 3º andar com 1.560,58 m² e 60 ares condicionados e cobertura com 73,77 m²” comportando todas as condensadoras. As salas são destinadas ao desenvolvimento de atividades acadêmicas de professores e alunos da ECT e para o maior conforto dos usuários estes ambientes dispõem de sistema de climatização próprio, na ativa desde 2010 de acordo com um dos relatórios de partida no anexo 2, sendo todas as máquinas splits da marca Hitachi, com exceção de apenas 4 das 167 que são um da marca LG e as demais da Carrier. O projeto do edifício foi pensado de forma a permitir a ventilação natural o que é favorável à renovação de ar, pois como os splits não possuem um sistema de renovação o fabricante recomenda que haja circulação do ar nos ambientes

climatizados a cada 2 ou 3 horas. A tubulação frigorífica é quase toda embutida havendo em alguns pontos shafts (ver anexo 5) contendo-as, dessa forma faz-se necessária a confiança no serviço da instalação, pois não é possível conferir vazamento na tubulação sem quebrar as paredes do prédio.

A ECT tinha muitos problemas com a drenagem das máquinas do sistema de climatização, pois em sua execução não foi levado em consideração o refluxo da água de uma máquina para outra, a correta dimensão dos diâmetros da encanação e sua declividade, tendo em vista não só a potência das bombas, mas também o efeito da gravidade. Tais circunstâncias geravam muitos vazamentos provocando umidade excessiva nos recintos e a conseqüente proliferação biológica prejudicial à saúde humana, somando-se a isso a realidade de muitas máquinas com grande acúmulo de sujeira e com defeitos provocando o desconforto térmico e um ambiente insalubre, sendo os problemas mais frequentes: avarias no motor, defeito na bomba de drenagem das cassetes e vazamento de gás ou água. Porém, em 2017, após o contrato com a empresa atua responsável pela manutenção e instalação dos condicionadores de ar da UFRN, o problema do dreno foi significativamente resolvido dentro das possibilidades, e as máquinas todas lavadas e consertadas. Atualmente, esses equipamentos vêm recebendo manutenção preventiva anualmente e manutenção corretiva sempre que necessário.

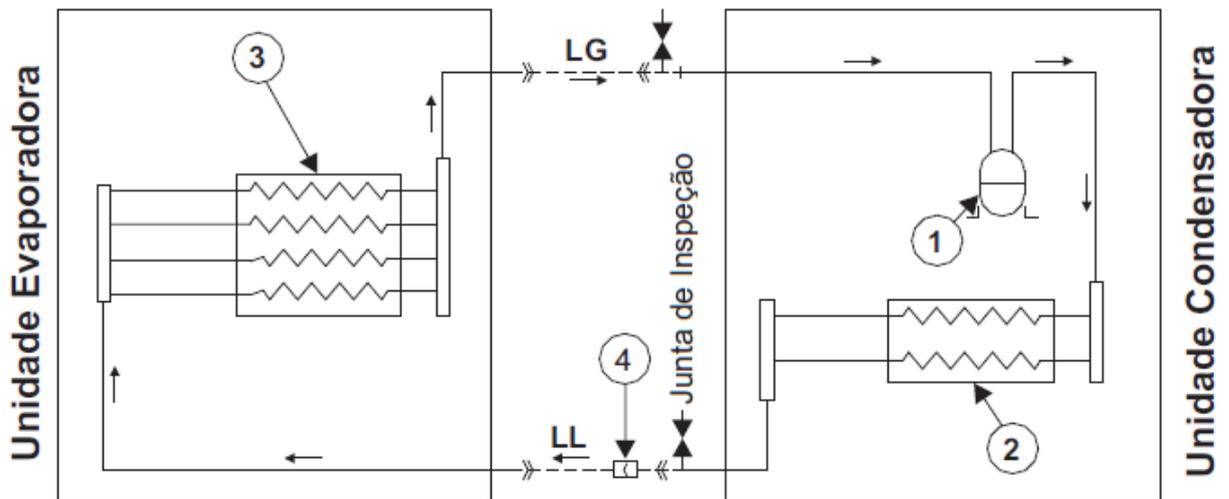
Quase que em sua totalidade os ares condicionados da ECT são da marca Hitachi. As evaporadoras são do tipo cassete, hi-wall ou piso teto e as condensadoras são do tipo Split, bi-split ou tri-split.

Figura 2 – Os três tipos de evaporadoras, respectivamente da esquerda para direita e de cima para baixo.



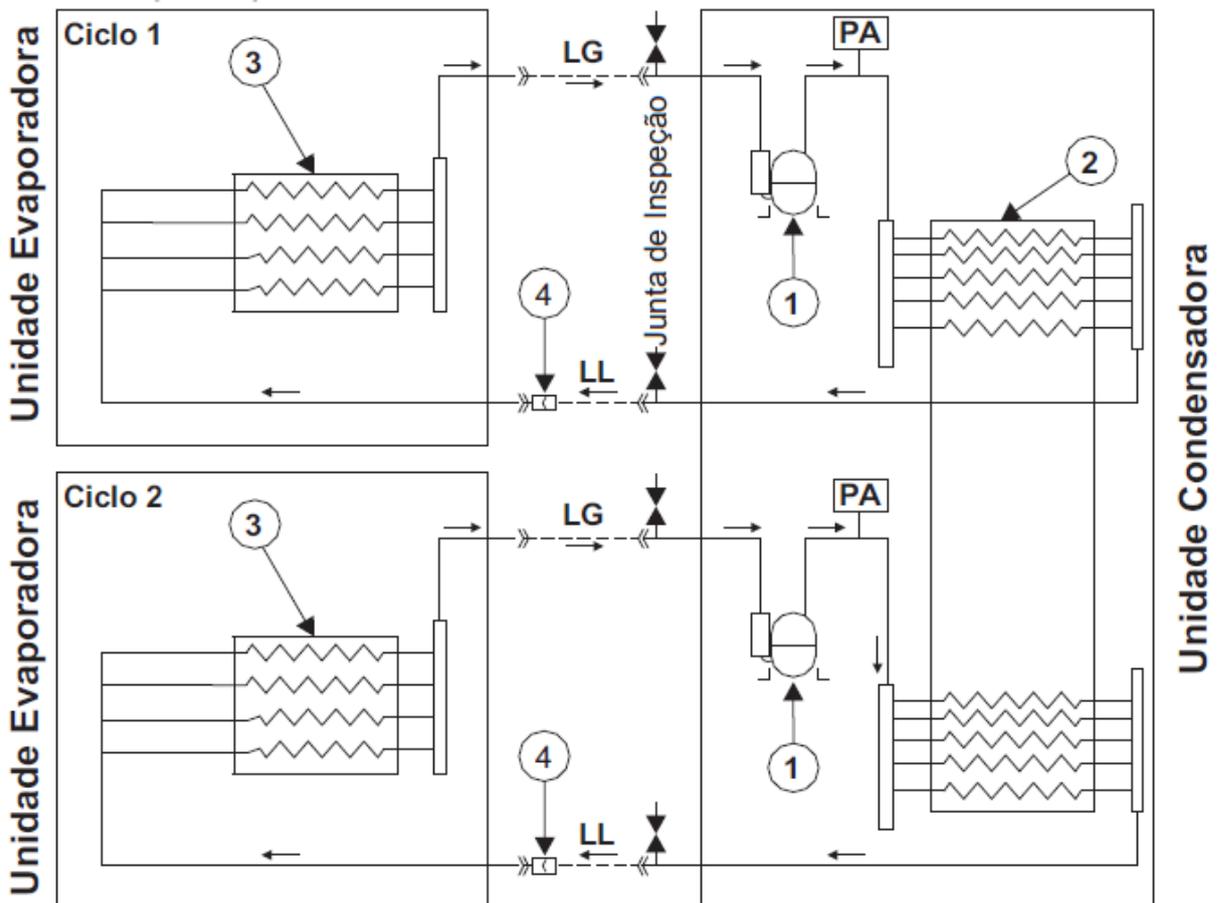
Fonte: Catálogo da Hitachi.

Figura 3 – Esquema de uma unidade Split, sendo 1 compressor, 2 condensador, 3 evaporador, 4 orifício de expansão, LL linha de líquido, LG linha de gás.



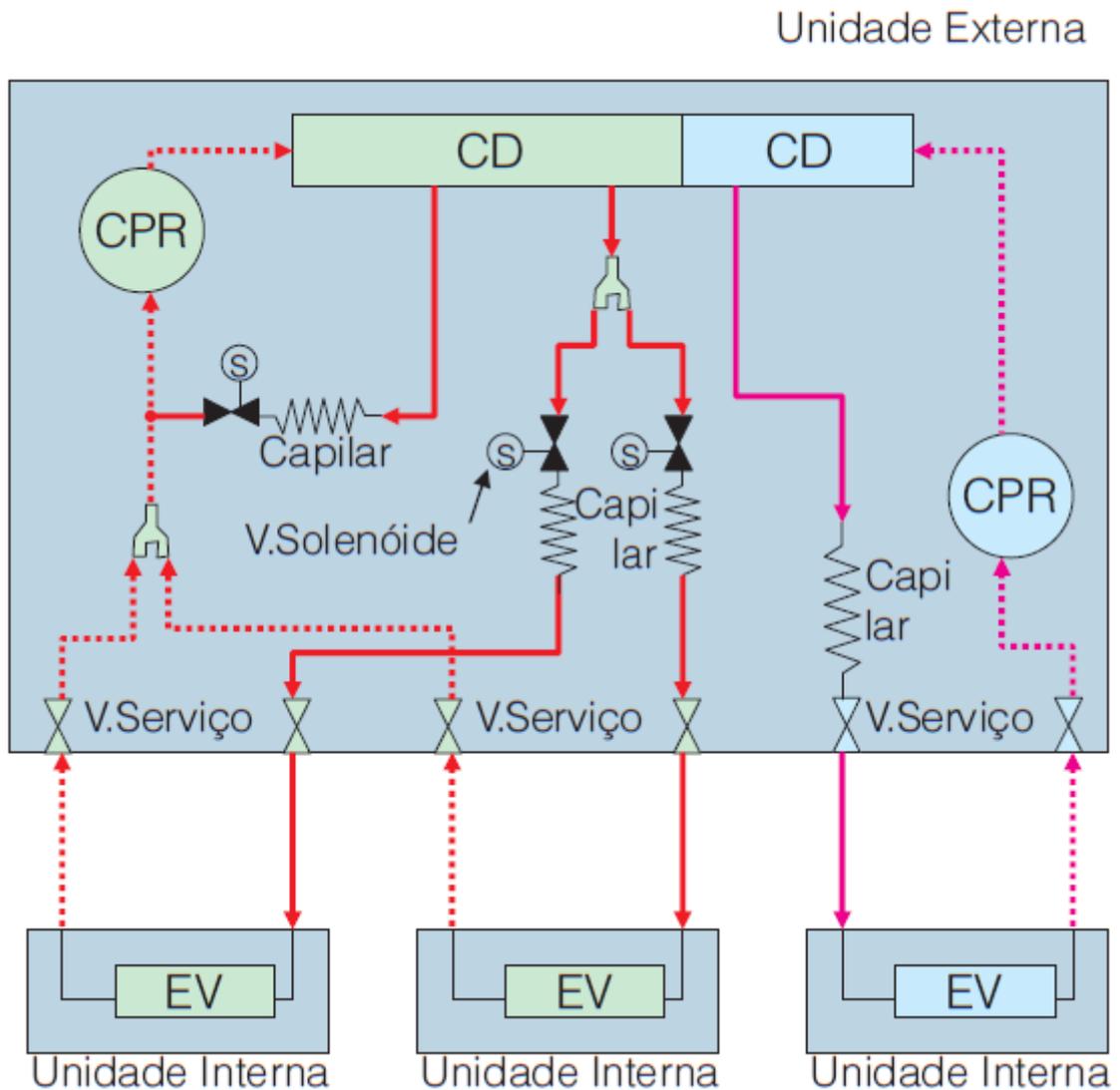
Fonte: Catálogo da Hitachi.

Figura 4 – Esquema de uma unidade Bi-Split, sendo 1 dois compressores de 48.000BTU/h, 2 condensador, 3 evaporador, 4 orifício de expansão, LL linha de líquido, LG linha de gás.



Fonte: Catálogo da Hitachi.

Figura 5 – Esquema de uma unidade Tri-Split, sendo CPR dois compressores um de 9.000BTU/h e outro de 18.000BTU/h, CD condensador, EV evaporador cada um de 9.000BTU/h.



Fonte: Catálogo da Hitachi

2 Climatização - Revisão Bibliográfica

O plano de manutenção e controle elaborado na tabela 6 da seção 4.6 teve como base a norma da ABNT NBR 13971 e a Portaria nº3.253, as quais são direcionadas para diversos tipos de sistemas de climatização. Dessa forma, faz-se necessário o estudo e a visão geral apresentados abaixo para que possa existir um maior refinamento e nível de critério tanto na escolha das ações e suas periodicidades quanto em possíveis adaptações às circunstâncias apresentadas.

2.1 Tipos de sistemas de climatização

Todo desenvolvimento da tecnologia da climatização tem como alicerce as leis da termodinâmica e por isso serão apresentadas de forma sucinta.

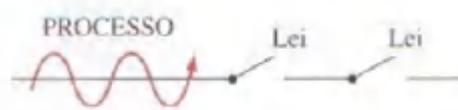
- **Lei Zero da Termodinâmica:** Se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro corpo, eles também estão em equilíbrio térmico entre si. Essa lei serve como base para a validação da medição da temperatura.
- **Primeira Lei da Termodinâmica** (ou princípio de conservação da energia): A energia não pode ser criada nem destruída durante um processo, mas apenas mudar de forma. Surgindo, com isso, a definição de Energia Total:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Energia total} \\ \text{entrando no sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Energia total} \\ \text{saindo do sistema} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Variação da} \\ \text{energia do sistema} \end{array} \right)$$

$$E_e - E_s = \Delta E_{\text{sistema}} \quad (1)$$

- **Segunda Lei da Termodinâmica:** Pressupõe algumas idéias essenciais:
 - Os processos na natureza ocorrem em uma determinada direção, por exemplo, um corpo mais quente sempre perde calor para um mais frio e nunca ao contrário. A propriedade Entropia é um critério para tal afirmação:

Figura 6 – Um processo, para existir, deve respeitar a primeira e a segunda leis da termodinâmica.



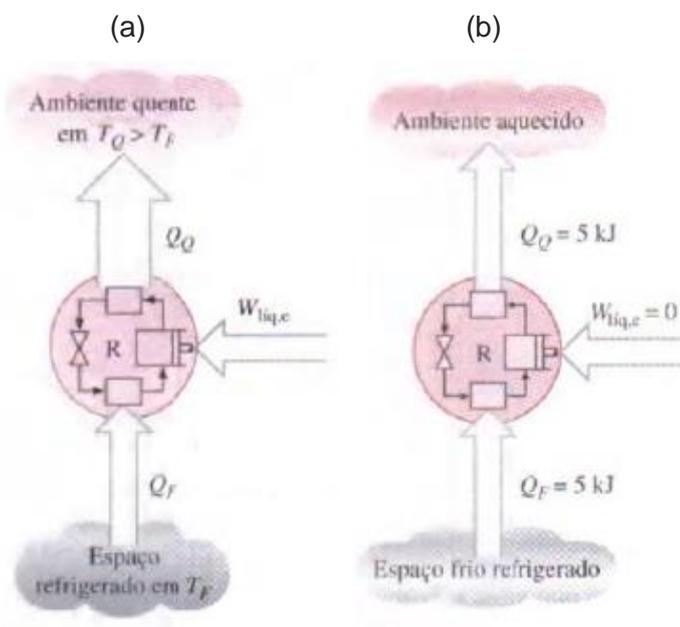
Fonte: Çengel, 1998.

- A energia tem qualidade, não apenas quantidade. O trabalho é a forma mais valiosa de energia, pois todo ele pode ser convertido em calor, porém apenas uma parte do calor pode se transformar em trabalho. E quanto mais alta a temperatura, maior a qualidade da energia.
- Determina os limites teóricos para o desempenho dos sistemas de engenharia mais usados, a saber: máquinas térmicas e refrigeradores. Trabalho pode ser convertido em calor de forma direta e completa, mas a conversão de calor em trabalho exige a utilização de dispositivos especiais, tal circunstância não se deve a efeitos de natureza dissipativa, é uma limitação que se aplica tanto às máquinas térmicas ideais quanto às reais.
- Três enunciados síntese:
 - I. “A quantidade de entropia de qualquer sistema isolado termodinamicamente tende a incrementar-se com o tempo, até alcançar um valor máximo”, em palavras mais simples, entre sistemas em contato as diferenças tendem a igualar-se, ou seja, equilíbrio térmico.
 - II. Enunciado de Clausius: “É impossível construir um dispositivo que funcione em um ciclo e não produza qualquer outro efeito que não seja a transferência de calor de um corpo com temperatura mais baixa para um corpo com temperatura mais alta.” (ver figura 7).
 - III. Enunciado de Kelvin-Planck: “É impossível para qualquer dispositivo que opera em um ciclo receber calor de um único reservatório e produzir um quantidade líquida de trabalho.” (ver figura 8).

A partir da compreensão e plasmação dessas leis o homem criou as máquinas térmicas. O princípio do ciclo de Carnot que fornece referências de limites teóricos tem seus impedimentos práticos superados considerando a vaporização completa do refrigerante antes dele ser comprimido e a substituição da turbina por um elemento de estrangulamento, a saber: a válvula de expansão ou tubo capilar, resultando assim em um Ciclo ideal de refrigeração por compressão de vapor (figura 9), o qual é a base

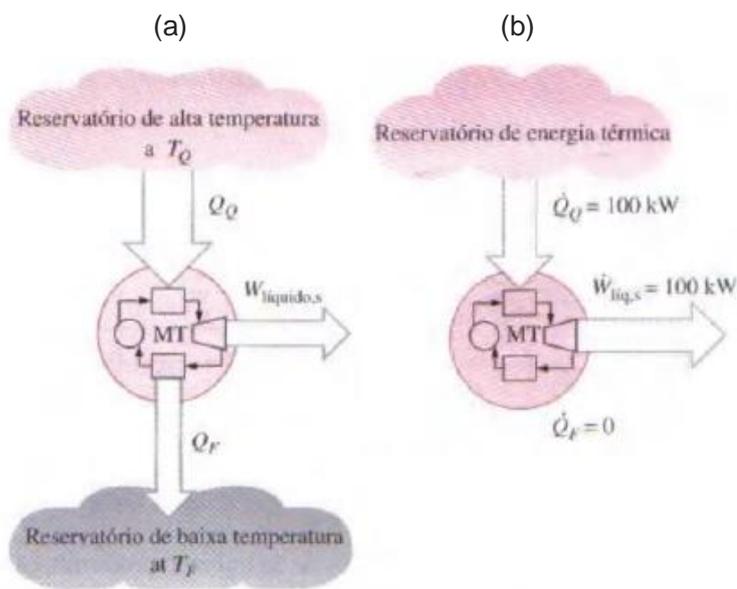
de todas as máquinas dos sistemas que serão citados a seguir e também de todas as máquinas que refrigeram a Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN.

Figura 7 – (a) Representação esquemática de um refrigerador. (b) Um refrigerador que não obedece ao enunciado de Clausius.



Fonte: Çengel, 1998.

Figura 8 – (a) Representação esquemática de uma máquina termica. (b) Uma máquina termica que não obedece ao enunciado de Kelvin-Planck.

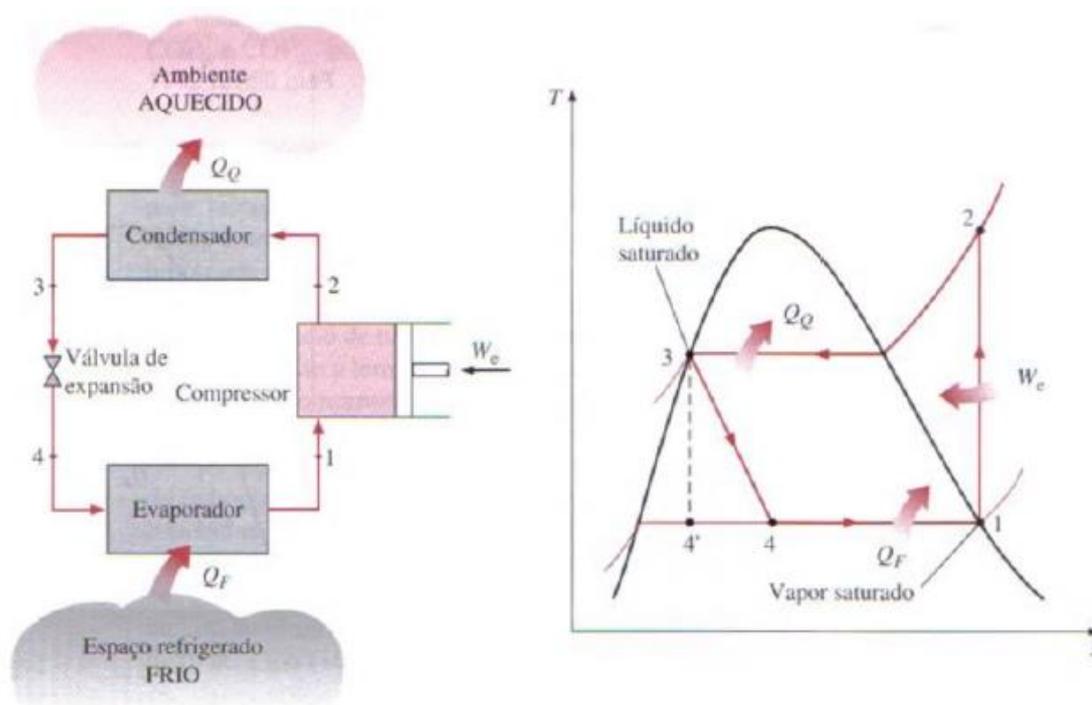


Fonte: Çengel, 1998.

Analisando o Ciclo ideal de refrigeração por compressão de vapor (Figura 9):

- Processo 1-2: Compressão isentrópica em um compressor até uma temperatura acima da temperatura externa;
- Processo 2-3: Perda de calor Q_Q a pressão constante em um condensador;
- Processo 3-4: Estrangulamento em um dispositivo de expansão até uma temperatura menor que a do espaço refrigerado;
- Processo 4-1: Absorção de calor Q_F a pressão constante em um evaporador;

Figura 9 – Esquema do Ciclo ideal de refrigeração por compressão de vapor e seu diagrama T-s.



Fonte: Çengel, 1998.

Para o ciclo por compressão ideal a vapor tem-se os seguintes COPs:

$$COP_R = \frac{q_F}{w_{liq,e}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2)$$

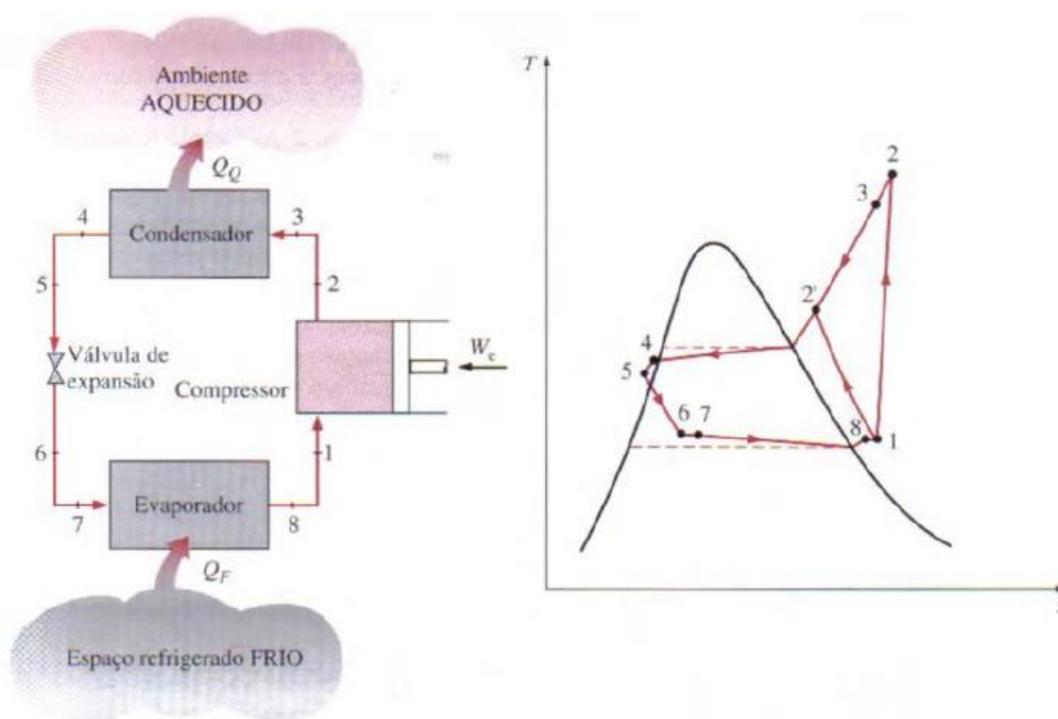
$$COP_{BC} = \frac{q_Q}{w_{liq,e}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} \quad (3)$$

Um Ciclo real de refrigeração por compressão de vapor difere do ciclo ideal principalmente devido às irreversibilidades, tais como: o atrito que gera queda de pressão, a transferência de vapor de ou para a vizinhança, conexões, curvas e o comprimento das tubulações, etc. Soma-se a isso, as necessárias margens de

segurança na entrada do compressor, onde deve haver um ligeiro superaquecimento para garantir a entrada do fluido totalmente vaporizado e a margem de segurança na entrada da válvula de expansão com um sub-resfriamento garantindo a completa condensação do refrigerante. Na compressão a entropia pode aumentar ou diminuir devido ao atrito e a transferência de calor.

O sistema de refrigeração representado na figura 10 é o mais comumente usado e o mais simples, sendo aquele que representa as máquinas de ar condicionado split da ECT.

Figura 10 - Esquema do Ciclo real de refrigeração por compressão de vapor e seu diagrama T-s.



Fonte: Çengel, 1998.

Tendo como base todo o exposto acima, os sistemas de ar condicionado podem ser divididos em dois tipos principais: sistemas de expansão direta e sistemas de expansão indireta. O primeiro se dá quando o fluido frigorífico da máquina resfria diretamente o ar a ser insuflado no ambiente condicionado. Existem vários tipos de sistemas de expansão indireta: ar condicionado janela (ACJ), sistema tipo split, sistema tipo self-container, sistema tipo rooftop, sistema tipo "splitão", sistema tipo VRF ou mult-split. Não cabe ao escopo desse trabalho detalhar cada um desses sistemas, mas as imagens abaixo ilustrarão um pouco cada um deles.

Figura 11 – Tipos de sistemas de expansão indireta, respectivamente: ar condicionado janela, sistema split, sistema self-container, sistema rooftop, sistema “splitão”, sistema VRF



Sistemas de expansão indireto ou de água gelada são aqueles em que o sistema de refrigeração (normalmente um *Chiller*) resfria o fluido secundário (normalmente a água no estado líquido ou outro fluido em caso de temperaturas abaixo de $0,0^{\circ}\text{C}$), que por sua vez resfria o processo final, ou seja, o ar do ambiente climatizado. A água ou fluido secundário circula no sistema por uma rede hidráulica através de bombas. São usadas unidades resfriadoras de líquido – os *Chillers* – como equipamentos do processo de refrigeração. Devido à sua complexidade, os sistemas de água gelada são aplicáveis a edificações de maior porte, tipicamente com carga térmica superior a 1.000 kW (aproximadamente 300ton). Esses sistemas devidamente projetados podem atender plenamente os requisitos de processos industriais e/ou de conforto e bem-estar, através do controle de temperatura, umidade relativa, requisitos de filtragem e renovação de ar para servir diferentes ambientes condicionados.

Figura 12 – Esquema de um circuito primário e secundário de água gelada

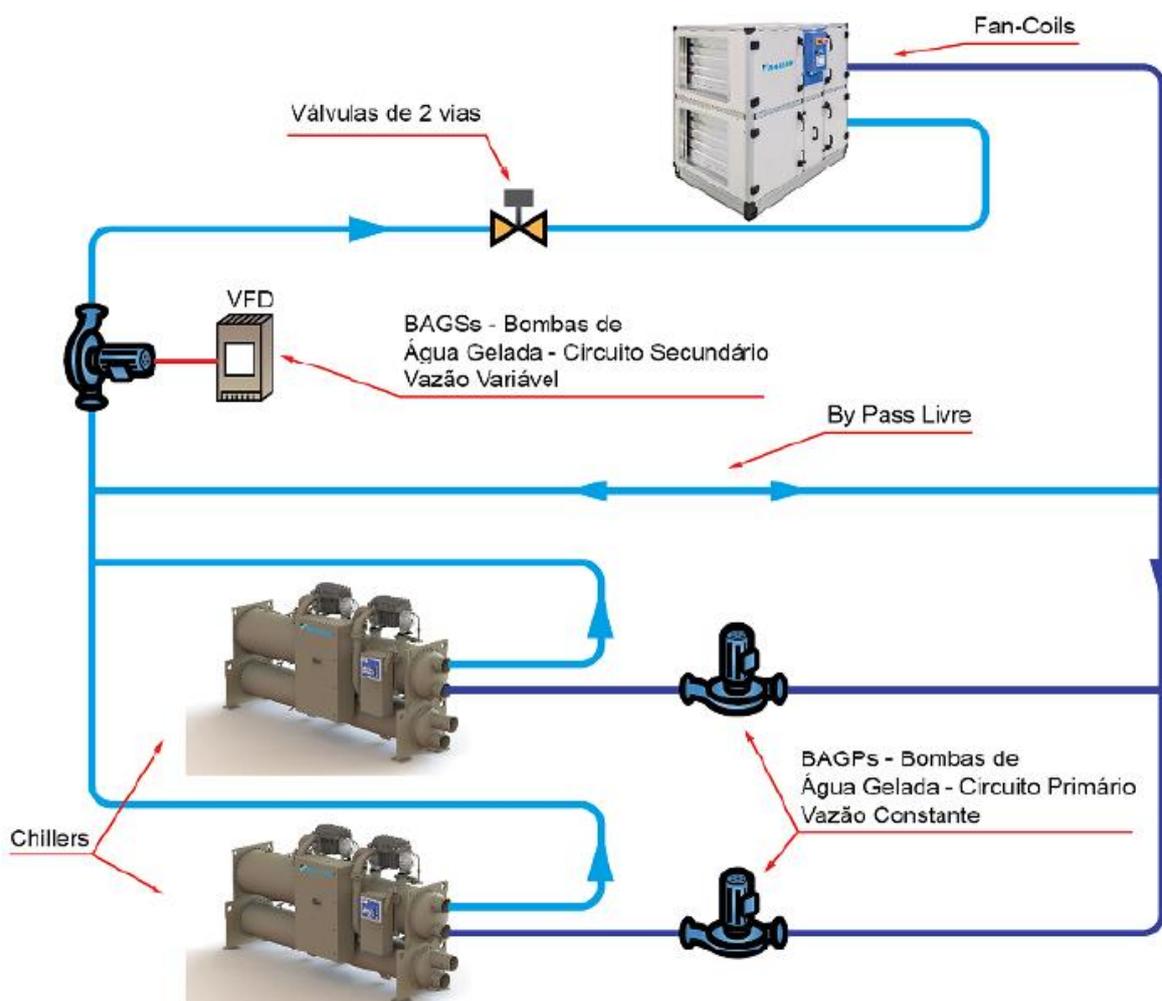
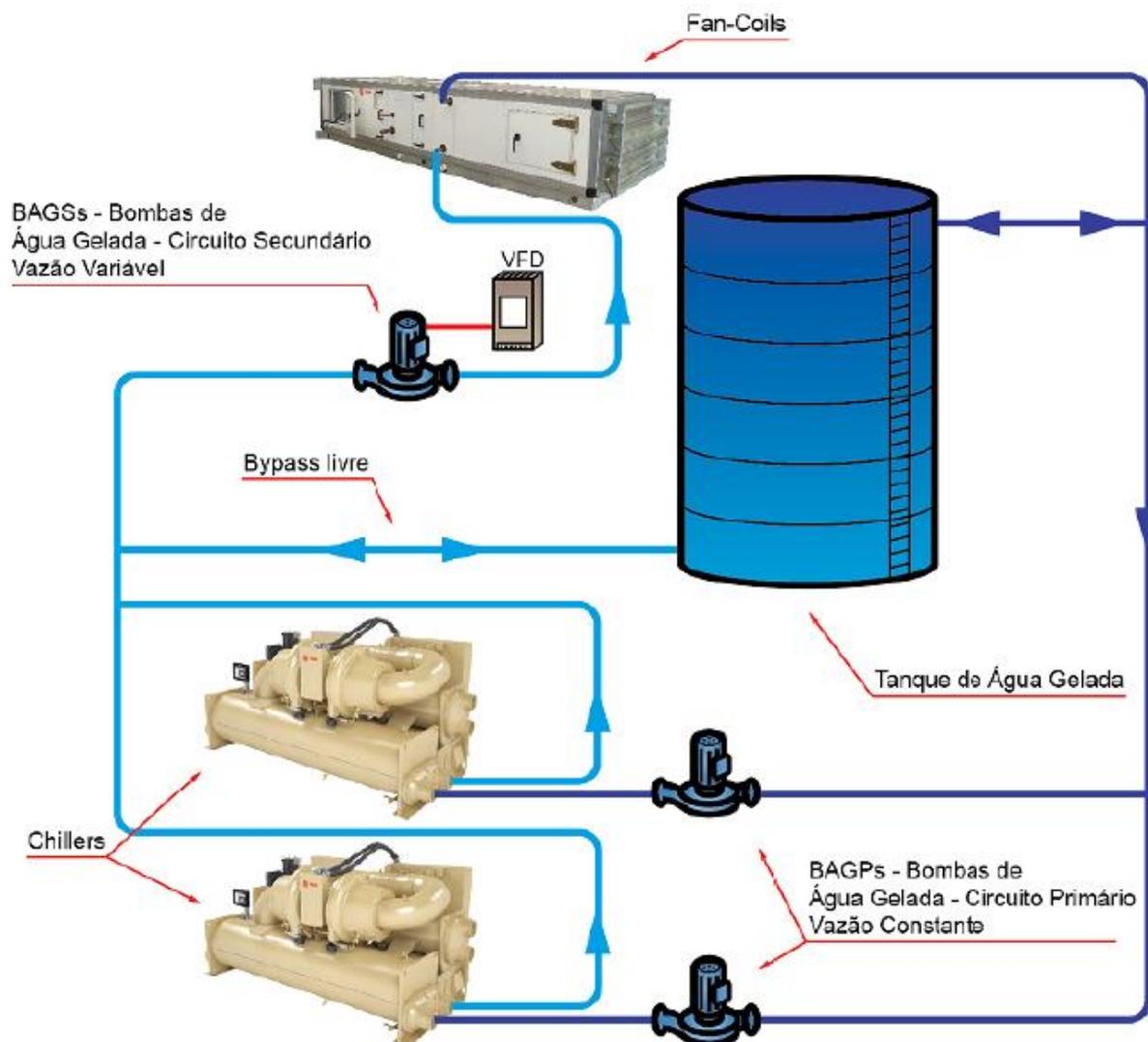


Figura 13 – Esquema de um sistemas de termoacumulação



Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016.

Os chillers podem ser classificados pela forma como se estrutura o sistema de válvulas, bombas, by-pass e etc, a saber: circuito único de água gelada com válvulas de 3 vias, circuito único de água gelada com válvulas de 2 vias, circuito primário e secundário de água gelada, circuito primário de água gelada variável, circuito único com vazão de água gelada variável, sistemas de termoacumulação (de água gelada, de gelo: ice balls, tanque de serpentinas). E podem ainda ser classificados pelo tipo de compressor que os move (figura 14): chiller Scroll, chiller parafuso de condensação à ar, chiller parafuso de condensação à água, chiller centrífugo de condensação à água, chiller de absorção.

Figura 14 – Chiller classificados pelos tipos de compressores, respectivamente: chiller Scroll, chiller parafuso de condensação à ar, chiller parafuso de condensação à água, chiller centrífugo de condensação à água, chiller de absorção



Fonte: REVISTA WEBARCONDICIONADO, 2016.

2.2 Elementos de máquina

Muitos são os elementos de máquina que compõem os sistemas de refrigeração tipo splits da ECT. A seguir será falado um pouco sobre cada um deles. A manutenção e controle do PMOC são realizados basicamente nesses elementos.

Figura 15 – Um das condensadora da ECT com os elementos expostos.



Fonte: Elaborado pela autora.

2.2.1 Dispositivo de Expansão

O dispositivo de expansão tem a função de captar o fluido refrigerante do condensador e promover sua perda de carga (com conseqüente redução na pressão) separando os lados de alta e de baixa pressão, além de regular a vazão mássica do fluido que chega no evaporador. Existem diversos tipos de dispositivos de expansão, tais como: Válvulas de expansão de pressão constante; Válvulas de expansão termostática; Válvulas eletrônicas de expansão; Tubos capilares e Pistão expensor. Falarei um pouco mais sobre dois deles, pois são os mais comuns nos sistemas split da ECT.

Tubos cabilares:

- Usado em quase todos os sistemas de climatização de baixa capacidade, de até 10KW.

- A medida que o refrigerante passa pelo tubo, a pressão desce devido a fricção e a aceleração do refrigerante.
- Uma relação entre o diâmetro interno com o comprimento do capilar fornece a uma diferença de pressão determinada, são diversas as combinações disponíveis para obter as condições almejadas.
- A quantidade de fluido refrigerante que entra no evaporador é regulada por meio do princípio de que uma massa de refrigerante no estado líquido atravessa com mais facilidade um capilar que no estado gasoso.
- Vantagens: reduzido custo.
- Desvantagem: não ser possível qualquer ajuste para variações nas pressões de descarga ou sucção, nem na carga térmica.

Figura 16 – Exemplo de Tubo capilar



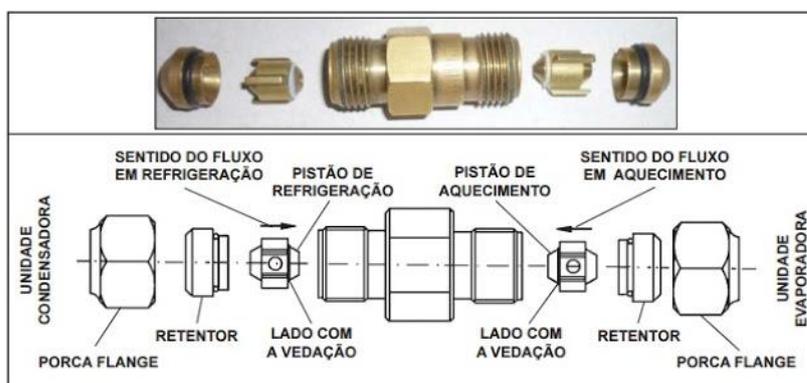
Fonte: <http://refrigerandomundo.blogspot.com.br/2016/08/ciclo-frigorifico-agora-que-javimos-os.html>, acessado em 17/05/2018

Pistão expensor (piston accurator):

- O processo de expansão tem como base o pistão (também conhecido como “piston” ou “accurator”) que possui orifícios calibrados fixos, ver figura abaixo.
- Aplicado em ar condicionados tipo split a partir da capacidade de 30.000 btu/h e para cada capacidade tem-se uma referência de pistão diferente.
- O sistema accurator é constituído por duas porcas, dois retentores, um corpo e um pistão para refrigeração (e um para aquecimento quando necessário).

- O pistão tem uma maior precisão do fluxo de massa do gás refrigerante que vai para o interior do evaporador, se comparado ao sistema de tubo capilar. E ele é de fácil manutenção, por causa da facilidade em remove-lo do corpo.
- Em sistemas apenas de refrigeração se utiliza um pistão, em sistemas Refrigerador/Bomba de Calor se utiliza 2 pistões, que dependendo do sentido do fluxo de gás, um pistão faz o processo de expansão e o outro funcionando como um by-pass e vice-versa.
- Fabricado em latão, tem grande facilidade de ajustes, devido a suas partes moveis, porém mais sujeito a manutenção e vazamentos.

Figura 17 – Foto do sistema de estrangulamento Pistão Expansor e sua representação esquemática.



Fonte: <https://www.slideshare.net/EvandroPereiraMascar/iom-split-versatile-carrier>,
acessado em 17/05/2018

2.2.2 Compressor

O compressor é o coração do sistema, não só por bombear o fluido refrigerante ou por ser o componente mais caro do sistema como também por ser o elemento que fornece trabalho para que o processo não natural ocorra e a Segunda Lei da Termodinâmica possa acontecer obedecendo o enunciado de Clausius. A função principal do compressor na refrigeração é aumentar a pressão do fluido no estado gasoso, com o conseqüente aumento da temperatura. São duas as classificações nas quais se fundamentam todas as espécies de compressores de uso industrial: os volumétricos (ou de deslocamento positivo) e os dinâmicos, conforme esquema mostrado:

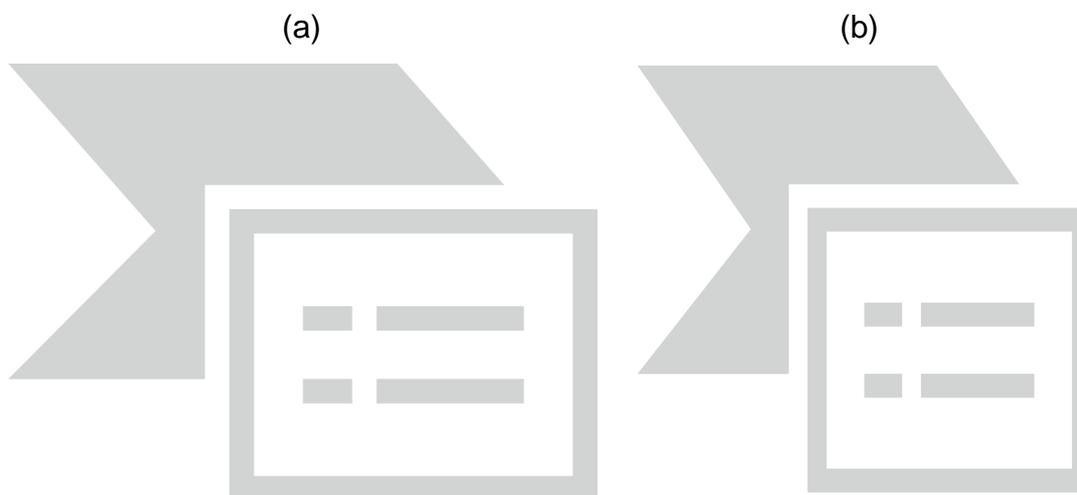
Tabela 1 – Classificação dos compressores.

1. VOLUMÉTRICOS	1.1 Alternativos	1.1.1 Herméticos
		1.1.2 Semi-Herméticos
		1.1.3 Abertos
	1.2 Rotativos	1.2.1 Palhetas
		1.2.2 Parafusos
		1.2.3 Scroll
2. DINÂMICOS	2.1 Centrífugos	
	2.2 Axiais	

Fonte: Elaborada pela autora.

Os **compressores dinâmicos** ou turbocompressores tem um princípio de funcionamento baseado na conversão da energia cinética em energia de pressão, através da transferência contínua de momento angular pelas pás do rotor, gerando a aceleração do refrigerante e o aumento da pressão. Esses tipos de compressores tem maior atuação em processos industriais não cabendo no escopo desse trabalho.

Figura 18 – (a) compressor dinâmico centrífugo e (b) compressor dinâmico axial.



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAELAAF/compressores>, acessado em

17/05/2018

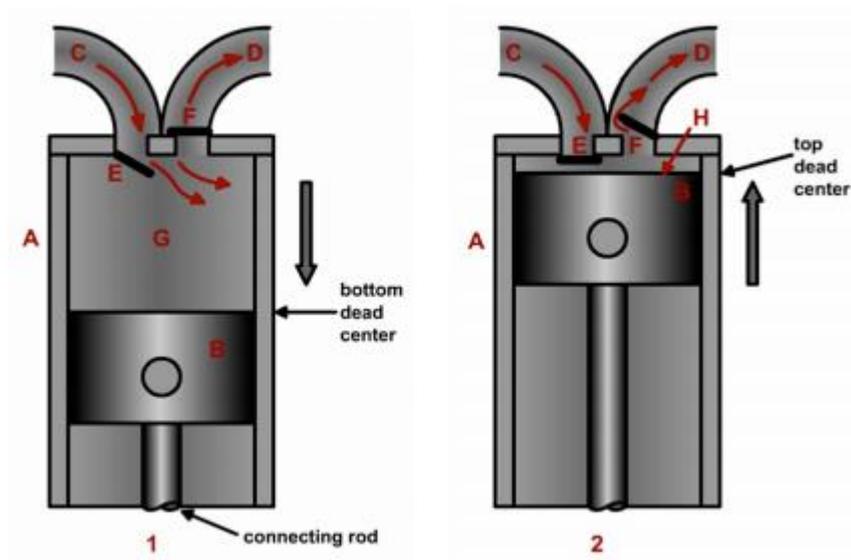
Os **compressores volumétricos** ou de deslocamento positivo fornecem o aumento de pressão através da redução do volume ocupado pelo vapor do refrigerante. O funcionamento dessas máquinas segue um padrão: uma certa

quantidade de gás é admitida no interior de uma câmara de compressão, que então é cerrada e sofre redução de volume, por fim a câmara é aberta e o gás liberado. São os mais usados nos sistemas comuns de ar condicionados, com os quais lido diariamente, por isso serão detalhados um pouco mais.

Compressores alternativos:

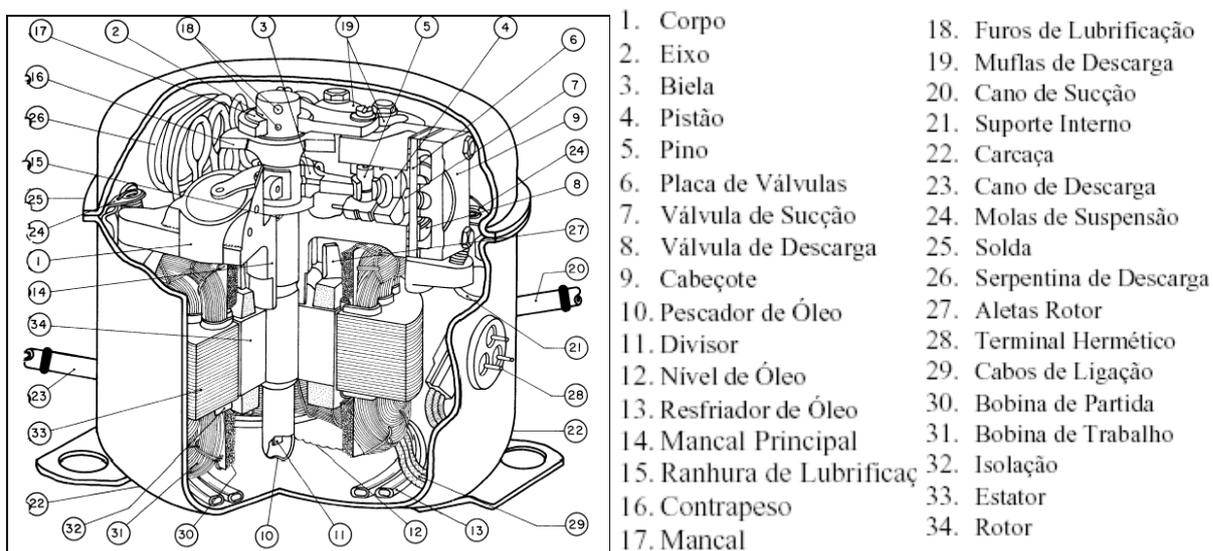
- São formados por um pistão movimentando-se dentro de um cilindro, semelhante a um motor de combustão interna.
- O pistão desloca-se do ponto morto superior (PMS) para o ponto morto inferior (PMI), fazendo o vapor entra no cilindro através de uma válvula de sucção, que se abre pela diferença de pressão, sendo o volume do cilindro quase totalmente preenchido.
- Na volta, o pistão vai do PMI até o PMS, quando a pressão no interior do cilindro aumenta pela diminuição do volume, até conseguir vencer a força da mola da válvula de descarga, o vapor sai próximo da pressão de condensação.
- Existe o chamado Espaço Nocivo (3 a 4% do volume total do cilindro), onde fica parte do vapor à pressão de descarga, necessário para acomodar as válvulas e para permitir tolerâncias do processo de fabricação.
- O espaço nocivo gera um processo de reexpansão do vapor, que na aspiração, a pressão não diminui imediatamente até a pressão de sucção, o que influencia negativamente no desempenho do compressor.
- Podem ser subdivididos em três categorias: **Hermético** (há uma interligação do sistema com o motor elétrico compartilhando componentes dos sistemas elétrico e mecânico que são vedados do ambiente externo por uma carcaça de aço sem a possibilidade de manutenção, possível, mas não recomendada, tendo como vantagens menor ruído e ausência de vazamento); **Semi-hermético** (compartilha a mesma carcaça com o motor elétrico, mas permite reparos de seus componentes internos e as capacidades de refrigeração são maiores que o anterior) e **Aberto** (com exceção do eixo, não há interligação entre o sistema e o acionador e é o mais utilizado na refrigeração industrial pela facilidade de reparo e por ser robusto e de maiores capacidades com relação aos demais).

Figura 19 – Princípio de funcionamento de um compressor alternativo.



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAELAAF/compressores>, acessado em 17/05/2018

Figura 20 – Compressor alternativo comumente usado em refrigeradores domésticos (geladeiras, freezers, etc).



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAELAAF/compressores>, acessado em 17/05/2018

Figura 21 – Compressor alternativo mais robusto.

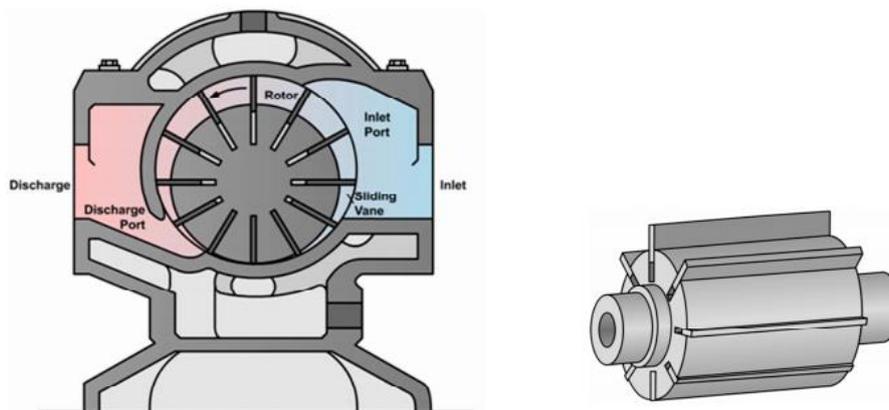


Fonte: <http://blog.airrent.com.br/o-que-e-um-compressor-de-ar/>, acessado em 17/05/2018

Compressores de palhetas deslizantes:

- A selagem entre as regiões de alta e baixa pressão ocorre nas linhas de contato entre pás e cilindro e pás e ranhuras.
- Devido às múltiplas palhetas tem-se múltiplas câmaras de compressão onde cada uma representa uma fração da diferença de pressão total do compressor.
- Não é necessário o contato entre rotor e cilindro, mas as folgas radiais devem ser mínimas evitando que o vapor comprimido penetre no lado de sucção.
- Não precisa de molas para comprimir as palhetas contra o cilindro, pois são arremessadas pela força centrífuga.
- Não há válvulas de sucção ou descarga, a entrada e saída do vapor são controladas por arranjos geométricos. Por isso, quando o compressor está parado, o vapor pode escoar da região de alta para a de baixa pressão, com isso podem ser utilizados motores de baixo torque de partida e uma válvula de retenção na descarga para impedir retorno de vapor comprimido (quente) para o evaporador.
- O eixo de rotação (O) coincide com o eixo do rotor, mas é excêntrico em relação ao eixo do cilindro (O').

Figura 22 – Representação de um compressor rotativo de palhetas deslizantes.

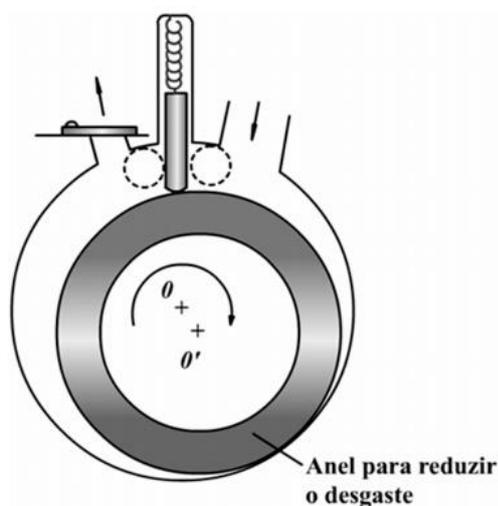


Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAELAAF/compressores>, acessado em 17/05/2018

Compressor de pistão rolante (na Tabela 1, classificação 1.2.1):

- Apenas uma palheta, acionada por uma mola, que divide as câmaras de sucção e descarga.
- O eixo de rotação (O) é excêntrico ao eixo do rotor (O'), mas coincide com o eixo do cilindro.
- A selagem entre as regiões de alta e baixa pressão deve ser realizada na linha de contato entre a pá e o rotor e entre a pá e a sua ranhura, exigindo elevadas tolerâncias para evitar folgas.
- Tem apenas a válvula de descarga e enquanto a descarga acontece, o volume na sucção é preenchido pelo vapor proveniente do evaporador.
- O volume residual presente na descarga mistura-se ao vapor já presente no volume de sucção que está sendo comprimido, o que gera um efeito menos nocivo no desempenho do compressor.
- Vantagens: apresenta menor número de partes móveis, é compacto e leve.
- As peças deslizantes devem apresentar grande resistência ao desgaste.

Figura 23 – Representação esquemática de um compressor rotativo de pistão rolante.

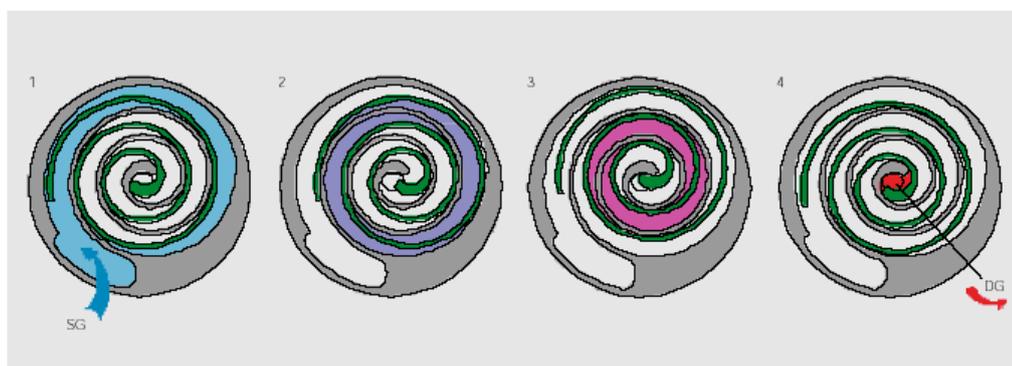


Fonte: <https://climatizacaolumertz.com.br/2015/05/11/compressor/>, acessado em 17/05/2018

O compressor scroll:

- Possui duas espirais sendo uma fixa e outra móvel, acionada por um eixo excêntrico.
- O refrigerante é comprimido através da redução de seu volume devido a interação entre as espirais, em um processo de sucção e descarga praticamente contínuo.
- Ausência de válvulas de sucção e descarga; Baixo ruído e vibração; Compacto e leve; Alta confiabilidade; Alta eficiência (não possui espaço nocivo).
- Uso comum em ar condicionados split, o mais comum no sistema de climatização da ECT.

Figura 24 – Exemplo de compressor scroll e seu detalhe interno e funcionamento.





Fonte: <https://climatizacaolumertz.com.br/2015/05/11/compressor/>, acessado em 17/05/2018

Compressor tipo parafuso:

- Formado por dois rotores, um macho e um fêmea, montados em rolamentos para fixar sua posição dentro de uma carcaça, com elevadas tolerâncias.
- O formato dos rotores é helicoidal, com diferentes números de lóbulos no rotor macho e no fêmea, semelhantes a parafusos sem fim acoplados.
- Para aplicações de baixa e média pressão, como na refrigeração industrial, o rotor macho possui quatro a cinco lóbulos enquanto o rotor fêmea possui seis ou sete lóbulos.
- O motor de acionamento é geralmente conectado ao rotor macho, acionando o rotor fêmea através de um filme de óleo lubrificante.
- Alta eficiência volumétrica, pois não há espaço nocivo; baixa temperatura de descarga (entre 60°C a 80°C), obtida através da injeção de óleo na câmara de compressão; menor número de componentes; ausência de válvulas de sucção e descarga; baixo ruído; menor vibração.

Figura 25 – Compressor rotativo tipo parafuso.



Fonte: <http://mixmanutencao.com.br/compressores/compressor-parafuso>, acessado em 17/05/2018

2.2.3 Condensador

O condensador é o elemento do sistema de refrigeração que têm a função de transformar o gás quente, que vem do compressor a alta pressão, em líquido, rejeitando o calor contido no fluido refrigerante (absorvido no evaporador e no processo de compressão) para alguma fonte externa, o que ele faz com a ajuda de um **motor ventilador**. Nesta fase, ocorre a transformação do refrigerante de vapor superaquecido para líquido sub resfriado a alta pressão.

Normalmente, a estrutura essencial de um condensador é a serpentina (ver figura 26 abaixo) formada por várias fileiras sequenciadas de tubos em ziguezague (contendo o refrigerante) e rodeados de aletas, as quais contribuem com a troca de calor.

Existem dois tipos de condensadores os resfriados a ar e os resfriados a água. Esse último ainda pode ser classificado em: duplo tubo; Carcaça e Serpentina (*Shell and Coil*); Carcaça e Tubo (*Shell and Tube*); de Placa; Evaporativos.

Figura 26 – Condensador de ar condicionado, na extrema esquerda da estrutura está a serpentina. Esse é um exemplo de condensador resfriado a ar.



Fonte: Elaborado pela autora.

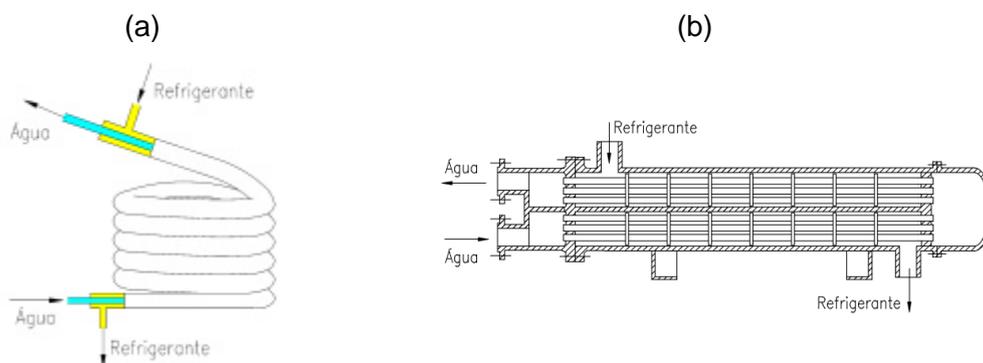
Condensadores resfriados a ar:

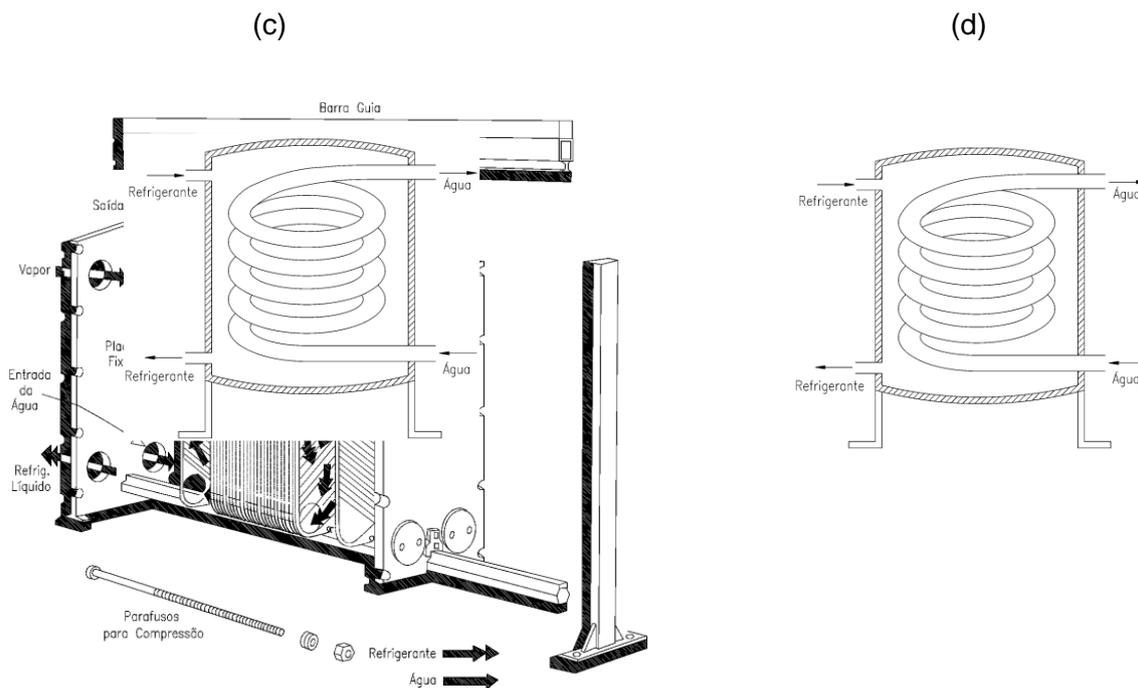
- Normalmente utilizados em unidades produzidas em fábricas (unidades condensadoras) de pequena ou média capacidade;
- Operam em uma faixa de capacidades que cobre a gama de valores de 1 a 100 TR (1TR = 3,5 kW = 12.000 btu/h).
- Devem ser instalados elevados em relação ao solo, para minimizar o acúmulo de sujeira sobre as serpentinas, o que prejudica a troca de calor.
- Deve-se sempre garantir que existam aberturas adequadas e livres de qualquer obstrução para entrada de ar frio e para a saída do ar quente, e que estas não estejam muito próximas para que não ocorra o “curto-circuito do ar”.
- Para sistemas de grande porte, deve-se tomar as devidas precauções quanto ao nível de ruído provocado pela grande quantidade de ar manejada por estes condensadores.

Condensadores resfriados a água:

- Quando limpos e corretamente dimensionados são mais eficientes que os condensadores resfriados a ar, especialmente em períodos mais quentes.
- Normalmente estes condensadores utilizam água proveniente de uma torre de resfriamento.

Figura 27 – Condensadores refrigerados a água do tipo: (a) duplo tubo; (b) Carcaça e Tubo; (c) de Placa; (d) Carcaça e Serpentina.





Fonte: FERRAZ, 2008.

Figura 28 – Condensador refrigerado a água do tipo evaporative.



Fonte: <http://coolproyect.es/2017/12/26/seleccion-del-condensador-aire-vs-evaporativo/>,
 acessado em 17/05/2018

2.2.4 Evaporador

O evaporador é o componente cuja função é o objetivo de um sistema de refrigeração: extrair calor do meio a ser resfriado. Por isso, não podia ser diferente, é um dos componentes principais do sistema. Também conhecido como serpentina de resfriamento, resfriador da unidade, serpentina de congelamento, congelador, entre

outros, o evaporador recebe o fluido refrigerante proveniente do elemento expensor, no estado líquido a baixa pressão e baixa temperatura, quando então, o fluido evapora absorvendo o calor da superfície da tubulação do evaporador, sofrendo uma mudança de estado de líquido sub resfriado para vapor saturado a baixa pressão. Esse processo acarreta o abaixamento da temperatura do ambiente interno do refrigerador.

Os três principais requisitos que devem ser considerados no projeto e seleção do evaporador em um sistema de refrigeração para a otimização da eficiência, são:

- Sem a necessidade de uma diferença excessiva de temperatura entre o refrigerante e a substância a resfriar, ter uma superfície suficiente para absorver a carga de calor necessária.
- Ter um espaço adequado não só para o refrigerante líquido poder receber a maior quantidade de calor possível como também para que o vapor do refrigerante se separe do líquido.
- Ter espaço suficiente para a circulação do refrigerante sem queda de pressão excessiva entre a entrada e a saída.

O evaporador guarda muitas semelhanças com o condensador, pois ambos são trocadores de calor, tanto que em alguns casos um pode funcionar como o outro. Porém o evaporador, talvez por cumprir a função objetivo do sistema, tem um maior número de classificações (quanto ao seu sistema de alimentação, quanto ao fluido a resfriar, etc), as quais não cabem no escopo desse relatório, pois os splits da ECT são formados apenas por evaporadores simples tipo cassete, hi-wall e piso teto, que caberiam na classificação de evaporadores para o resfriamento de ar com circulação forçada, devido o uso do motor ventilador (no caso do cassete) ou ao uso da turbina (nos hi-wall e piso teto).

2.2.5 Outros Elementos

Longe de esgotar as possibilidades de todos os componentes de refrigeração, cujo conhecimento poderia enriquecer esse trabalho, serão selecionados apenas alguns. Em um sistema de refrigeração tradicional, além dos elementos principais citados nas subseções acima, tem-se vários elementos eletrônicos. Dentre esses, existem os que são responsáveis por um esquema de proteção do compressor, algo

muito interessante, pois é como se fosse soldadinhos garantindo a vida do elemento que dá vida ao todo, abaixo segue alguns deles:

- Os **pressostatos** são interruptores elétricos comandados pela pressão, cujo ajuste se faz por meio de um parafuso. O rearme pode ser automático (função de controle) ou Manual (função de proteção, o ideal é assegurar o motivo do desarme garantindo a operação do sistema dentro dos limites de pressão adequados). *Pressostatos de baixa pressão*: desligam, quando a pressão da linha de líquido se torna menor do que um determinado valor; *Pressostatos de alta pressão*: desligam, quando a pressão da linha de gás se torna maior do que um determinado valor; *Pressostatos de alta e baixa*: reúnem as duas funções anteriores;
- O **protetor térmico** serve para que o sistema trabalhe em sua condição normal, atuando sempre que ocorre algum risco para o compressor, tendo como maior objetivo impedir que o motor do compressor aqueça até uma temperatura que o danifique ou o queime. Ele atua ao detectar que a corrente do compressor e a temperatura de bobina (motor) ou carcaça do compressor estão atingindo um nível crítico.
- O **contator** é um dispositivo eletromecânico que permite efetuar o controle de cargas (tensões diferentes do circuito de comandos, conter múltiplas fases, etc) num circuito de potência. Uma de suas vantagens é a possibilidade de acoplar dispositivos de proteção.

Além dos dispositivos elétricos que tem a função de proteção existem outros muito comuns e também importantes, a saber:

- **capacitor** permite armazenar cargas elétricas na forma de um campo eletrostático e mantê-la durante um certo período, mesmo que a alimentação elétrica seja cortada. Na refrigeração, os capacitores são classificados em dois tipos principais, a saber: *Capacitores de partida* visam aumentar o torque de partida dos compressores, auxiliando-os nos momentos da partida; *Capacitores de funcionamento* associado ao funcionamento do compressor ou motores.
- Os **termostatos** são interruptores automática que tem a finalidade de conservar a temperatura desejada no evaporador e na câmara. Indicam

variações de temperatura e fecham ou abrem os contatos elétricos. Estão associados aos *sensores de temperatura* e a *placas* que, entre outras coisas é o componente responsável pela comunicação entre o controle remoto, o evaporador e o condensador.

- O **sensor de degelo** não permite que as serpentinas do evaporador congelem.

Por fim, considerando o quanto é crítica a presença de umidade no compressor, destaca-se um componente conhecido como **Filtro secador**, o qual possui duas funções importantes: reter partículas sólidas que podem ocasionar obstrução ou danos às partes mecânicas do compressor e absorver completamente a umidade residual do circuito que não foi eliminada pelo processo de vácuo, evitando danos ao sistema como formação de ácidos, corrosão, aumento das pressões e obstrução do tubo capilar por congelamento da umidade.

4 O PMOC da ECT

A importância do PMOC resume-se em três grandes contribuições sendo a mais importante a de ser a base para a saúde e bem-estar dos ocupantes de ambientes artificialmente climatizados, pois garante o conforto por meio do funcionamento do sistema de climatização sem panes e a saúde através da ausência de impurezas de natureza física, química ou biológica. Além disso, agrega mais tempo a vida útil da máquina, proporciona o aumento da eficiência do sistema de ar condicionados e consequente redução do gasto com a energia elétrica.

Atualmente a UFRN não possui a cultura do POMC em suas estruturas, fato que motivou a elaboração desse trabalho, visto que como instituição de ensino a UFRN deve dar o exemplo prático dos conhecimentos transmitidos para que exista a possibilidade da execução do que se aprende.

4.1 Identificação do ambiente ou conjunto de ambientes

Tabela 2 – Identificação do ambiente

NOME (EDIFÍCIO/ENTIDADE)			
<i>Escola de Ciências e Tecnologia (ECT)</i>			
LOCALIZAÇÃO			Nº
<i>UFRN - Campus Central</i>			<i>S/N</i>
COMPLEMENTO	BAIRRO	CIDADE	UF
-	<i>Lagoa Nova</i>	<i>Natal</i>	<i>RN</i>
TELEFONE		FAX	
-		-	

Fonte: Adaptação da portaria GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998 (DOU)

4.2 Identificação do proprietário

Tabela 3 – Identificação do proprietário

NOME/RAZÃO SOCIAL	CIC/CGC
-------------------	---------

<i>Universidade Federal do Rio Grande do Norte</i>	24.365.710/0001-83
ENDEREÇO COMPLETO <i>Av. Senador Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova. Natal-RN</i>	TEL/FAX <i>(84) 3215-3218</i>

Fonte: Adaptação da portaria GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998 (DOU)

4.3 Identificação do responsável técnico

Tabela 4 – Identificação do responsável técnico

NOME <i>Lígia da Costa Garcia, graduanda de Engenharia Mecânica</i>
--

Fonte: Adaptação da portaria GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998 (DOU)

4.4 Relação dos equipamentos e ambientes climatizados

A tabela 5 foi elaborada com base no projeto de climatização disponibilizado no anexo 1, pelo esquema da atual numeração das salas do terceiro pavimento no anexo 6 e por meio de visitas feitas a ECT para equalizar o projeto com a realidade atual, tendo apoio também de informações fornecidas pela administração do prédio. A coluna da 'Identificação do ambiente' refere-se a cada sala da ECT.

Tabela 5 – Identificação dos ambientes climatizados e de seus equipamentos

Identificação do Ambiente	Quant.XCapac. (BTUs) ¹ /Tipo Evaporador ² / Marca/Tipo ³	Carga Térmica Total (BTUs)	Finalidade do Local ⁴	Nº de Ocupantes Fixos / Flutuantes ⁵	Área Climatizada Total (m ²) ⁶
¹ Quantidade de evaporadores e a capacidade térmica unitária de cada um deles. ² Tipos do evaporador: Hi-Wall (HW), Piso Teto (PT), Cassete (K7). ³ O tipo do condensador. ⁴ Está de acordo com a tabela 5 da NBR 6401. ⁵ Foi considerada a capacidade máxima de ocupantes da sala. ⁶ Foi consideradas as informações contidas no projeto do anexo 1.					
Térrio - Auditório A	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Anfiteatro	150	187,86

Térrio - Auditório B	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Anfiteatro	150	185,47
Térrio - Auditório C	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Anfiteatro	150	187,86
Térrio - Auditório D	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Anfiteatro	150	187,86
Térrio - Auditório E	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Anfiteatro	150	185,47
Térrio - Auditório F	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Anfiteatro	150	187,86
Térrio - Sec. Acadêmica	1 x 18.000/HW/ LG/Bi-split	18.000	Escritório	8	17,58
Térrio - Sec. Administrat.	1 x 36.000/K7/ Hitachi/Split	36.000	Escritório	10	29,71
Térrio - Lab. Química	2+1 x 60.000/PT Hitachi/Bi-split + Split	180.000	Laboratório	35	138,67
Subsolo - Professores substitutos	1 x 30.000/HW/ Hitachi/Split	30.000	Escritório	13	27,74
Subsolo - Depósito	1 x 30.000/HW/ Hitachi/Split	30.000	Escritório	2	29,71
1° - Sala 01	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Sala de aula	120	152,13
1° - Sala 02	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Sala de aula	120	150,55
1° - Sala 03	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Sala de aula	120	152,13

1° - Sala 04	4 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	192.000	Sala de aula	80	117,10
1° - Sala 05	6 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	288.000	Sala de aula	120	152,13
1° - Sala 06	3 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	144.000	Sala de aula	60	74,63
1° - Sala 07	3 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	144.000	Sala de aula	60	74,63
1° - Sala 08	3 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	144.000	Sala de aula	60	74,63
1° - Sala 09	3 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	144.000	Sala de aula	60	74,63
2° - Lab. Física 1	2 x 60.000/PT/ Hitachi/Bi-split	120.000	Laboratório	36	100,63
2° - Apoio de Física	1 x 36.000/PT/ Carrier/Split	36.000	Escritório	2	50,54
2° - Lab. Física 2	2 x 60.000/PT/ Hitachi/Bi-split	120.000	Laboratório	36	100,63
2° - Sec. Patrimônio	1 x 12.000/HW/ Hitachi/Bi-split	12.000	Escritório	2	15,05
2° - Sec. Patrimônio	1 x 36.000/PT/ Springer/Split	36.000	Escritório	10	34,14
2° - Lab. Eletrotécnica	2 x 60.000/PT/ Hitachi/Bi-split	120.000	Laboratório	33	99,37
2° - Servidores Infom.	24.000+36.000/ Hitachi+Carrier/ 2 x Split	60.000	Escritório	2	34,14

2° - Lab. Robótica	1 x 48.000/PT/ Hitachi/Bi-split	48.000	Laboratório	20	57,82
2° - Lab. Materiais Multifuncion.	1 x 48.000/PT/ Hitachi/Bi-split	48.000	Laboratório	6	37,82
2° - Lab. Experim. Numérica	1 x 9.000/HW/ Hitachi/split	9.000	Laboratório	4	20,00
2° - Labinfo 01	2 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	96.000	Laboratório	43	76,21
2° - Labinfo 02	2 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	96.000	Laboratório	43	74,63
2° - Labinfo 03	2 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	96.000	Laboratório	43	74,63
2° - Labinfo 04	2 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	96.000	Laboratório	43	74,63
2° - Sala dos Bolsistas e Monitoria	1 x 36.000/K7/ Hitachi/Split	36.000	Escritório	15	48,63
2° - Sala de Estudos	2 x 48.000/K7/ Hitachi/Bi-split	96.000	Sala de computadores	53	102,21
3° - Secret. Direção 1	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	5	18,74
3° - Secret. Direção 2	2 x 9.000/HW/ Hitachi/Bi-split	18.000	Escritório	4	18,52
3° - Chefia e Vice-Chefia	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	6	18,44

3° - Reprografia	1 x 24.000/HW/ Hitachi/Bi-split	24.000	Sala de xerox	3	16,38
3° - Sala Prof 01	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 02	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 03	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 04	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 05	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 06	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 07	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 08	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 09	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 10	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 11	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	4	17,93
3° - Sala Prof 12	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 13	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26

3° - Sala Prof 14	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 15	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 16	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 17	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 18	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 19	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 20	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	7	18,72
3° - Sala Prof 21	1 x 36.000/K7/ Hitachi/Bi-split	36.000	Escritório	9	27,25
3° - Sala Prof 22	1 x 36.000/K7/ Hitachi/Bi-split	36.000	Escritório	9	27,25
3° - Sala Prof 23	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	7	18,72
3° - Sala Prof 24	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	7	18,72
3° - Sala Prof 25	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Split	24.000	Escritório	7	17,93
3° - Sala Prof 26	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 27	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26

3° - Sala Prof 28	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 29	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 30	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 31	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 32	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 33	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 34	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 35	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 36	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 37	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 38	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 39	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 40	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 41	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26

3° - Sala Prof 42	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 43	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 44	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 45	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 46	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 47	1 x 9.000/HW/ Hitachi/Tri-split	9.000	Escritório	3	9,26
3° - Sala Prof 48	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Split	24.000	Escritório	7	18,44
3° - Sala Prof 49	1 x 24.000/PT/ Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	7	17,93
3° - Sala Prof 50	1 x 24.000/PT Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	7	17,93
3° - Sala Prof 51	1 x 36.000/K7 Hitachi/Bi-split	36.000	Escritório	9	27,25
3° - Sala Prof 52	1 x 36.000/K7 Hitachi/Bi-split	36.000	Escritório	9	27,25
3° - Sala Prof 53	1 x 24.000/PT Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	7	17,93
3° - Sala Prof 54	1 x 24.000/PT Hitachi/Bi-split	24.000	Escritório	7	17,93
3° - Sala Prof 55	1 x 24.000/PT Hitachi/Split	24.000	Escritório	7	17,93

Fonte: Adaptação da portaria GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998 (DOU)

4.5 Responsável técnico

A ECT encaixa-se no quesito de ser “um ambiente ou conjunto de ambientes dotados de sistema de climatização com capacidade igual ou superior a 5TR (15.000 kcal/h = 60.000 BTU/h)”, o que segundo a portaria GM/MS nº 3523, de 28 de agosto de 1998, e a resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003, faz-se necessário a atuação de um responsável técnico habilitado, atendendo as seguintes atribuições:

- a) implantar e manter disponível no imóvel um Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC, adotado para o sistema de climatização.
- b) garantir a aplicação do PMOC por intermédio da execução contínua direta ou indireta deste serviço (sessão 3.6).
- c) manter disponível o registro da execução dos procedimentos estabelecidos no PMOC.
- d) divulgar os procedimentos e resultados das atividades de manutenção, operação e controle aos ocupantes.

Atribuições recomendadas ao responsável técnico pela resolução nº 9:

- a) providenciar a avaliação biológica, química e física das condições do ar interior dos ambientes climatizados;
- b) promover a correção das condições encontradas, quando necessário, para que estas atendam ao estabelecido na seção 3.7 desse documento;
- c) manter disponível o registro das avaliações e correções realizadas;
- d) divulgar aos ocupantes dos ambientes climatizados os procedimentos e resultados das atividades de avaliação, correção e manutenção realizadas.

Em relação aos procedimentos de amostragem, medições e análises laboratoriais (descritas na resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003, da ANVISA), considera-se como responsável técnico:

O profissional que tem competência legal para exercer as atividades descritas, sendo profissional de nível superior com habilitação na área de química (Engenheiro químico, Químico e Farmacêutico) e na área

de biologia (Biólogo, Farmacêutico e Biomédico) em conformidade com a regulamentação profissional vigente no país e comprovação de Responsabilidade Técnica - RT, expedida pelo Órgão de Classe. As análises laboratoriais e sua responsabilidade técnica devem obrigatoriamente estar desvinculadas das atividades de limpeza, manutenção e comercialização de produtos destinados ao sistema de climatização.

4.6 Plano de manutenção e controle

Os procedimentos a seguir devem ser aplicados para os elementos dos três tipos de condensadoras da ECT, a saber: split, bi-split e tri-split; e também para os três tipos de evaporadoras: piso teto, hi-wall e cassete.

Figura 29 – Condensadoras da ECT



Fonte: Elaborada pela autora.

Observações:

- Caso necessário, a periodicidade poderá ser reduzida, tais como as de limpeza dos filtros, evaporadores, etc, de modo a manter o equipamento em perfeito estado de conservação e funcionamento.
- Serviços não constantes neste PMOC, mas previstos no manual do fabricante do equipamento, também deverão ser realizados e registrados.
- Considerar, a partir da data desse trabalho, as posteriores alterações e atualizações da portaria nº 3.523, da resolução nº9 e das normas da ABNT.

Tabela 6 – Plano de manutenção e controle. A periodicidade (P) pode ser classificada como mensal (M), trimestral (T), semestral (S) ou anual (A)

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	P	DATA DA EXECUÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR
------------------------	---	------------------	---------------	--------------

A) FILTROS DE AR				
Limpar todos os elementos filtrantes ou substituir em casos de avarias	M			
Limpar o filtro eletrostático (lavável em água corrente c/ detergente neutro, secagem ao ar)	M			
Limpar Filtro de Carvão Ativado (com um jato de ar ou um aspirador de pó)	M			
Substituir o filtro de Carvão ativado.	T			
Verificar e eliminar danos e corrosão do suporte e existência de frestas substituindo se necessário	M			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	P	DATA DA EXECUÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR
B) EVAPORADORES				
Verificar a operação de drenagem do condensado da bandeja corrigindo possíveis vazamentos e obstruções	M			
Lavar e remover biofilme com produto biodegradável	T			
Limpeza exterior do gabinete	M			
Limpeza da serpentina	T			

Desencrustação da serpentina	S			
Conferir circuito elétrico do controle (certificar-se de que não esteja exposto a luz do sol ou calor, assim como o receptor do sinal)	S			
Verificar botoeiras, knobs, etc. e repor, se necessário	M			
Conferir corrente elétrica dos motores	S			
Verificar e corrigir danos e corrosão na carcaça, chassis e suporte.	T			
Verificar nivelamento do suporte e corrigir se necessário	T			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	P	DATA DA EXECUÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR
C) CONDENSADORES				
Limpeza exterior do gabinete	M			
Limpeza da serpentina	T			
Desencrustação da serpentina	S			
Verificar a existência de danos e corrosão no aletado e moldura	T			
Verificar a vedação dos painéis de fechamento,	M			

fixação e danos, corrigindo ou substituindo, se necessário				
Verificar e eliminar ruídos anormais e/ou vibrações	M			
Verificar atuação do termostato e chave seletora	M			
Verificar e corrigir danos e corrosão na carcaça, chassis e suporte.	T			
Verificar nivelamento do suporte e corrigir se necessário	T			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	P	DATA DA EXECUÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR
D) VENTILADORES E/OU TURBINAS E MOTORES ELÉTRICOS				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão	M			
Verificar e corrigir fixação e amortecedores de vibração e moldura	S			
Verificar ruído dos mancais e lubrificar ou substituir, se necessário	M			
Verificar o sentito de rotação	M			
Medir e registrar tensão e corrente elétrica	M			
Verificar aterramento	M			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	P	DATA DA EXECUÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR
E) COMPRESSORES				

Verificar e eliminar sujeiras, danos e corrosão	T			
Verificar fixação e vibrações ou ruídos anormais	M			
Medir e registrar a pressão de sucção junto ao compressor	M			
Medir e registrar a temperature de sucção junto ao compressor	T			
Medir e registrar pressão de descarga junto ao compressor	T			
Medir e registrar a temperature de descarga junto ao compressor	T			
Medir e registrar a temperature da linha de líquido após o condensador	T			
Medir e registrar a temperature da linha de líquido antes do dispositivo de expansão	T			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	P	DATA DA EXECUÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR
F) CIRCUITO REFRIGERANTE				
Verificar e corrigir fixação, danos e corrosão das tubulações	S			
Verificar isolamento térmico e substituir, se necessário	T			
Verificar e corrigir vazamento de gás, se necessário	M			

Reapertar as conexões	S			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	P	DATA DA EXECUÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR
G) MEDIÇÕES (preenchimento de relatório técnico)				
Tensão, comparar com a nominal	M			
Corrente, comparar com a nominal	M			
Vazões de ar	A			
Temperatura de retorno do ar	M			
Temperatura de insuflamento	M			
Isolamento entre fases e para a carcaça do compressor e motor ventilador	S			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	P	DATA DA EXECUÇÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR
H) CIRCUITO ELÉTRICO				
Verificar a instalação e suas condições locais	M			
Verificar e eliminar a existencia de sujeira, danos e corrosão	M			
Medir e registrar tensão e corrente elétrica dos equipamentos ligados ao quadro	T			
Verificar o funcionamento dos alarmes visuais e sonoros	T			

Verificar a operação nas funções manual, automática e remota	S			
Verificar disjuntores (se estão na capacidade adequada), tomadas, plugs e rabichos	M			
Verificar todos os contatos (terminais) elétricos, quanto ao aperto e fixação	T			
Verificar dispositivo Diferencial Residual (DR), caso não haja providenciar, para evitar choque ou incêndio.	M			
Verificar se fios e peças elétricas estão protegidos de ratos ou outros animais pequenos. Risco de curto circuito e incêndio.	M			
Verificar se os cabos elétricos estão de acordo com as especificações e normas (designação 60245 IEC 57) e se estão em bom estado.	A			
Verificar se o aterramento está no sistema TT conforme norma NBR5410 e NBR5419 ou de acordo com as regulamentações locais.	S			
Verificar os fusíveis e substituir quando necessário atentando as especificações.	M			

Verificar possíveis “Jumper” ou “Bypass” nos dispositivos de proteção	M			
---	----------	--	--	--

Fonte: Adaptação da portaria GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998 (DOU)

4.7 Observação de parâmetros

A tabela abaixo deve ser aplicada para cada ambiente climatizada da ECT. A segunda medição será realizada caso haja necessidade de intervenções devido a não adequação com os padrões referenciais.

Tabela 7 – Conferência de parâmetros de referência da resolução nº 9 da ANVISA

Local:					
Ref.⁷	1ª Medição	Data	Intervenção	2ª Medição	Data
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Fonte: Elaborado pela autora

⁷Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo recomendados pela resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003, da ANVISA, direcionados a ECT:

1. O Valor Máximo Recomendável - VMR, para contaminação microbiológica deve ser ≤ 750 ufc/m³ de fungos, para a relação I/E $\leq 1,5$, onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior.

- a. Quando o VMR for ultrapassado ou a relação I/E for $> 1,5$, é necessário fazer um diagnóstico de fontes poluentes para uma intervenção corretiva.
 - b. É inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos.
2. ≤ 1000 ppm de dióxido de carbono - (CO_2), como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar.
 3. $\leq 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de aerodispersóides totais no ar, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado.
 4. a faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para verão, deverá variar de 23°C a 26°C .
 5. a faixa recomendável de operação da Umidade Relativa, nas condições internas para verão, deverá variar de 40% a 65%.
 6. o VMR de operação da Velocidade do Ar, no nível de 1,5m do piso, na região de influência da distribuição do ar é de menos 0,25 m/s.
 7. a Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de $27 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{pessoa}$, exceto no caso específico de ambientes com alta rotatividade de pessoas, no qual o mínimo será de $17 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{pessoa}$.

4.8 Recomendações do fabricante

Tendo em vista que sistemas de ar condicionados tipo split, tal como o da ECT, tem praticamente apenas a capacidade de atender ao controle de temperatura, pois estruturalmente não há a capacidade mais refinada para atender aos requisitos de qualidade do ar através do controle da umidade relativa e os requisitos de filtragem e renovação de ar, somando-se a isso não possuem e não ter sido agregado um sistema de renovação de ar opcional, o fabricante recomenda que os ambientes internos sejam ventilados a cada 3 ou 4 horas.

É recomendado também:

- Ajuste o ângulo de insuflamento de forma que não atinja diretamente as pessoas. Isto provoca uma sensação de desconforto, sendo prejudicial à saúde.
- Não utilizar benzina, thinner ou solventes semelhantes para a limpeza, estes podem danificar ou deformar a superfície de plástico.

- A limpeza do filtro e as peças em plástico devem ser feitas com água à temperatura ambiente.
- Não instale a unidade condensadora em local em que haja um alto nível de nevoa oleosa, **maresia**⁸, gases inflamáveis, ou prejudiciais, tais como o enxofre. Estas substâncias podem causar vazamento de refrigerante, devido a corrosão, deterioração do material e ruptura.
- Certifique-se de realizar o teste de vazamento de refrigerante. O Fluido Refrigerante utilizado nestas unidades (HFC) é incombustível, não-tóxico e inodoro. No entanto, se ocorrer vazamento de refrigerante e este entrar em contato com o fogo, poderá ocorrer a formação de gases tóxicos. Outra característica, é que o HFC é mais pesado que o ar, e no caso de um vazamento, a superfície mais baixa (próxima ao piso) será preenchido com ele, podendo causar sufocamento.
- Se o receptor do sinal de transmissão da unidade interna estiver exposto diretamente à luz do sol, o ar condicionado não funcionará perfeitamente; não deixe o controle remoto exposto diretamente à luz do sol ou calor; caso haja vazamento das pilhas não as toque diretamente com as mãos, use luvas impermeáveis.

É sugerido que seja feita a conferência dos pontos listados abaixo e em caso de divergência ao orientado pelo fabricante corrigir o mais breve possível:

- Se o diâmetro das tubulações estão corretos, atentando-se para o fato de que normalmente, para tubulações com comprimento maior de 10m, o diametro dos tubos devem aumentar.
- O equipamento padrão deve ser instalado a uma distância linear máxima entre as Unidades Evaporadora e Condensadora de 15 m. Esta distância pode ser estendida utilizando um *acumulador de sucção* que a HITACHI disponibiliza como kit opcional. Este kit deverá ser instalado sempre na posição vertical.

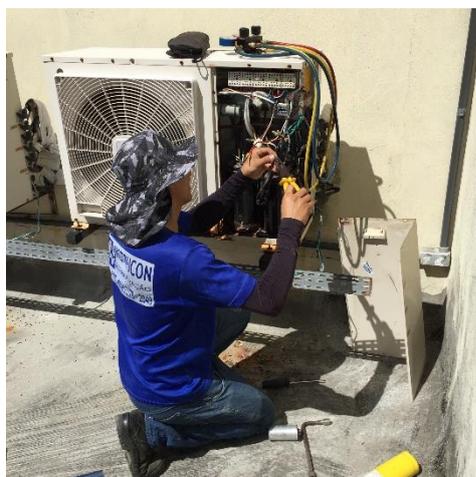
⁸ As condensadoras da ECT são muito expostas a maresia, separadas do mar apenas pelas dunas verdes observadas na figura 29. Portanto, há a necessidade de maiores cuidado e, caso necessário, a periodicidade das atividades de manutenção da tabela 5 poderá ser reduzida, de modo a manter o equipamento em perfeito estado de conservação e funcionamento.

Orientação muito pertinente, dada pela norma da ABNT NBR 13971, quanto ao fornecimento de alguns pontos necessários na instalação para a execução da manutenção programada:

- a) Facilidade de acesso;
- b) Iluminação adequada para a prática da atividade;
- c) Ponto de energia elétrica compatível com as atividades a serem desenvolvidas;
- d) Pontos de água e de drenagem;
- e) Ponto de ar comprimido (recomendável);
- f) Ponto de internet (recomendável);
- g) Sala de máquinas limpa e desimpedida, livre de objetos que não tenham uma função determinada neste local;
- h) Estar operando sem pendências provenientes da necessidade de intervenções corretivas, ou seja, nas condições de referência.
- i) Disponibilizar os documentos técnicos referente à instalação, como: projeto, memorial descritivo, folhas de dados, manuais de operação e manutenção, fichas de partida e outros.

Em sequência será acrescentada a recomendação do melhor etiquetamento dos quadros elétricos (ver anexo 3) e parabenização pelo mapa do posicionamento das condensadoras com as respectivas evaporadoras etiquetadas (anexo 4), no entanto já há a necessidade de uma atualização, pois existem algumas divergências com a realidade e há algumas evaporadoras que não estão etiquetadas.

Figura 30 – Serviço sendo realizado em condensadora da ECT



Fonte: Elaborado pela autora

5 Conclusões

Um fato que motivou a elaboração desse trabalho foi o da UFRN não possuir a cultura do POMC em suas estruturas, sendo dessa forma um incetivo e os primeiros passos para que o PMOC, previsto por lei, possa começar a ser fielmente implementado nessa instituição de ensino, a qual deve dá o exemplo prático dos conhecimentos transmitidos para que exista a possibilidade da execução do que se aprende.

Tendo em conta que a importância do PMOC sintetiza-se em três grandes contribuições, sendo elas: a base para a saúde e bem-estar dos ocupantes de ambientes artificialmente climatizados, garantindo o conforto por meio do funcionamento do sistema de climatização sem panes e a saúde através da ausência de impurezas de natureza física, química ou biológica; o aumento da vida útil das máquinas; a maior eficiência do sistema de ar condicionados com a consequente redução do gasto com a energia elétrica. Logo, a aplicação prática e fiel do PMOC gerado nesse trabalho garante as vantagens acima citadas para o prédio da ECT e um estímulo para que tais ações passem a ser costumeiras e essenciais.

6 Referências

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. São Paulo: Mc Graw Hill, 1998.

STOECKER, W.F., SainzJabardo, J.M., **Refrigeração industrial**. Ed. Edgard Blücher, 2002.

CARVALHO, Márcio Humberto Almeida, **Avaliação da qualidade do ar em ambientes acadêmicos: um estudo de caso**. Natal, RN, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Ar condicionado, guia prático sobre sistemas de água gelada**, Brasília, 2016.

FERRAZ, Fábio; **Apostila de Refrigeração**. CEFET-Santo Amaro/BA, 2008.

SODRÉ, Eduardo Delfino; TÓRTORA, João Carlos O.; CORRÊA, Sérgio Machado. Avaliação da qualidade do ar interior do hospital universitário Pedro Ernesto. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.36-56, 2014.

FELIX, Ana Beatriz. **Escola de Ciências e Tecnologia, Infraestrutura – Manual do Usuário**. Natal, 2012.

REVISTA WEBARCONDICIONADO: **Revista do portal** www.webarcondicionado.com.br. Porto Alegre, Ed. 2, ano 2, maio 2016.

REVISTA WEBARCONDICIONADO: **Revista do portal** www.webarcondicionado.com.br. Porto Alegre, Ed. 1, ano 1, set 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Indoor airquality: biological contaminants**; Copenhagen, Denmark, 1983 (European Series nº 31).

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Standard 62**: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, 2001

KULCSAR, Neto F & Siqueira, LFG. Padrões Referenciais para Análise de Resultados de Qualidade Microbiológica do Ar em Interiores Visando a Saúde Pública no Brasil. **Revista da Brasindoor**, v.2, n. 10, p. 4-21, 1999.

SIQUEIRA, LFG & Dantas, EHM. Organização e Métodos no Processo de Avaliação da Qualidade do Ar de Interiores. **Revista da Brasindoor**, v.3, n. 1, p. 19-26, 1999.

AQUINO, Neto F.R; Brickus, L.S.R. Padrões Referenciais para Análise de Resultados da Qualidade Físico-química do Ar de Interior Visando a Saúde Pública. **Revista da Brasindoor**, v. 3, n. 2, p. 4-15, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401 (partes 1, 2 e 3)**: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas centrais e unitários. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13971**: Sistemas de Refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento – Manutenção programada. Rio de Janeiro, 2014.

AR-CONDICIONADO SEM MANUTENÇÃO: um grande vilão para a saúde. **Revista da Instalação**, São Paulo, fev. 2017. Disponível em: < <http://www.revistadainstalacao.com.br/noticias/ultimas-noticias/item/1662-ar-condicionado-sem-manutencao-um-grande-vilao-para-saude.html> >. Acesso em: 24 jun. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Resolução nº 09, 16 jan. 2003. Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 jan. 2003. Sessão 1, n.14, p. 35-37.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 3523, 28 ago. 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 ago. 1998. Sessão 1, p. 40-42.

REVISTA DO FRIO E AR CONDICIONADO. VRF ou água gelada? Faça sua escolha. Ed. Mary, ano 23, n. 276, maio 2013.

GLADSTONE, Jonh. John Gorrie, the visionary. ASHRAE Journal, the first century of air conditioning, Article 1. Dec. 1998.

Manual Hitachi, HFC R-410a.

7 Anexos

ANEXO 1 – Projeto do sistema de climatização da ECT

ANEXO 2 – Um dos relatórios de partida das máquinas de ar condicionado da ECT

ANEXO 3 – Fotos elaboradas pela autora dos quadros elétricos/disjuntores da ECT

ANEXO 4 – Mapa da posição das condensadoras, fotos elaboradas pela autora dos condensadores, fotos elaboradas pela autora dos evaporadores etiquetados e um não etiquetado

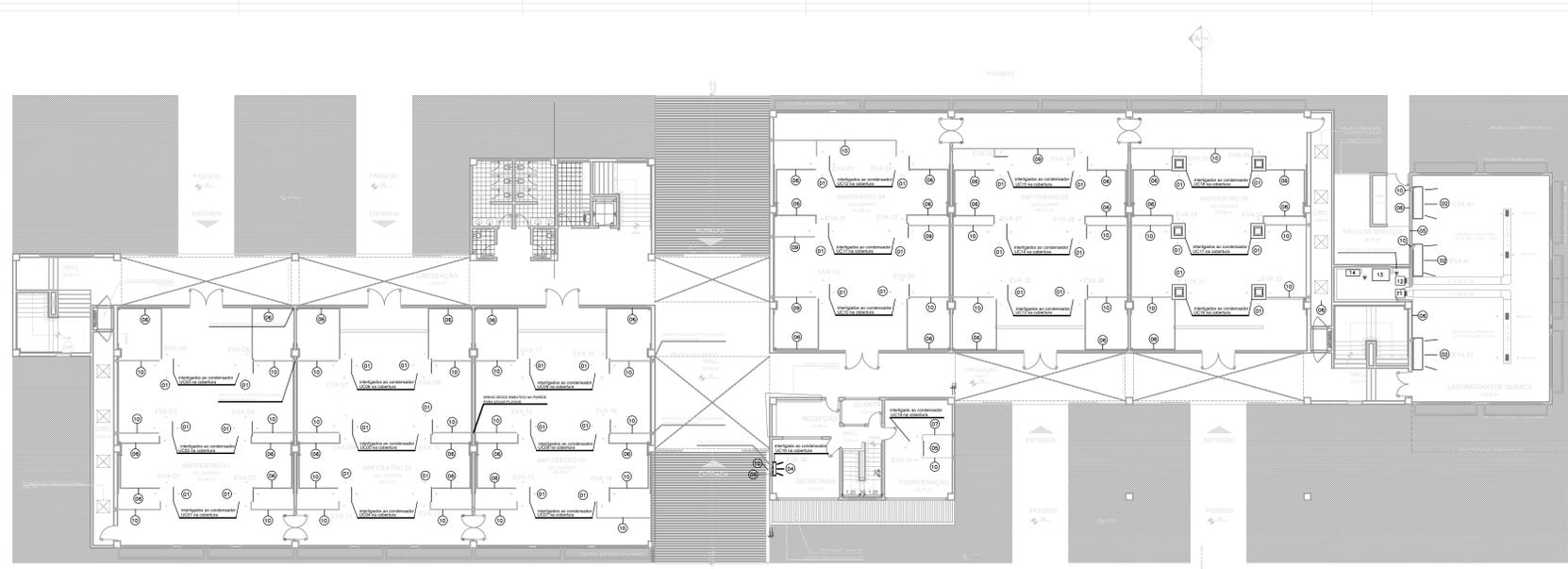
ANEXO 5 – Fotos elaboradas pela autora de dois shafts no 3º andar com dreno e tubulações frigoríficas

ANEXO 6 – Numeração das salas do 3º pavimento de acordo com a realidade

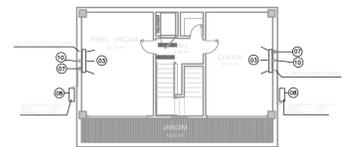
PRANCHA 1/100

QUADRO DE PENAS

PENAS	CORES	ESPESSURA
01	BLACK	.09mm
02	YELLOW	.15mm
03	RED	0,09mm
04	GREEN	0,40mm
05	BLUE	.030mm
06	CYAN	.035mm
07	BLACK	0,15mm
08	MAGENTE	0,30mm



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TERRÉO
ESCALA 1:100



PLANTA BAIXA SUBSOLO
ESCALA 1:100

LEGENDA	
01	Unidade Condensadora de Ar tipo Split-System CASSETE, com controle remoto, 0550W, capacidade 4,0 TR, voltagem de 220V/50Hz, modelo 350V/3/60Hz (18 condensadores B-Split Casette de 8,0 TR para os anfiteatros)
02	Unidade Evaporadora de Ar tipo Split-System, tipo Furo com controle remoto, 0550W, capacidade 3,0 TR, voltagem de 220V/50Hz, modelo 350V/3/60Hz (02 condensadores B-Split tipo Furo de 10 TR e 01 condensador Split Casette de 3,0 TR para Lab de Química)
03	Unidade Evaporadora de Ar tipo Split-System HI-WALL, com controle remoto, 0550W, capacidade 2,5 TR, voltagem de 220V/50Hz, modelo 350V/3/60Hz (02 condensadores Split HI-WALL de 2,5 TR para o Subsolo)
04	Unidade Evaporadora de Ar tipo Split-System HI-WALL, com controle remoto, 0550W, capacidade 3,0 TR, voltagem de 220V/50Hz, modelo 350V/3/60Hz (01 Condensadora Split HI-WALL de 1,5 TR para a Secretaria)
05	Unidade Condensadora de Ar tipo Split-System CASSETE, com controle remoto, 0550W, capacidade 1,0 TR, voltagem de 220V/50Hz, modelo 350V/3/60Hz (01 Condensadora Split HI-WALL de 3,0 TR para o laboratório)
06	Linha de fluido = Tubo de cobre rígido # 3/8"
07	Linha de fluido = Tubo de cobre flexível # 3/8"
08	Linha de fluido = Tubo de cobre flexível # 3/8"
09	Linha de fluido = Tubo de cobre flexível # 3/8"
10	Dreno de PVC # 3/4" isolado com amofia de 1"
11	Ventilador axial modelo CS5-250 - PROEVEEC Diâmetro: 250 mm Arreço/Diâmetro: 300 mm Temperatura: 25°C Pressão barométrica: 1013 mmHg Densidade: 1,205 kg/m³ Velocidade: 4500 RPM Pressão estática: 250mmCA Pressão total: 320mmCA Potência: 905 Wm Potência: 0,71 CV
12	EXAUSTOR LIMIT-LOAD MODELO GL5 - 350 - PROEVEEC Diâmetro: 350 mm Arreço/Diâmetro: 400 mm Temperatura: 25°C Pressão barométrica: 1013 mmHg Densidade: 1,205 kg/m³ Velocidade: 4500 RPM Pressão estática: 250mmCA Pressão total: 320mmCA Potência: 905 Wm Potência: 0,71 CV
13	Unidade condensadora HI-Split horizontal, de capacidade de 10 TR, consumo 11,50kW, corrente nominal 22A, tensão 380V/3/F/50Hz, marca TRANE.
14	Unidade condensadora Split-System horizontal, de capacidade 5,0 TR, consumo 5,0kW, corrente nominal 11A, tensão 380V/3/F/50Hz, marca TRANE.

NOTAS

- As redes frigoríficas serão instaladas com bota-fora atmosférico, de fabricação americana.
- Os drenos serão em tubos de PVC isolado de 1/2", instalados na parede com telhas.
- Todas as instalações obedecerão o norma 6401 da ABNT e as normas da ANACMA.

EVA = EVAPORADORA
UC = UNIDADE CONDENSADORA

Angelo Roncagli O. Guerra e Cleiton R. F. Barbosa
AUTOR DO PROJETO

REP. FUNDADOR

PROPRIETARIO

NO.	CONT.	DATA	FEITO POR	REVISADO POR
01	ELABORADO	05/08/2010	ANGULO	ANGULO

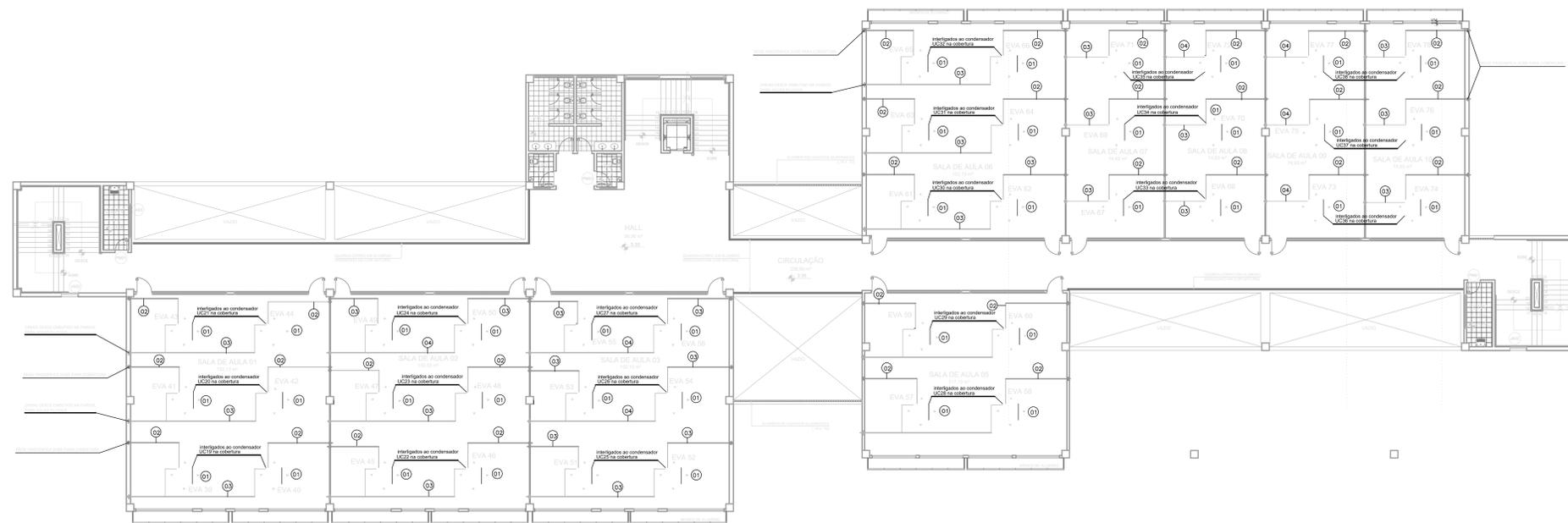
UFRN - CT - Engenharia Mecânica
FONE: (84) 3215 3740
E-MAIL: ufrn@ufrn.br e ct@ufrn.br

Este projeto foi elaborado apenas para fins informativos e não constitui uma oferta de serviços de engenharia.

PROJETO: PROJETO DE INSTALAÇÃO DE CLIMA INTERIORES
ESCALA: 1:100
DATA: 05/08/2010

PROPRIETARIO: UFRN - CT - Engenharia Mecânica
ENDEREÇO: AV. SENADOR PAULO SEABRO, 100 - APT. 101 - BRUNO - RECIFE - PE

PRANCHA 1/100



PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO
ESCALA 1: 100

LEGENDA

Item	Descrição	Un	Qtd
01	Unidade Expansora de Ar tipo Split-System CASSETE com controle remoto, COP capacidade 4,0 TR, vazão de ar 12,6 m ³ /h, tensão dos condens 350V/3F/60Hz (20 condensadoras B=split Cassete de 8,0 TR para todas as salas de aulas)	Un	40
03	Linha de Filtro = Tubo de cobre rígido ϕ 1,27" Linha de Sução = Tubo de cobre rígido ϕ 3/8" Cálculo = Cabo PP $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$	Un	40
04	Dreno de PVC ϕ 3/4" isolado com amoflex de 1"	Un	40

NOTAS

- As redes frigoríficas serão isoladas com borracha elástica amolada, de fabricação amoflex.
- Os drenos serão em tubos de PVC solúvel de 1/2", isolados na parede com Isoflex.
- Todos as instalações obedecerão a norma 6401 da ABNT e as normas da SMADNA.

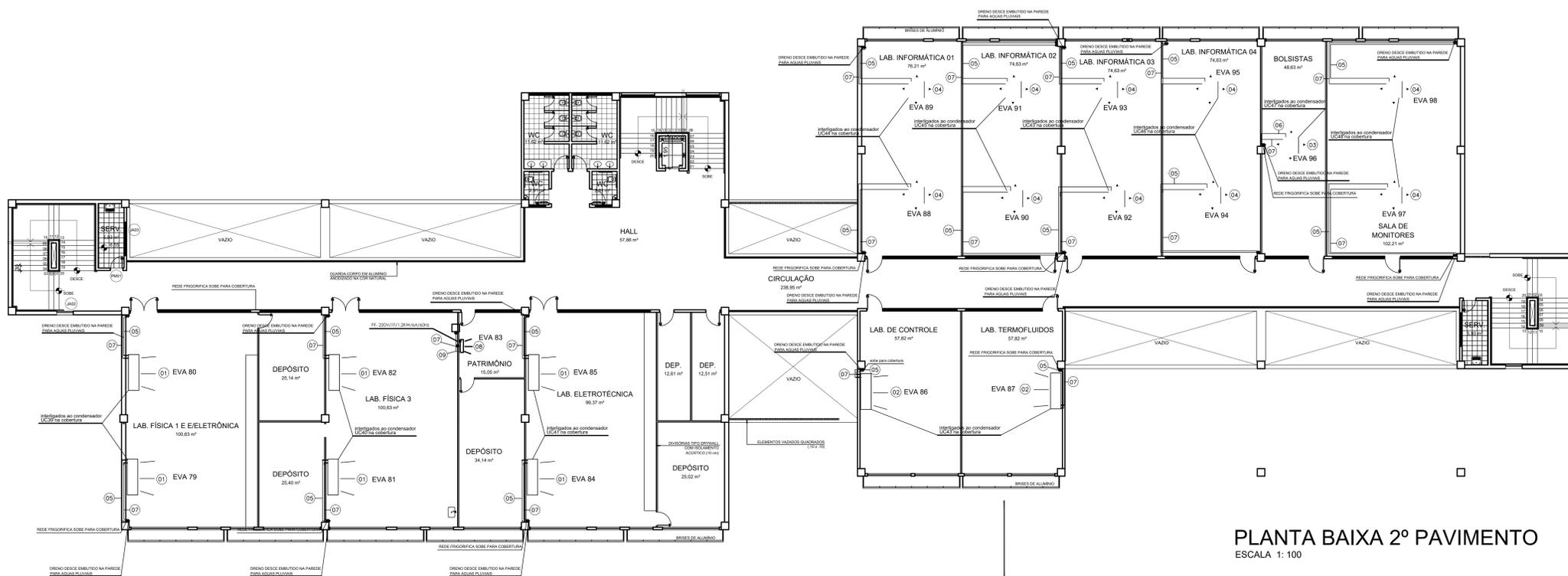
Angelo Roncaldi O. Guerra e Cleiton R. F. Barbosa

AUTOR DO PROJETO

RESP. PELA EXECUÇÃO

PROPRIETÁRIO

NO.	ALTERAÇÃO	DATA	FEITO	PROJ.	APROV.
UFRN-CT- Engenharia Mecânica					
FONE: (84) 3215 3740					
E-MAIL: aroncaldi@ufrn.br e cleiton@fmet.br					
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE					
CENTRO DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA BIODIESEL EM ÓLEOS E BIODIESEL DA UFRN					
NOME DO PROJETO: SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DAS SALAS DE AULA					
TÍTULO DO PROJETO: PLANTA BAIXA		ESCALA: 1: 100		DATA: 03/06/2017	
AUTOR DO PROJETO: ANGELO RONCALDI O. GUERRA		RESP. PELA EXECUÇÃO: ANGELO RONCALDI O. GUERRA		PROPRIETÁRIO: UFRN	
LUGAR DO PROJETO: AV. SENADOR SALGADO FILHO, 3000 - NATAL - RN					



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
ESCALA 1: 100

LEGENDA

Item	Discriminação das Evaporadoras	Un	Qtd
01	Unidade Evaporadora de Ar Tipo Split-System, Piso/Teto com controle remoto, C_{55db} capacidade 5,0 TR, vazão ar mínima de caixa 1600 m ³ /h, tensão cond. 220V/3F/60Hz (01 condensadoras Bi-Split Piso/teto de 10 TR p/ labs. (rs 1, fs 3 e eletrônica))	Un	06
02	Unidade Evaporadora de Ar Tipo Split-System Piso/teto, com controle remoto, C_{55db} capacidade 4,0 TR, vazão ar mínima de caixa de 1200 m ³ /h, tensão condensadoras 380V/3F/60Hz (01 cond Bi-Split piso/teto de 8,0TR p/ labs controle e termofluidos)	Un	02
03	Unidade Evaporadora de Ar Tipo Split-System Cassete, com controle remoto, C_{55db} capacidade 3,0 TR, vazão de ar 1200 m ³ /h, tensão geral de 220V/1F/60Hz (01 condensadora Split cassete de 3,0TR para a sala dos isolados)	Un	01
04	Unidade Evaporadora de Ar Tipo Split-System Cassete com controle remoto, C_{55db} capacidade 4,0 TR, vazão de ar 1216 m ³ /h, tensão das condens. 380V/3F/60Hz total de 05 Condensad. Bi-Split CASSETE de 8,0 TR para lab int. 1,2,3,4 e si monti	Un	10
05	Linha de líquido = Tubo de cobre rígido $1/2''$ Linha de Sucção = Tubo de cobre rígido $1/2''$ Elétrico = Cabo PP 4 x 2,5 mm ²	Un	18
06	Linha de líquido = Tubo de cobre rígido $3/8''$ Linha de Sucção = Tubo de cobre rígido $3/4''$ Elétrico = Cabo PP 4 x 2,5 mm ²	Un	01
07	Dreno de PVC $1/4''$ isolado com armaflex de 1"	Un	19
08	Unidade Evaporadora de Ar Tipo Split-System Hi-Wall, com controle remoto, C_{55db} capacidade 1,0 TR, vazão de ar mínima de caixa de 400 m ³ /h, tensão geral de 220V/1F/60Hz (01 condensadora Split Hi-wall de 1,0 TR para sala do patrimônio)	Un	01
09	Linha de líquido = Tubo de cobre flexível $1/4''$ Linha de Sucção = Tubo de cobre flexível $1/2''$ Elétrico = Cabo PP 4 x 1,5 mm ²	Un	01

NOTAS

- As redes frigoríficas serão isoladas com borracho elastomérico amolec. de fabricação armaflex.
- Os drenos serão em Tubos de PVC soldável de 1/2", isolados na parede com Isotex
- Todas as instalações obedecerão a norma 6401 da ABNT e as normas da SMACNA.

Angelo Roncalli O. Guerra e Cleiton R. F. Barbosa

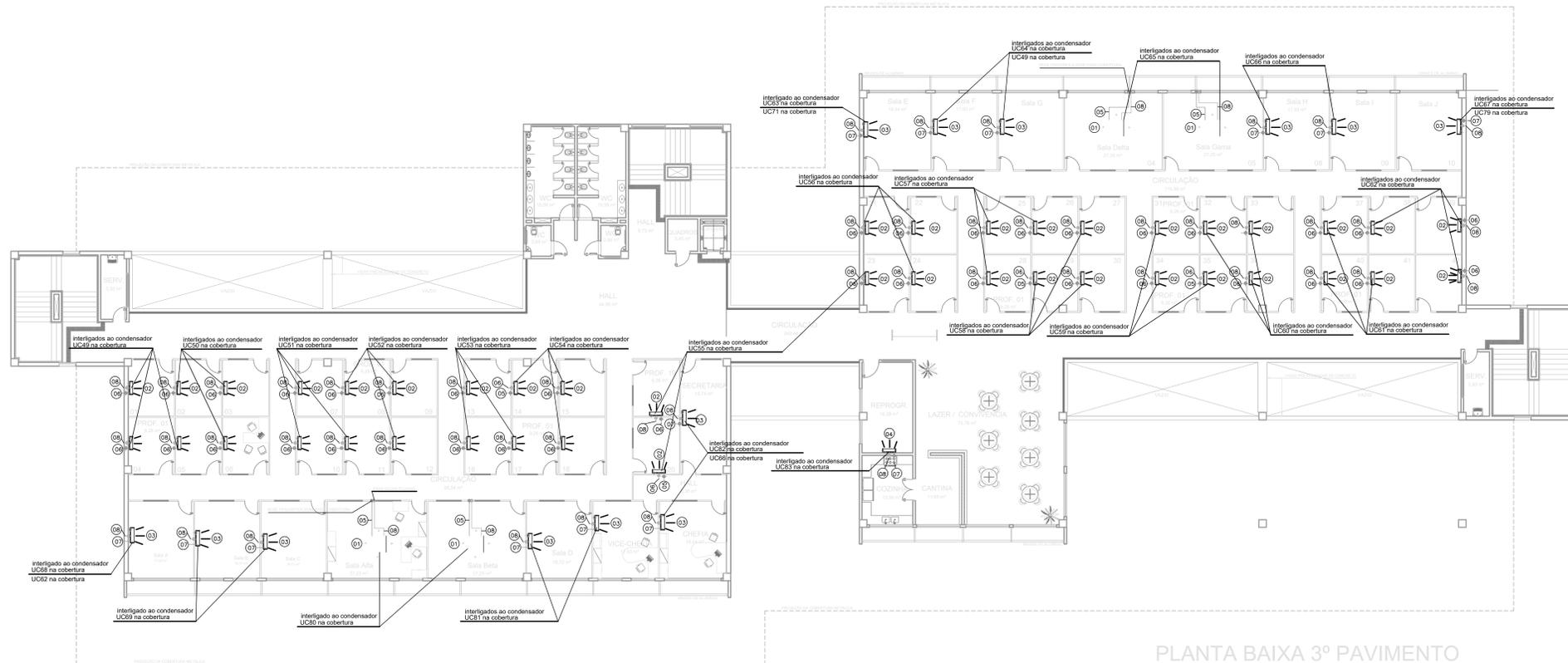
AUTOR DO PROJETO:

RESP. PELA EXECUÇÃO:

PROPRIETÁRIO:

NO.	ALTERAÇÃO	DATA	FEITO	REVISÃO	APROV.
UFRRN-CT- Engenharia Mecânica					
FONE: (84) 3215 3742 E-MAIL: aroncalli@uol.com.br e cleiton@ufrrn.br					
CENTRO DE TECNOLOGIA DESENVOLVIDO PARA BACHARELADO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UFRRN					
TÍTULO DO PROJETO: SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS					
DISCIPLINA: 2º PAVIMENTO - PLANTA BAIXA		ESCALA: 1: 100		DATA: 07/06/2007	
PROFESSOR RESPONSÁVEL: []		FOLHA Nº: 02 / 06		REVISÃO Nº: 0	
DEPARTAMENTO DE REPARAÇÃO TÉCNICA: []					
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE					
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA - NATAL - RN					

PRANCHA 1/100



PLANTA BAIXA 3º PAVIMENTO
ESCALA: 1:100

LEGENDA

Item	Descrição	Un	Qtd
01	Unidade Evaporadora de Ar tipo Split-System CASSETE, com controle remoto, 3500 capacidade, 3.0 TR, vazão de ar 1200 m ³ /h, tensão do condens. de 220V/1F/60Hz (02 condens. Bi-Split Casete de 6,0 TR para as salas (Alfa,beta), (seta e Goma))	Un	04
02	Unidade Evaporadora de Ar tipo Split-System Hi-Wall, com controle remoto, 3500 capacidade, 0.75 TR, vazão mínima de ar 300 m ³ /h, tensão geral de 220V/1F/60Hz (14 condensadoras Tri-Split Hi-Wall de 2.25 TR e 01 condens. Split Hi-Wall de 0.75 TR) (Ver grupos de salas de prof. de 01-18, 19-20 e exp. reservas, 21-41 e sala 42)	Un	43
03	Unidade Evaporadora de Ar tipo Split-System Piso/Fixo, com controle remoto, 4550 capacidade, 2.0 TR, vazão mínima de ar de 600 m ³ /h, tensão geral 220V/1F/60Hz (03 condens. Split comum discretos de 2TR e 02 condens. Split piso-teto de 4TR (Ver grupos de salas (A.G.01), (B.C1),(V.04)-(04b),(C.Het.Seres),(F.0) e (H.U))	Un	13
04	Unidade Evaporadora de Ar tipo Split-System Piso/Fixo, com controle remoto, 4550 capacidade, 1.0 TR, vazão mínima de ar de 300 m ³ /h, tensão geral 220V/1F/60Hz (01 condensadora de 1,0 TR para atender a sala de Reprografia)	Un	01
05	Linha de Líquido = Tubo de cobre flexível # 3/8" Linha de Sucção = Tubo de cobre flexível # 3/4" Elétrico = Cabo PP 4 x 2,5 mm ²	Un	04
06	Linha de Líquido = Tubo de cobre flexível # 1/4" Linha de Sucção = Tubo de cobre flexível # 1/2" Elétrico = Cabo PP 4 x 1,5 mm ²	Un	42
07	Linha de Líquido = Tubo de cobre flexível # 3/8" Linha de Sucção = Tubo de cobre flexível # 5/8" Elétrico = Cabo PP 4 x 2,5 mm ²	Un	13
08	Dreno de PVC # 3/4" isolado com amolflex de 1"	Un	63

NOTAS

- As redes frigoríficas serão isoladas com borração elastomérica amarela, de fabricação americana.
- Os drenos serão em tubos de PVC sólido de 1/2", isolados na parede com isolatex.
- Todas as instalações obedecerão a norma 6401 da ABNT e as normas da SMDA2A.

Angelo Roncalli O. Guerra e Cleiton R. F. Barbosa

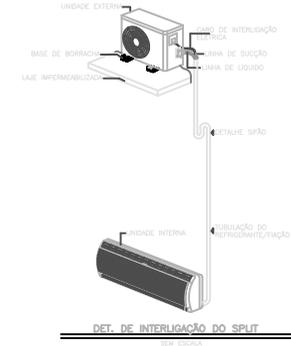
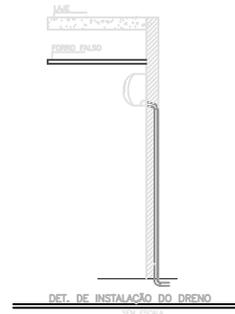
AUTOR DO PROJETO

RESP. PELA EXECUÇÃO

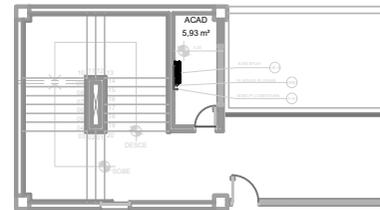
PROPRIETÁRIO

REV. APROVADO DATA DESAPROVADO DATA

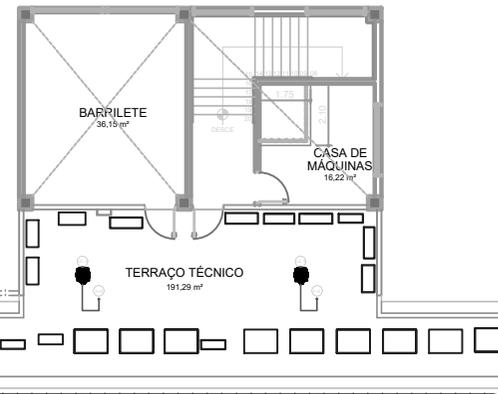
TABELA DE TUBOS FRIGORÍFICOS		
UNID. 9.000BTU/h	LINHA DE SUÇÃO	Ø3/8"
	LINHA DE LÍQUIDO	Ø1/4"
UNID. 18.000BTU/h	LINHA DE SUÇÃO	Ø5/8"
	LINHA DE LÍQUIDO	Ø1/4"
UNID. 24.000BTU/h	LINHA DE SUÇÃO	Ø5/8"
	LINHA DE LÍQUIDO	Ø1/4"
UNID. 36.000BTU/h	LINHA DE SUÇÃO	Ø7/8"
	LINHA DE LÍQUIDO	Ø3/8"



ITEM	ESPECIFICAÇÕES	QTDE.	ITEM	ESPECIFICAÇÕES	QTDE.		
UE-4 UC-4	CONDICIONADOR DE AR SPLIT SYSTEM PAREDE	01	UE-2 UC-2	CONDICIONADOR DE AR SPLIT SYSTEM PAREDE	01		
	CAPACIDADE RESFRIAMENTO			9000 BTU/H		CAPACIDADE RESFRIAMENTO	9000 BTU/H
	MODELO DE AR			40000000		MODELO DE AR	40000000
	NÍVEL DE PROTEÇÃO CONTRA			INUNDAC		NÍVEL DE PROTEÇÃO CONTRA	INUNDAC
	REDE EXPA			PP		REDE EXPA	PP
	REDE CONDENSADORA			PP		REDE CONDENSADORA	PP
	TENSÃO			220V/60HZ		TENSÃO	220V/60HZ
	POTÊNCIA			1100W		POTÊNCIA	1100W
	MODELO DE REFRIGERANTE			R410A		MODELO DE REFRIGERANTE	R410A
	MODELO DO EVAPORADOR			COIL/200X150X100		MODELO DO EVAPORADOR	COIL/200X150X100
MODELO DO CONDENSADOR	COIL/200X150X100	MODELO DO CONDENSADOR	COIL/200X150X100				
UE-3 UC-3	CONDICIONADOR DE AR SPLIT SYSTEM PAREDE	01	UE-1 UC-1	CONDICIONADOR DE AR SPLIT SYSTEM TETO	01		
	CAPACIDADE RESFRIAMENTO			18000 BTU/H		CAPACIDADE RESFRIAMENTO	18000 BTU/H
	MODELO DE AR			40000000		MODELO DE AR	40000000
	NÍVEL DE PROTEÇÃO CONTRA			INUNDAC		NÍVEL DE PROTEÇÃO CONTRA	INUNDAC
	REDE EXPA			PP		REDE EXPA	PP
	REDE CONDENSADORA			PP		REDE CONDENSADORA	PP
	TENSÃO			220V/60HZ		TENSÃO	220V/60HZ
	POTÊNCIA			2200W		POTÊNCIA	2200W
	MODELO DE REFRIGERANTE			R410A		MODELO DE REFRIGERANTE	R410A
	MODELO DO EVAPORADOR			COIL/200X150X100		MODELO DO EVAPORADOR	COIL/200X150X100
MODELO DO CONDENSADOR	COIL/200X150X100	MODELO DO CONDENSADOR	COIL/200X150X100				

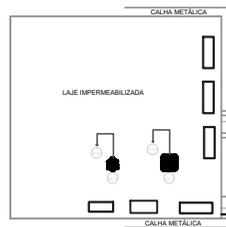


PL. BAIXA 1º ANDAR
ESCALA 1/75



PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1/75

- LEGENDA
- UE - UNIDADE EVAPORADORA
 - UC - UNIDADE CONDENSADORA
 - F+E - REDE FRIGORÍGENA + CABO ELÉTRICO PP
 - DRE - DRENO PARA O CONDENSADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
Superintendência de Infra-estrutura

PROJETO: COMPLEMENTO DA CLIMATIZAÇÃO DO PRÉDIO DA ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LOCAL: UFRN - CAMPUS CENTRAL, CENTRO DE TECNOLOGIA - CT

OBRA: ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - ECT

ASSINADO: PLANTAS

ÁREA CONSTRUÍDA ATUAL: - ÁREA REFORMADA: - ÁREA AMPLIADA: - ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL: -

PROJETO: 23077/05066/2010-09

REVISÃO: 01

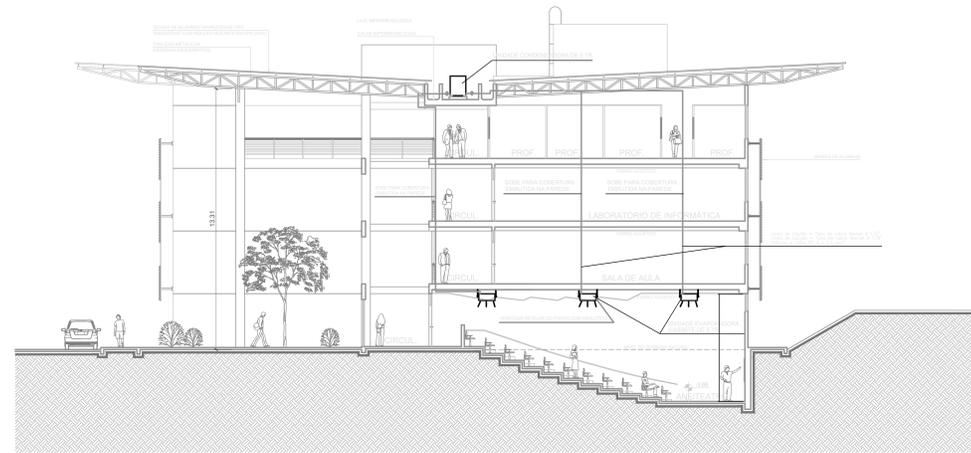
DEZEMBRO/2010

INDICADA

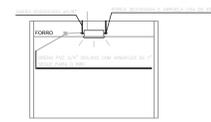
WALDÉCIO NASCIMENTO

02/02

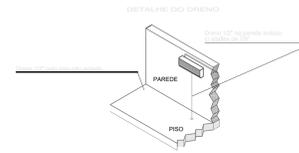
PRANCHA 1/100



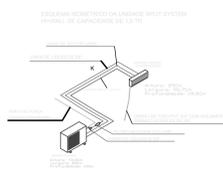
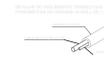
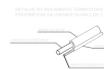
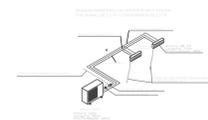
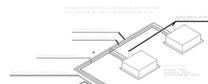
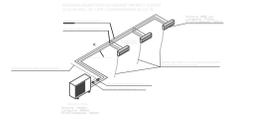
CORTE AA
ESCALA 1:100



DETALHE DO DRENO DAS UNIDADES CASSETE

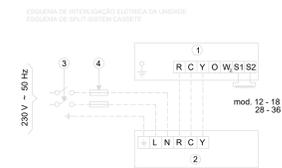


DETALHE DO DRENO



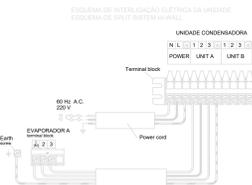
ESQUEMA DE INTERLIGAÇÃO ELÉTRICA DA UNIDADE

ESQUEMA DE DRENO CASSETE



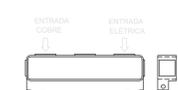
ESQUEMA DE INTERLIGAÇÃO ELÉTRICA DA UNIDADE

ESQUEMA DE DRENO CASSETE



ESQUEMA DE INTERLIGAÇÃO ELÉTRICA DA UNIDADE

ESQUEMA DE DRENO CASSETE



ENTRADA COBRE

ENTRADA ELÉTRICA

CPP 005U

Caixa de Interligação com Registo para Manter

REGISTO DE MANUTENÇÃO

OPCIONAL

LEGENDA

DIMENSÕES DAS UNIDADES CONDENSADORAS

Unidade condensadora Bi-Split horizontal, de capacidade de 10 TR.	ALTURA: 995mm LARGURA: 1140mm PROFUNDIDADE: 800mm PESO: 196 Kg
Unidade condensadora Bi-Split horizontal, de capacidade de 8 TR.	ALTURA: 995mm LARGURA: 1140mm PROFUNDIDADE: 800mm PESO: 196 Kg
Unidade condensadora Bi-Split horizontal, de capacidade de 4 TR.	ALTURA: 795mm LARGURA: 920mm PROFUNDIDADE: 420mm PESO: 118 Kg
Unidade condensadora Bi-Split horizontal, de capacidade de 1,5 TR.	ALTURA: 590mm LARGURA: 920mm PROFUNDIDADE: 330mm PESO: 60,4 Kg
Unidade condensadora Bi-Split horizontal, de capacidade de 6 TR.	ALTURA: 895mm LARGURA: 920mm PROFUNDIDADE: 330mm PESO: 152 Kg
Unidade condensadora Split horizontal, de capacidade de 2 e 1,5 TR.	ALTURA: 735mm LARGURA: 830mm PROFUNDIDADE: 300mm PESO: 27 Kg
Unidade condensadora Split horizontal, de capacidade de 3 TR.	ALTURA: 735mm LARGURA: 830mm PROFUNDIDADE: 330mm PESO: 69 Kg

Angelo Roncalli O. Guerra e Cleiton R. F. Barbosa

AUTOR DO PROJETO

RESP. PELA EXECUÇÃO

PROPRIETÁRIO

NO.	ALTERAÇÃO	DATA	REVISÃO	USO	APROV.
UFRN - CT - Engenharia Mecânica					
FONE: (84) 3215 3740					
E-MAIL: aroncalli@ufrrn.br e cleiton@ufrrn.br					
EMP. CENTRO DE TECNOLOGIA (CTOP) - PAV. DANIELATO DA UENGE E TECNOLÓGICA DA UFRN					
PLANO DE TRABALHO					
OBJETO DO TRABALHO: PROJ. MECÂNICO					
CONTEÚDO	ESCALA	DATA	DATA	DATA	DATA
CORTE AA E DETALHES	1:100	20/08	20/08	20/08	20/08
REVISÃO	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
REVISÃO 01					
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE					
INSTITUTO DE ENGENHARIA					
AV. SENADOR SALGADO 500 - NATAL - RN					



ENCLIMAR ENGENHARIA DE CLIMATIZAÇÃO LTDA
RUA: STEVIA, 106 - JARDIM INDUSTRIAL III
MARINGÁ-PR
Fone: (44) 3225-2000

HITACHI

RELATÓRIO DE PARTIDA INICIAL (RPI)

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Evaporador Fabricante: HITACHI	Modelo: RPC050HP	Nº de Série: 0907-654429
Condensador Fabricante: HITACHI	Modelo: RAA050HS	Nº de Série: 0910-676335.
Cliente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE	Cidade: NATAL/RN	
Endereço: Av. Senador Salgado Filho	Nº : 3000	Fone:
Funcionário: Juliano Grecco	Data da partida: 01/07/2010	

2- CARACTERÍSTICAS DA UNIDADE

DADOS DO COMPRESSOR			
Fabricante	HITACHI		
Modelo	SCROLL		
Nº de Série			
Capacidade:	5 TR		
Tensão Nominal:	380 V		
Corrente Nominal:	17,64 A		
Corrente do Motor Evaporador	1,30 A	Corrente do Motor Condensador	1,34 A
Tensão do Motor do Evaporador	380 V	Tensão do Motor Condensador	380 V

3. LEITURA DOS TESTES

Tensão de alimentação do Condicionador	378-379-381 V				
Corrente de consumo do Compressor	14,96-14,98-14,99 A				
Corrente de consumo do Motor Evaporador	1,29-1,30-1,31 A				
Corrente de consumo do Motor Condensador	1,30-1,31-1,33 A				
Pressão da linha de Descarga (Alta)	216				
Pressão de Sucção (Baixa)	54				
Temperatura da linha de Líquido	50,4 °C				
Temperatura da linha de Sucção	6,5 °C				
Subresfriamento	9 °C				
Superaquecimento	8 °C				
Pressostato de Alta	Liga:	Desliga:	Pressostato de Baixa	Liga:	Desliga:

4. VERIFICAÇÕES

	SIM	NÃO
- Vazamento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Visor de líquido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Superaquecimento Normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Subresfriamento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Tensão Normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Tensão Normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Corrente Normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Relé de Sobrecarga Regulado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVAÇÃO

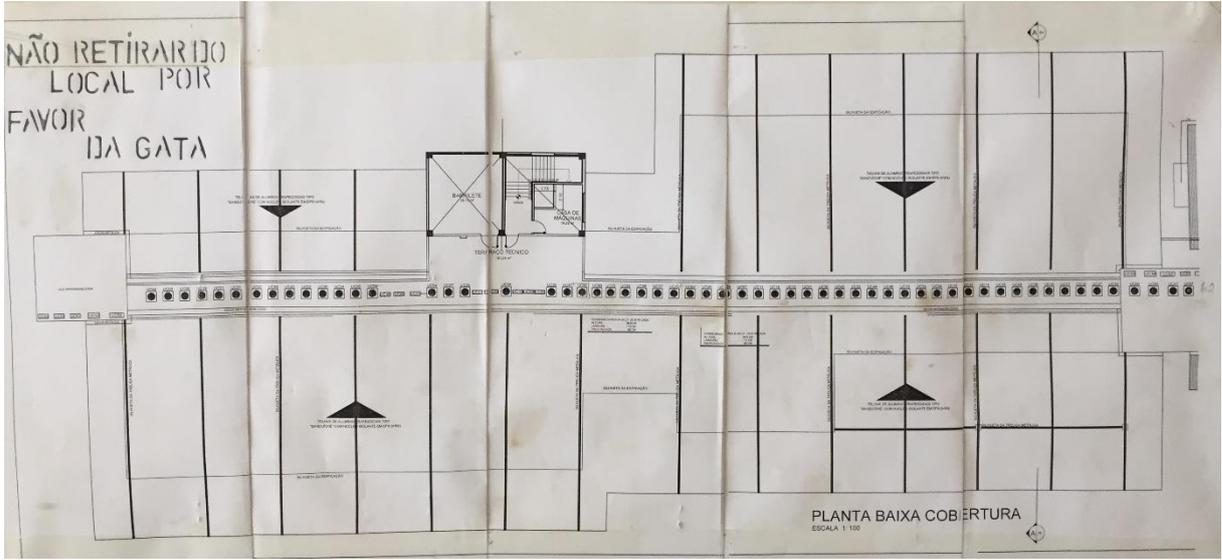
ASSINATURA DO INSTALADOR

ASSINATURA DO FUNCIONÁRIO (ENCLIMAR)

7.3 Anexo 3



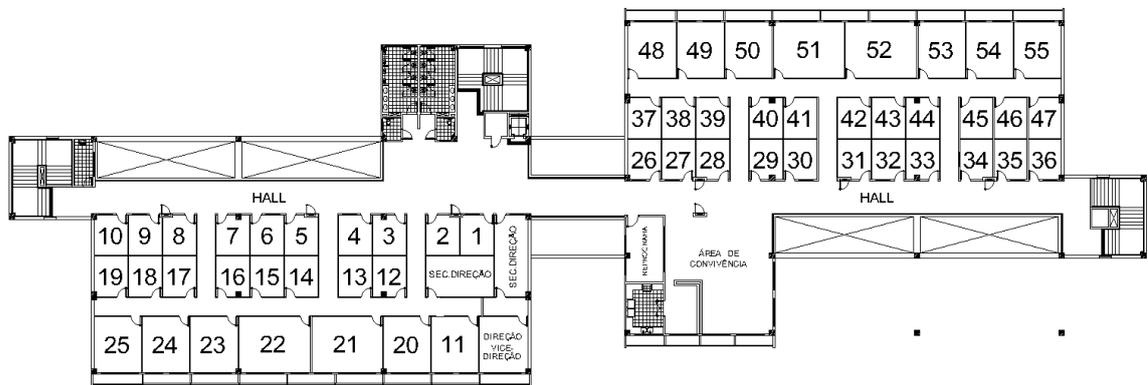
7.4 Anexo 4



7.5 Anexo 5



7.6 Anexo 6





UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Natal, 29 de junho de 2018.

Ao(s) **vinte e nove** dia(s) do mês de **junho** do ano de **dois mil e dezoito**, às **quatorze horas**, no **LABORATÓRIO DE ENERGIA - NTI/UFRN**, neste Campus Universitário, instalou-se a banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso do(a) aluno(a) **LÍGIA DA COSTA GARCIA**, matrícula **2013084360**, do curso de Engenharia Mecânica. A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros: **CLEITON RUBENS FORMIGA BARBOSA**, orientador; **EVANS PAIVA DA COSTA FERREIRA**, co-orientador e examinador interno; **ANGELO RONCALLI OLIVEIRA GUERRA**, examinador interno. Deu-se início à abertura dos trabalhos pelo **CLEITON RUBENS FORMIGA BARBOSA**, que após apresentar os membros da banca examinadora, solicitou a (o) candidato (a) que iniciasse a apresentação do trabalho de conclusão de curso, intitulado "**PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE - PMOC - APLICADO À ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UFRN**", marcando um tempo de trinta minutos para a apresentação. Concluída a exposição, **CLEITON RUBENS FORMIGA BARBOSA**, orientador, passou a palavra aos examinadores para arguirm o(a) candidato(a); após o que fez suas considerações sobre o trabalho em julgamento; tendo sido APROVADA, o(a) candidato(a), conforme as normas vigentes na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A versão final do trabalho deverá ser entregue à Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica, no prazo de 05 dias; contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora e constante na folha de correção anexa. Conforme o que rege o Projeto Político Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica da UFRN, o(a) candidato(a) não será o aprovado(a) se não cumprir as exigências acima.

CLEITON RUBENS FORMIGA BARBOSA
Orientador

EVANS PAIVA DA COSTA FERREIRA
Co-orientador / examinador interno

ANGELO RONCALLI OLIVEIRA GUERRA
Examinador interno



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
FOLHA DE CORREÇÕES

Autor: **LÍGIA DA COSTA GARCIA**

Título: "PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE - PMOC -
APLICADO À ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UFRN".

CLEITON RUBENS FORMIGA BARBOSA
Orientador

EVANS PAIVA DA COSTA FERREIRA
Co-orientador / examinador interno

ANGELO RONCALLI OLIVEIRA GUERRA
Examinador interno

Os itens abaixo deverão ser modificados, conforme sugestão da banca
examinadora.

1. [] INTRODUÇÃO
 2. [] REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
 3. [] METODOLOGIA
 4. [] RESULTADOS OBTIDOS
 5. [] CONCLUSÕES
-

Declaro, para fins de homologação, que as modificações acima mencionadas,
sugeridas pela banca examinadora, foram cumpridas integralmente.

CLEITON RUBENS FORMIGA BARBOSA
Orientador

