



PROJETO DE GRADUAÇÃO

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE GERENCIAMENTO PARA MANUTENÇÃO NO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS DA CÂMARA DOS DEPUTADOS

Por,

André Luiz Mortari Alves

Brasília, 22 de junho de 2016.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECANICA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE
GERENCIAMENTO PARA MANUTENÇÃO NO
SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS
DA CÂMARA DOS DEPUTADOS**

POR,

André Luiz Mortari Alves

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção
do grau de Engenheiro Mecânico.

Banca Examinadora

Prof. João M. D. Pimenta, UnB / ENM (Orientador). _____

Prof. Carlos Humberto Llanos Quintero, UnB / ENM. _____

Prof. Antônio Francisco Parentes Fortes, UnB / ENM. _____

Brasília, 22 de junho de 2016.

Agradecimentos

Quero começar agradecendo, primeiramente, a oportunidade da vida me concedida por Deus e toda sua infinita bondade com todas minhas imperfeições. Gostaria de dizer que sem fé, perseverança e apoio familiar essa etapa não seria possível. Agradeço a toda minha família, em especial aos meus pais Márcio e Marilda e irmãos Thalerson, Leandro e Marcelo, por todo apoio ao longo desses anos de graduação e por sempre estarem ao meu lado e não medirem esforços para ver o meu sonho realizado. Agradeço todas as dificuldades que enfrentei no período de vestibular e de graduação, pois se não fossem por elas, eu não teria saído do lugar visto que a facilidade me impediria de caminhar. Agradeço também as oportunidades obtidas ao longo desse curso e que me propiciaram conhecimento e contribuíram para o afastamento da ignorância. Agradeço a todos os professores que tive ao longo de minha vida, em especial aqueles que de alguma maneira conseguiram não só passar o conhecimento mais sim despertar a curiosidade do saber em minha mente. Agradeço a todos os amigos e colegas que realizei ao longo dessa caminhada. Por fim, gostaria de fazer um agradecimento especial a minha força de vontade que me acompanha desde pequeno e me impulsiona a vencer obstáculos, sendo essa, a fonte propulsora de energia que me faz acreditar num amanhã melhor mesmo sabendo que o hoje ainda é desconhecido, Muito Obrigado!

André Luiz Mortari Alves

Dedicatória(s)

Dedico esse projeto primeiramente a Deus, que me concedeu a oportunidade da vida, e a toda minha família, em especial a minha mãe que sempre me apoiou e incentivou em todos os momentos.

André Mortari

RESUMO

O presente trabalho apresenta à metodologia usada na utilização de um software de gerenciamento em manutenção, MACMMS (sistema informatizado de gestão de manutenção), para auxiliar a fiscalização dos serviços de manutenção nos sistemas de ar condicionado e ventilação do edifício da Câmara dos Deputados localizado no Congresso Nacional em Brasília/DF.

Serão realizadas visitas técnicas as instalações, para fazer levantamento das condições operacionais do sistema e cadastro dos equipamentos, além de possibilitar análise e avaliação geral de todo o complexo.

Para o desenvolvimento do modelo de gerenciamento e manutenção, aplicado à instalação em questão, será necessário que o software seja alimentado com todos os ativos, ferramentas, pessoal e as rotinas de manutenção preventiva exigidas nos documentos do fabricante.

A partir de todo levantamento de dados, será possível desenvolver rotinas de manutenção para todo o complexo, com a emissão de relatórios técnicos, incluindo a análise de custos por tipo de serviço, custos de manutenção para cada edificação, histórico de falhas de equipamentos, etc. Após essa etapa, será desenvolvido o relatório sobre o estado de manutenção de cada edifício com periodicidade mensal.

ABSTRACT

The current work presents the methodology applied to implement a management and maintenance software (MACMMS), used to assist the oversight of maintenance services in air conditioning and ventilation systems at the House of Representative's located in the National Congress in Brasília / DF.

Technical visits will be taken in the building facilities to rise the operational systems conditions, tagging and equipment registration and providing a whole analysis and overall assessment of the entire complex.

To develop the management and maintenance model, applied to the facility, it will be need to input all the data in the software such as, tools, personnel and preventive maintenance routines required by manufacture.

Based on all information allocated in the database, maintenance routines will be developed for the entire complex, with specifics reports such as technical reports, cost analysis by type of service, maintenance costs for each building, equipment fault history etc. After this step, it developed the report on the maintenance status for each building.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O TEMA EM ESTUDO E SUA RELEVÂNCIA	1
1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.4. METODOLOGIA	4
1.5. ESTRUTURA DO RELATÓRIO	4
2. REVISÃO DE CONCEITOS TEÓRICOS	6
2.1. MANUTENÇÃO – TERMOS E DEFINIÇÕES IMPORTANTES	6
2.2. TIPOS DE INSTALAÇÕES DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO PREDIAL	8
2.3. COMPONENTES DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO SUJEITOS A MANUTENÇÃO	10
2.3.1 COMPRESSOR	10
2.3.2 BOMBAS	11
2.3.3 CONDENSADOR	11
2.3.4 EVAPORADOR	11
2.3.5 TORRE DE RESFRIAMENTO	12
2.3.6 CHILLER	12
2.3.7 DISPOSITIVO DE EXPANSÃO	13
2.3.8 CLIMATIZADORES (FAN-COILS / FANCOLETES)	13
2.4. INDICES DE MANUTENÇÃO	13
2.4.1 MTBF	14
2.4.2 MTTR	14
2.4.3 DEMAIS INDICADORES	14
3. ESTUDO DE CASO	16
3.1 CÂMARA DOS DEPUTADOS	16
3.2 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO	18
3.3 EDIFÍCIO PRINCIPAL E ANEXO I	20
3.4 EDIFÍCIO ANEXO II	24
3.5 EDIFÍCIO ANEXO III	25
3.6 EDIFÍCIO ANEXO IV	26
3.7 EDIFÍCIO CEFOR E COMPLEXO AVANÇADO	27
3.8 PLANO DE MANUTENÇÃO E ADEQUAÇÕES A NORMAS TÉCNICAS	29
4 SOFTWARE MACMMS PARA MANUTENÇÃO	31
4.1 SOFTWARE DE MANUTENÇÃO E SUAS APLICAÇÕES	31
4.2 COMPARATIVO ENTRE ALGUNS SOFTWARES DE MANUTENÇÃO	31
4.3 SOFTWARE MACMMS E SUAS APLICABILIDADES	33
4.4 ORDENS DE SERVIÇO E RELATÓRIOS GERADOS PELO SOFTWARE	36
4.5 CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA OPERACIONAL CMMS	38
5 RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE	40
5.1 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE	40
5.2 ORDENS DE SERVIÇOS	41
5.3 HORAS DE TRABALHO EM MANUTENÇÃO	44
5.4 HISTÓRICO DE ORDEM DE SERVIÇOS	46
5.5 RELATÓRIO SOBRE O ESTADO DE MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS	47
5.6 CONTROLE DE ENTRADA E SAÍDA DE EQUIPAMENTOS	56

6	ÍNDICES DE MANUTENÇÃO E ANÁLISE DE CUSTOS	57
6.1	CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO DE FALHA E DE REPARO	57
6.2	ESTIMATIVAS DE CUSTOS.....	68
6.3	CUSTOS GERADOS COM A MANUTENÇÃO.....	71
6.4	DIFICULDADES	72
7	CONCLUSÕES FINAIS.....	75
7.1	CONCLUSÕES FINAIS	75
7.2	SUJESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
	ANEXOS E APÊNDICES	81
	ANEXO A: Plano Básico de Manutenção Previsto em Contrato	82
	APÊNDICE I: Novo Plano de Manutenção	85
	APÊNDICE II: Dados para Caracterização dos Gastos com Manutenção	101

LISTA DE FIGURAS

2.1	Sistema de ar condicionado de expansão indireta	9
2.2	Sistema de ar condicionado de expansão direta – condensador resfriado a água...10	
3.1	Congresso Nacional.....	16
3.2	Complexo Principal da Câmara dos Deputados	17
3.3	Todos os Edifícios que fazem parte do Complexo da Câmara dos Deputados	19
3.4	Central de Água Gelada do edifício Anexo I.....	23
3.5	Central de Água Gelada do edifício Anexo II.....	25
3.6	Central de Água Gelada do edifício Anexo IV	27
4.1	Página de acesso ao Software MACMMS.....	33
4.2	Painel Principal do Software MACMMS	35
4.3	Cadastro de Ativo no Software	35
4.4	Exemplo de Ordem de Serviço gerada para manutenção da CAG do Anexo I	37
4.5	Exemplo de Ordem de Serviço de reparo no edifício Anexo II	37
4.6	Relatório MTBF gerado pelo software.....	38
5.1	Exemplo de relatório de manutenção do edifício Anexo IV.....	41
5.2	Tipos de ordens de serviços realizadas	43
5.3	Exemplos de ordens de serviços geradas pelo software	44
5.4	Horas de trabalho versus tipo de manutenção	45
5.5	Histórico do período versus tipo de manutenção	45
5.6	Ordens de serviços solicitadas versus ordens de serviços completas.....	46
5.7	Lista de controle de estoque gerado pelo software	57
6.1	Chiller centrífugo YORK anexo IV	60
6.2	Painel de controle do chiller com indicativos da últimas falhas	61
6.3	Bomba de água condensada KSB	65

LISTA DE TABELAS

3.1	Configuração do complexo da Câmara dos Deputados	17
3.2	Relação de equipamentos do sistema de ar condicionado	18
3.3	Informações sobre o sistema de água gelada e de condensação do Anexo I	23
3.4	Informações sobre o sistema de água gelada e de condensação do Anexo II	24
3.5	Informações sobre o sistema de água gelada e de condensação do Anexo III	26
3.6	Informações sobre o sistema de água gelada e condensação do Anexo IV	27
3.7	Informações sobre o sistema de água gelada e condensação do edifício CEFOR	28
4.1	Comparativo entre alguns dos principais softwares existentes no mercado.....	32
5.1	Tipos de ordens de serviços	42
6.1	Questionário tempo de falha	59
6.2	Questionário tempo de reparo	59
6.3	Dados para caracterização do tempo de falha e reparo do chiller	62
6.4	Dados para caracterização do tempo de falha e reparo da BAC	66
6.5	CAG edifício principal/anexo I.....	68
6.6	CAG anexo II	69
6.7	CAG anexo III	69
6.8	CAG anexo IV.....	70
6.9	CAG edifício CEFOR.....	70
6.10	Consumo elétrico total do ar condicionado	71
6.11	Custo de manutenção por edifício	72
a)	Plano básico de manutenção preventiva casa de máquinas	82
b)	Plano básico de manutenção preventiva para climatizadores Fan Coil	84
c)	Plano básico de manutenção preventiva para ventiladores centrífugos.....	85
d)	Novo Plano de manutenção.....	86
e)	Dados para caracterização dos gastos em manutenção.....	101

LISTA DE SÍMBOLOS

Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BAC	Bomba de Água Condensada
BAGP	Bomba de Água Gelada Primária
BAGS	Bomba de Água Gelada Secundária
BEG	Bomba de Etilenoglicol
BRI	Bomba de Reposição de Inventário
BRS	Bomba de Reposição de Solução
CAG	Central de Água Gelada
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CEB	Companhia Energética de Brasília
CEDI	Centro de Documentação e Identificação da Câmara dos Deputados
CEFOR	Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento da Câmara dos Deputados
CEQUI	Coordenação de Engenharia de Equipamentos da Câmara dos Deputados
CETEC	Centro de Tecnologia da Câmara dos Deputados
CF	Confiabilidade
CMMS	Sistema de Gestão de Manutenção Computadorizada
CTRAN	Coordenação de Transportes da Câmara dos Deputados
DETEC	Departamento Técnico
FC	Fan Coil
FMEA	Análise de Modo e Efeitos de Falha
MA	Meio Ambiente
MACMMS	Sistema Informatizado de Gestão de Manutenção
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MEG	Monoetilenoglicol
MP-BC	Manutenção Preventiva Baseada em Condição
MP	Manutenção Preventiva
MP-P	Manutenção Preventiva Periódica
MS	Ministério da Saúde
MT	Manutenabilidade
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time To Repair

NPR	Número de Prioridade de Risco
OS	Ordem de Serviço
PC	Processo
PMOC	Plano de Manutenção Operação e Controle
QD	Qualidade
QR	Quick Response (código de barras bidimensional)
SAF	Setor de Administração Federal (Sul e Norte)
SE	Segurança
SGM-N	Setor de Garagens Ministeriais-Norte
SIA	Setor de Indústria e Abastecimento
RCM	Manutenção Centrada em Confiabilidade
RTF	Manutenção Corretiva Planejada
TBF	Tempo entre falhas
TC	Trocador de Calor
TG	Termoacumulação de Gelo
TPM	Manutenção Produtiva Total
TR	Tonelada de Refrigeração
TTR	Tempo entre reparo
URL	Unidade Resfriadora de Líquidos

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo mostra uma visão geral sobre o problema proposto, que envolve o desenvolvimento da história da manutenção em ar condicionado e sistemas de refrigeração. É apresentada uma revisão bibliográfica sobre manutenção em sistemas de ar condicionado e refrigeração, no geral. Os objetivos e a metodologia para a realização do trabalho também fazem parte deste capítulo introdutório.

1.1. O TEMA EM ESTUDO E SUA RELEVÂNCIA

Com o advento da revolução industrial a humanidade passou a enfrentar uma nova realidade, a inserção de máquinas e equipamentos na rotina de trabalho de um processo industrial, que levou o homem do campo para cidade. Esse processo de integrar máquinas e equipamentos à rotina da população trouxe diversos benefícios mais também gerou problemas, como por exemplo, realizar a manutenção de equipamentos com qualidade para manter o tempo estimado de vida útil desse equipamento sem comprometer o volume de produção.

No mundo contemporâneo as grandes cidades possuem milhares de edifícios e um parque industrial diversificado, para atender a todo esse desenvolvimento que presenciamos nos dias atuais, se faz necessário um grande número de equipamentos e sistemas automatizados de gestão e manutenção. Os edifícios são compostos por inúmeros e complexos sistemas, que se complementam com a finalidade de proporcionar um ambiente de trabalho produtivo, confortável, saudável e seguro para seus ocupantes. Uma boa gestão de manutenção traz equilíbrio para atender a demanda de manutenção (seja ela corretiva, de instalação e preventiva) gerando uma maior durabilidade do equipamento.

Algumas questões ligadas à operação de equipamentos são:

- (a) Eles precisam funcionar em dia e estar condições para uso adequado de sua capacidade, aonde tudo funcione em harmonia e pelo tempo de vida esperado do fabricante.
- (b) O desenvolvimento de estratégias de gestão tem que ser apropriado para cada tipo máquina e/ou edifício, respeitando as características de cada equipamento e instalação.

Nem sempre se dá a devida importância para a manutenção (no geral), e muitas das vezes a escolha da forma de manutenção e análise das estratégias são equivocadas, ou acabam sendo descartadas por uma análise incorreta dos custos envolvidos. Haja vista que o fator custo da manutenção, quando analisado isoladamente, não contando os benefícios que a manutenção trará, acaba inibindo as pessoas a considerarem em seu plano de metas a inserção de rotina de manutenção, relegando-a a uma posição secundária ou, mesmo, a ser vista como um mal necessário.

Hoje em dia, muitas pessoas e empresas já valorizam a ideia da importância da manutenção em equipamentos e instalações, principalmente em instalações de sistema AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) em edifícios comerciais e industriais. O pensamento atual passa por

uma gestão bem distribuída e focada na prevenção de falhas, isso traz melhor desempenho ao equipamento e gera confiabilidade ao gestor e ocupantes dos edifícios, proporcionando qualidade e ajudando a diminuir desperdício de toda ordem. O importante é ter em mente que se tratando de uma máquina ela não irá funcionar para sempre, logo o plano de manutenção a ser traçado é essencial ao controle e evita ao máximo a parada do equipamento, isso diminui complicações advindas de toda espécie.

A pesquisa “A Situação da Manutenção no Brasil” realizada em 2001 pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) mostra que os custos com a atividade de manutenção no país representam 4,2% do PIB, o equivalente a US\$ 28 bilhões anuais para época. Outro dado interessante é que cerca de 4% do faturamento bruto das empresas são gastos em ações de manutenção, uma indicação de que parte significativa do lucro pode estar sendo consumida nessa área.

Nestes gastos apresentados acima, estão incorporados custos com mão de obra, peças e contratação de serviços. Além disso, foram incluídos os gastos adicionais com horas extras dos funcionários da manutenção, em decorrência das paradas imprevistas causadas por manutenções corretivas, e compra de materiais e serviços de manutenção em situações de emergência.

O crescimento industrial e demográfico de uma nação exige cada vez mais dos recursos de energia, e no Brasil não é diferente. Aqui vem sendo realizado alguns programas de racionalização do uso da energia para diminuir a demanda. De acordo com dados da pesquisa realizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2006) a potência demandada por instalações de ar condicionado e refrigeração é da ordem de 12.314 MW, representando 11,8% da capacidade instalada no país.

Esses dados da pesquisa da ANEEL nos mostra o quão importante é gerenciar a economia de energia de uma instalação AVAC, para reverter esse quadro se faz necessário o uso de novas ferramentas e investimentos na área de manutenção e gerenciamento dos equipamentos da instalação, a utilização de um software de gerenciamento em manutenção pode responder significativamente por uma redução no consumo de energia elétrica, podendo ajudar a prolongar a vida útil do equipamento e diminuir o tempo de falha dele em funcionamento.

1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A parte teórica desse trabalho envolveu como recurso à consulta de algumas referências bibliográficas e diversas teses acadêmicas, sobretudo de mestrados, revelaram-se úteis ao meu trabalho, pois elas quase sempre procuram contextualizar o assunto tratado. Existem muitas bibliografias publicadas sobre o tema geral de manutenção, por isso tive que reduzir as pesquisas a aspectos mais específicos e que podem ter mais interesse ao tema de manutenção em sistemas AVAC.

No geral a história da manutenção se divide em duas grandes fases distintas, temos que até a década de 50 a manutenção ocorria somente no campo de correção de possíveis defeitos que surgiam durante operação de máquinas e equipamentos, após o período da década de 70 começou a se pensar

um pouco mais em manutenção introduzindo conceitos como o de manutenção preventiva, que para época muitos não davam o devido valor mais hoje vemos a importância dessa ação preventiva.

Hoje a palavra manutenção se mostra em papel de destaque em nossa sociedade, tendo em vista o seu “grau de importância para assegurar a confiabilidade do equipamento, a qualidade do produto e a segurança da planta ou processo” (Niu *et al.*, 2010). Pesquisas do autor (Pinjala *et al.* 2010, adaptada) relatam que, em geral, “entre 15% e 40% do custo de produção” fica nos encargos financeiros da manutenção em qualquer que seja o tipo e a finalidade da instalação. Os dados dessa pesquisa nos mostra que, tomada de decisão equivocada e mal planejada no campo de estratégias de manutenção geram perdas e elevados custos de produção ao gestor (Pinjala *et al.*, 2006, Almeida *et al.*, 2007, adaptada).

Cada dia se tem novas máquinas e equipamentos inseridos em nosso cotidiano, a maioria deles é de alto grau de complexidade tanto na construção como em sua utilização e principalmente manutenção, além disso, hoje em dia é necessário investir um alto valor para realizar uma manutenção de qualidade e que traga bom serviço. O autor (Pinjala *et al.*, 2006, adaptado) “demonstra que parâmetros-chaves de competência no mercado – como custos, qualidade, flexibilidade e outras prioridades – dependem das capacidades da manufatura da empresa”.

Pinjala *et al.* (2006) informa que a manutenção passou de uma mera prática corriqueira, a ser tratada como uma importante variável, para estratégias das empresas. O autor menciona que, no mundo atual, as empresas competidoras têm “mais tecnologias avançadas de manufatura, mais automação, mais pessoal capacitado, implantam mais políticas proativas de manutenção e gerenciam a manutenção mais efetivamente que seus competidores”.

O caminho atual indica para uma maior integração entre estratégias e novas abordagens a serem integradas a rotinas de manutenção, pretendendo entender essa nova complexidade dos processos industriais e seus robustos equipamentos. Tudo isso aliado à procura de diminuir os custos empregados em manutenção (que são cada vez maiores) e aumento da confiabilidade da operação do equipamento, fazendo que ele fique disponível para operação o maior tempo possível.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho é dar início a utilização das funcionalidades do software de gerenciamento de manutenção (MACMMS – sistema informatizado em gestão de manutenção), para auxiliar a fiscalização dos serviços de manutenção no sistema de ar condicionado da Câmara dos Deputados localizada no Congresso Nacional em Brasília. A esse objetivo principal se associam ainda os seguintes objetivos complementares e metas:

Serão utilizados os módulos de ativos (cadastro das instalações, locais e equipamentos), de fornecedores (peças, estoques, almoxarifado), de manutenção preventiva (rotinas de manutenção, periodicidade, tipos de manutenção por tipo de equipamento, etc) e de pessoal (cadastro dos

profissionais). A partir desses levantamentos, será gerado um relatório mensal sobre o estado real de manutenção para todos os edifícios do complexo, com a possibilidade de emissão de relatórios técnicos, incluindo a análise de custos por tipo de serviço, custos de manutenção para cada edificação, histórico de falhas de equipamentos, etc.

1.4. METODOLOGIA

Esse trabalho aborda um sistema AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) como exemplo de aplicação de atividades de manutenção com intuito de colaborar para a sustentabilidade dos edifícios da Câmara dos Deputados localizada no Congresso Nacional em Brasília. Para a obtenção dos resultados e elaboração da dissertação foi utilizado o software de manutenção MACMMS (sistema informatizado para gestão de dados), que gerencia a manutenção de todo complexo.

A metodologia utilizada será baseada, primeiramente, em uma análise geral de todo sistema de ar condicionado que está implantando no complexo de edifícios.

Será verificado também, como é o atual sistema de procedimentos de manutenção de ar condicionado e o que isso traz de impacto para a saúde, bem-estar e produtividade dos ocupantes desse edifício.

Em seguida serão propostas melhorias na gestão de manutenção dos edifícios do complexo, visando um melhor controle de custos de equipamentos e mão de obra contratada durante esse período.

Realizar-se-á cadastramento dos principais equipamentos do sistema e uma análise de custos de manutenção por edifício, visando uma possível redução total de custos gerados pela manutenção na instalação.

1.5. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O capítulo 1 mostra uma visão geral sobre o problema proposto e sua importância. Apresenta uma revisão sobre conceitos e importância da manutenção na fase de operação/uso do edifício.

O capítulo 2 contém uma revisão de conceitos teóricos referentes às características dos sistemas de climatização e os principais componentes de uma instalação de ar condicionado.

O capítulo 3 apresenta o estudo do caso em questão, mostrando características físicas do edifício e instalações existentes na operação do sistema de ar condicionado na casa.

O capítulo 4 apresenta o software MACMMS e suas funcionalidades gerais para introduzir o leitor acerca da ferramenta e suas funções no gerenciamento da manutenção em uma instalação de edifício. Também retrata sobre o seu funcionamento no complexo da Câmara dos Deputados e anexos, evidenciando o que ocorre no plano geral dessa instalação.

O capítulo 5 mostra os resultados da utilização do software junto aos benefícios advindos do seu uso no sistema de climatização. São mostrados também nesse capítulo alguns relatórios gerados por

essa ferramenta além do relatório criado sobre o estado de manutenção de cada edifício do complexo da Câmara dos Deputados.

O capítulo 6 nos mostra resultados obtidos com dados do sistema de ar condicionado para geração do tempo de falha e reparo de alguns componentes da CAG. Temos também o entendimento dos índices de manutenção para produção dos cálculos do MTBF, MTTR e D(t) de equipamentos desse sistema. Um tópico desse capítulo retrata as dificuldades enfrentadas nesse trabalho. Além disso, encontra-se nessa etapa os relatórios de custos gerados em manutenção por edifício e gastos para manter cada CAG em operação diária, mensal e anual.

O capítulo 7 desse estudo de caso traz as conclusões finais desse trabalho mostrando que os objetivos propostos na etapa um desse projeto foram alcançados. No mais constam também nessa etapa algumas sugestões para trabalhos futuros relacionados ao tema, com possibilidades para melhorias e ajustes desse estudo de caso.

2. REVISÃO DE CONCEITOS TEÓRICOS

Sistema de expansão indireta e sua característica, revisão sobre conceitos e definições na área de manutenção e prevenção são algumas questões tratadas nesse capítulo.

2.1. MANUTENÇÃO – TERMOS E DEFINIÇÕES IMPORTANTES

Do dicionário temos o significado da palavra manutenção, que é: o ato ou efeito de manter (-se). “É a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo supervisão, destinadas a manter ou recolocar o equipamento em estado no qual possa desempenhar sua função requerida” (Wikipédia).

É mais ou menos consenso entre os grandes autores, acerca dos tipos de manutenção existentes e suas correlações, que eles chegaram a conclusão em dividir a manutenção para estudo em dois grandes grupos: a manutenção planejada e a não planejada.

Segundo os autores Mirshawka e Olmedo (1993, p.9) - retirado da tese para se obter o grau de Mestre na UFRGS, do autor Marcelo Guelbert – (Tema: Estruturação de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa do segmento automotivo), eles relatam que se deve relacionar as divisões da manutenção ao cinco dedos de nossa mão, da seguinte maneira:

- I. Manutenção de Melhoramento (MM): “O esforço para se chegar à manutenção de melhoramento levam a pensar nela como sendo o polegar (que é o dedo mais importante de nossa mão). Os esforços de Engenharia da Confiabilidade deveriam, sempre que possível estar voltados para a eliminação de falhas que venham a necessitar de manutenção”.
- II. Manutenção Corretiva (MC): “Está relacionado ao nosso dedo mindinho, segundo relatam os autores, pois eles acham que a manutenção corretiva é a que deveria ser menos utilizada. Usa-se a MC quando o equipamento falha ou cai abaixo de uma condição aceitável quando em operação”.
- III. Manutenção Preventiva Sistemática ou Programada (MP): “A manutenção programada deve ser usada somente se a sua utilização criar uma oportunidade para reduzir falhas que não podem ser detectadas antecipadamente ou se imposta pelas exigências da produção ou segurança” (por exemplo, em instalações de sistemas AVAC).
- IV. Manutenção Preditiva Condicional: “É quando a manutenção só é realizada se o equipamento apresenta baixo desempenho ou queda. A inspeção com o auxílio de instrumentos ou dos sentidos humanos torna-se necessária, comparando-se os valores obtidos com os valores mínimos conhecidos, para indicar quando os problemas poderão ocorrer. Deve-se para esse tipo de manutenção observar algumas regras – como monitorar e inspecionar os componentes críticos; olhar a segurança como prioridade; reparar os defeitos”.

- V. Manutenção Preditiva (MPRED): “A estatística e a teoria das probabilidades constituem a base para se ter uma manutenção baseada no estado real da máquina e/ou seus componentes. A descoberta da tendência por meio da análise dos dados, frequentemente premia o observador com a descoberta das causas da falha, sugerindo os possíveis tipos de ações preventivas a serem tomadas para evitar outras falhas futuras nesse equipamento”.

Nessa revisão de conceitos teóricos tento retratar as principais divisões sobre o tema manutenção, e relato as que serão utilizadas no complexo de edifícios da Câmara dos Deputados, com a utilização do software para gerir a manutenção dos equipamentos e máquinas do sistema de climatização e exaustão dos edifícios em questão.

Abaixo segue as definições dos principais termos referentes a tudo que envolve manutenção, essas definições foram retiradas da norma brasileira NBR 5462/1994 da ABNT relativos à Confiabilidade e a Manutenibilidade:

- a. Manutenção: “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.
- b. Confiabilidade: “probabilidade de item desempenhar uma função requerida, sob dadas condições, durante um intervalo de tempo”.
- c. Manutenibilidade: “probabilidade de uma dada ação de manutenção efetiva, para um item sob condições de uso, poder ser efetuada dentro de um intervalo de tempo determinado, quando a manutenção é feita sob condições estabelecidas usando procedimentos e recursos prescritos”.
- d. Disponibilidade: “capacidade de um item estar em condição de executar certa função em um dado instante, ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados”.
- e. Item: “qualquer parte, componete, dispositivo, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente”.
- f. Falha: “é o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, quando o item deverá ser reparado ou substituído. A falha leva o item a um estado de indisponibilidade”.
- g. Manutenção Corretiva: “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar o item em condições de executar uma função requerida”.
- h. Manutenção Programada: “manutenção preventiva efetuada de acordo com um programa preestabelecido”.

- i. Manutenção Preventiva: “manutenção efetuada em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação de funcionamento do item”.
- j. Manutenção Preditiva: “permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva”.

2.2. TIPOS DE INSTALAÇÕES DE SISTEMA DE AR CONDICIONADO PREDIAL

Uma instalação de ar condicionado, no geral, é projetada para ser capaz de manter ao longo de todo ano e em todos ambientes condicionados, as devidas condições de temperatura e umidade necessárias aquele ambiente. Terá que promover também a higienização dos ambientes, mediante a introdução de uma quantidade de ar externa adequada (juntamente com o ar de recirculação), que deverá ser devidamente filtrado.

Para se manter o devido conforto para os ocupantes do edifício contemplado com ar condicionado, é o fato de se conseguir manter as temperaturas nos diferentes ambientes, dentro do limite estabelecidos em projeto, ao longo de todo o ano.

Os tipos de instalações de ar condicionado se classificam de acordo com o fluido(s) utilizado(s) para o “transporte de energia”, de modo a equilibrar as cargas térmicas sensíveis e latentes do ambiente.

I. Expansão Indireta e Condensação a Água

A descrição do sistema de ar condicionado se baseou nas ideias da tese do senhor Marcos Maran para obtenção do título de Mestre em engenharia na Universidade de São Paulo em 2011 (com o tema: Manutenção baseada em condição aplicada a um sistema de ar condicionado como requisito para sustentabilidade de edifício de escritórios).

O sistema de expansão indireta se baseia pela quantidade de componentes envolvidos e por ser geralmente empregado em instalações de médio e grande porte, além de prezar pela automação e visar a redução do consumo de energia envolvidos no processo.

Para esse sistema, a água tem um papel extremamente importante, pois ela é empregada para transportar o calor rejeitado desde o ambiente interno até o ambiente externo (atmosfera). Desse modo, toda a água gelada produzida no chiller é bombeada pelas bombas primárias e distribuída ao prédio por meio de rede de tubulações denominada Anel Primário. Na instalação aonde se deseja o condicionamento de ar existe o chamado Anel Secundário, que circula água gelada para todos os seus condicionadores de ar (fan-coils) dos ambientes daquele prédio.

Uma figura ilustra o diagrama de rede do sistema apresentado acima, é mostrado sucintamente na figura 2.1. Temos o circuito primário que é formado por um chiller com compressão a vapor, bombas

primárias de água gelada (BAG) e de água de condensação (BAC), torre de resfriamento, tanque de expansão, compressores de ar e respectiva instrumentação de supervisão e controle. Todos esses equipamentos são utilizados numa Central de Água Gelada (CAG). O anel primário de distribuição de água gelada (tubulação de alimentação e de retorno) liga a CAG à casa de máquinas do anel secundário do edifício.

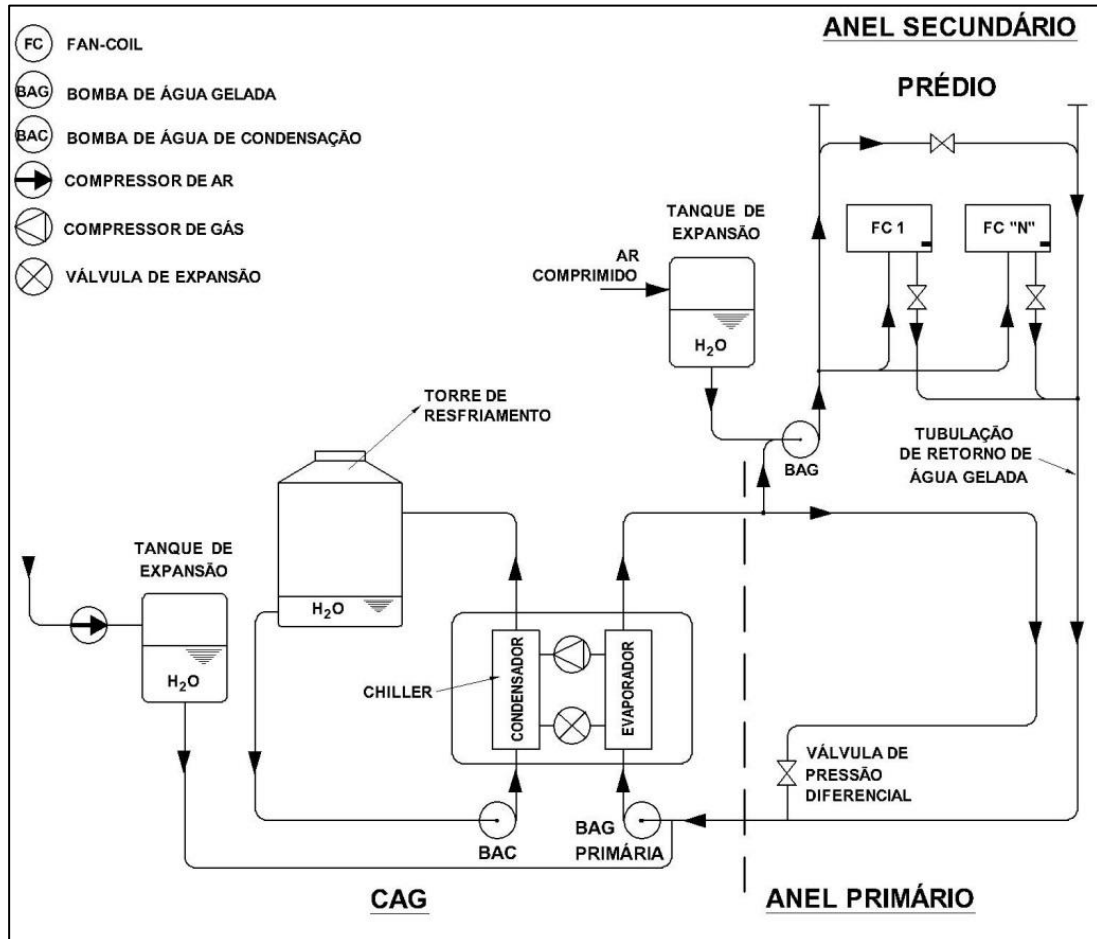


Figura 2.1. Sistema de ar condicionado de expansão indireta (MARAN, 2011 - adaptada).

O segundo anel do edifício é formado por tanques de expansão, bombas de água gelada que são acionadas por painéis elétricos e suas tubulações, que a partir do anel primário bombeiam essa água para entrada dos fan-coils, cujas saídas estão conectadas a tubulação de retorno de água gelada do prédio e esta a tubulação de retorno do anel primário.

Por ser um sistema com uma variedade grande de componentes empregados e suas diversas funções atribuídas, o sistema de expansão indireta e condensação a água é um dos que mais proporcionam a aplicação de conceitos de manutenção para mantê-lo de uma forma eficiente em funcionamento.

Nos edifícios que fazem parte do complexo da Câmara dos Deputados, o sistema de ar condicionado de expansão indireta é predominante na instalação, tendo em vista que se enquadra em uma instalação de grande porte.

II. Expansão Direta

É o tipo de sistema onde o evaporador (que emprega um refrigerante de expansão direta) está em contato direto com o espaço ou material que está sendo refrigerado, conforme ilustra a figura 2.2.

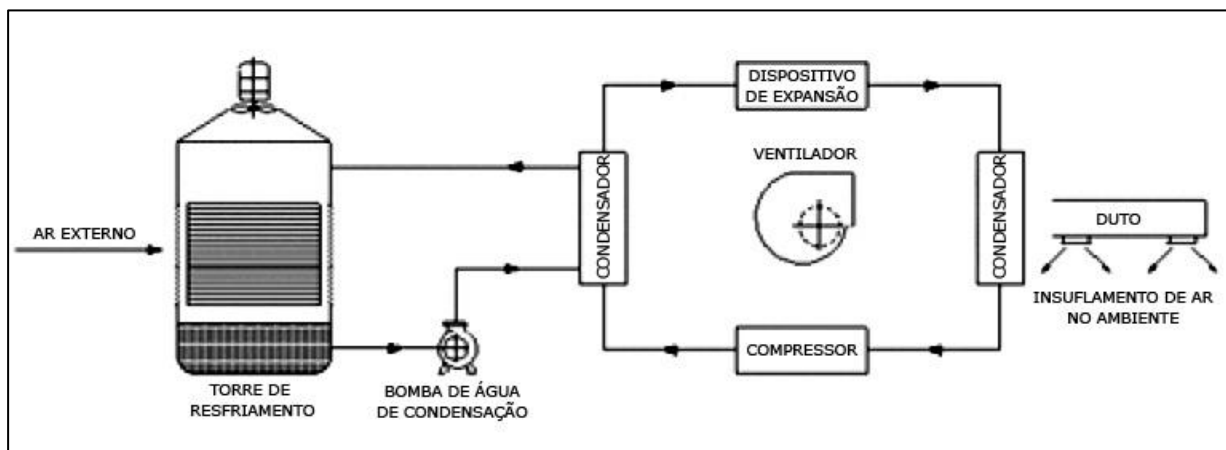


Figura 2.2. Ciclo de refrigeração de expansão direta – Condensador resfriado a água (Curitiba, 2014 adaptada).

Um exemplo do emprego do sistema de expansão direta é o ar condicionado de janela, além de equipamentos Splits (ou Mini-Split). Na Câmara dos Deputados está instalado um total de 90 aparelhos splits e self's que representam o sistema de expansão direta no local.

2.3 COMPONENTES DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO SUJEITOS A MANUTENÇÃO

Nesse tópico iremos abordar sobre alguns dos principais equipamentos de uma central de água gelada (CAG), dizendo suas características básicas de funcionamento e como é realizada a manutenção periódica e preventiva por meio da PMOC utilizada nos edifícios da Câmara dos Deputados.

2.3.1 COMPRESSOR

É o componente responsável por criar o fluxo de refrigerante ao longo do sistema de refrigeração. No processo recebe vapor refrigerante em baixas temperaturas e pressão e eleva o vapor até uma pressão e temperatura maior.

Alguns dos itens avaliados na manutenção preventiva são:

- verificar lubrificação dos mancais no eixo de controle de capacidade anualmente;

- verificar o isolamento dos mancais no eixo de controle de capacidade semestralmente;
- desconectar o braço da ventoinha do motor e opera-lo com a mão para checar seu funcionamento pelo menos uma vez ao ano;
- examinar terminais elétricos no motor do compressor semestralmente;
- lubrificar os rolamentos dos motores dos chiller's pelo menos duas vezes ao ano.

2.3.2 BOMBAS

É o equipamento que proporciona a circulação de água para o funcionamento do sistema de água gelada da instalação, ela tem por finalidade transferir o calor de uma fonte fria para uma fonte quente. Fazem parte do sistema hidráulico central, e requerem cuidados especiais para não deixarem de operar.

A rotina para verificação do estado do equipamento pede a análise de alguns itens, como:

- verificar a existência de sujeira, danos, corrosão externa e fixação das bombas;
- limpar externamente o equipamento;
- verificar vibrações e ruídos anormais;
- verificar o nível de óleo, e se necessário o completar;
- medir e registrar as pressões de trabalho da bomba;
- verificar a vedação do selo mecânico.

2.3.3 CONDENSADOR

É o componente do ciclo de refrigeração responsável por transferir o calor do sistema para o ar ou para a água (ou ainda para os dois ao mesmo tempo – no caso de condensadores evaporativos). O calor é absorvido pelo evaporador e deslocado até o condensador pelo compressor.

No plano básico de manutenção preventiva da Câmara dos Deputados, são examinados e calibrados todos os termômetros e manômetros, do condensador, com periodicidade anual. Semestralmente retiram-se as tampas do condensador e verifica se existem deposito e corrosões nos tubos além de analisar as juntas de vedação do equipamento.

2.3.4 EVAPORADOR

É um trocador de calor que absorve o calor para o sistema de refrigeração. Ele recebe líquido refrigerante frio, de baixa pressão vinda do dispositivo de expansão e através da absorção do calor de alguma substância (ou meio), vaporiza-o em seu interior.

Alguns itens importantes a serem verificados ao longo da operação dos evaporadores são:

- verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica;
- verificar os fluxos dos fluidos frigoríficos e refrigeradores;
- medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição plena de vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída;

- verificar o isolamento térmico do componente;
- em caso de solução aquosa é necessário verificar a concentração do anticongelante;
- limpar o sistema de drenagem, o gabinete do condicionador, as superfícies além de eliminar toda forma de sujeira.

2.3.5 TORRE DE RESFRIAMENTO

Nos edifícios da Câmara dos Deputados, está instalado um total de 15 torres de resfriamento. A torre de resfriamento é um equipamento utilizado para rejeitar o calor criado no processo de climatização e trocar com a atmosfera. Elas utilizam a evaporação da água para remover o aumento de temperatura e resfriar o fluido de trabalho.

Dentre as principais medidas de manutenção preventiva para esse equipamento podemos citar algumas que são realizadas:

- verificar a existência de sujeira, danos e corrosão;
- verificar a alimentação e distribuição de água;
- ajustar o controlador do nível de água;
- verificar o sistema de purga;
- ajustar o volume de purga conforme recomendações técnicas definidas na análise da água;
- limpar o sistema de drenagem;
- verificar o funcionamento do dispositivo de acionamento dos ventiladores, e o funcionamento do termostato;
- verificar a bomba de recirculação.

2.3.6 CHILLER

É o responsável por retirar o calor da água abaixando o seu valor da temperatura, o calor é retirado através do sistema de refrigeração (compressor, evaporador, condensador e dispositivo de expansão).

Para mantê-lo em operação com bom funcionamento e de forma a evitar falhas é necessário tomar alguns cuidados com a manutenção do equipamento, por exemplo:

- verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica;
- limpar as superfícies em geral;
- verificar os fluxos dos fluidos frigoríficos e refrigerados;
- verificar e eliminar a existência de ar do lado do líquido refrigerado;
- medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição plena de vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída;
- determinar e registrar o superaquecimento se ocorrer do equipamento;
- verificar o isolamento térmico do componente;
- verificar a operação do sistema de anticongelamento (fluido frigorífico refrigerado a ar);
- verificar a existência de vazamentos de fluidos frigoríficos, ou líquidos em geral;

- para evaporador fluido frigorífico/água, efetuar análise da água quanto à sua característica: corrosiva, neutra ou incrustante.

2.3.7 DISPOSITIVO DE EXPANSÃO

É o elemento de controle do sistema de climatização e tem como função principal a de manter a diferença de pressão entre a região de alta e baixa (respectivamente, condensador e evaporador). Seu funcionamento se dá por meio da restrição da passagem do fluido refrigerante, o que faz com que ele passe do estado líquido aquecido a alta pressão para líquido resfriado a baixa pressão.

Alguns cuidados são essenciais para manutenção em geral desse dispositivo, dentre vários citamos alguns que são realizados nos edifícios do complexo:

- verificar a existência de sujeira, danos e corrosão;
- limpar os elementos e eliminar possíveis focos de corrosão;
- verificar o funcionamento dos controladores de vazão;
- verificar o as atuadores dos registros;
- lubrificar os mancais de acionamento;
- verificar o acionamento mecânico.

2.3.8 CLIMATIZADORES (FAN-COILS / FANCOLETES)

Fan-coil é um condicionador de ar que utiliza água gelada para resfriamento do fluido ao invés do gás refrigerante comumente utilizado nos aparelhos de ar condicionado.

A manutenção preventiva para esse equipamentos envolve:

- limpeza e/ou dos filtros;
- verificar os fluxos de ar/líquido;
- limpar o sistema de drenagem;
- limpar a serpentinas e bandejas;
- verificar a operação dos controles de vazão;
- lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;
- limpar o gabinete do condicionador e ventiladores (carcaça e rotor).

2.4 INDICES DE MANUTENÇÃO

Na análise de desempenho de atividades ligadas às áreas de manutenção, existem diversos mecanismos (índices), para calcular e avaliar a melhor maneira de realizar a manutenção e obter o melhor desempenho do equipamento. Esses indicadores são parâmetros utilizados para avaliar a eficiência dos trabalhos de manutenção e servir como base de dados para futura observação.

Existem vários indicadores para acompanhar o estado de confiabilidade de uma instalação, abaixo citarei só os principais, dando ênfase para os índices que constam no software de manutenção (MACMMS) utilizado no gerenciamento dos edifícios da Câmara dos Deputados. A respeito dos demais índices de manutenção, realizarei apenas breve comentário sobre suas principais características.

2.4.1 MTBF

MTBF (Mean Time Between Failures) significa o tempo médio entre falhas, valor atribuído a um equipamento para descrever seu nível de confiabilidade. É o tempo médio decorrido entre avarias de um sistema. Quanto maior for este índice, maior será a confiabilidade no equipamento e, conseqüentemente, a manutenção será avaliada em questões de eficiência. Esse índice tornou-se um componente fundamental na concepção de sistemas e equipamentos de segurança. O tempo médio entre falhas é um índice importante, aonde a taxa de falha de ativos (no software MACMMS) precisa ser gerenciada para melhorar o desempenho geral da instalação.

Pode ser calculado segundo a Eq. (2.1), descrita abaixo:

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^N TBF_i}{N} \quad (2.1)$$

2.4.2 MTTR

MTTR (Mean Time To Repair) significa o tempo médio de reparo é o tempo necessário para solucionar problemas, reparos ou falhas dos equipamentos e devolvê-los as condições normais de operação e funcionamento. O tempo médio de manutenção é definido como o tempo registrado entre o início do incidente (parada) e o momento que retorna a operação (isso incluiu o tempo de notificação, tempo de diagnóstico, espera de remontagem, alinhamento, calibragem, teste e etc)

É calculada segundo mostra a Eq. (2.2) abaixo:

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N TTR_i}{N} \quad (2.2)$$

2.4.3 DEMAIS INDICADORES

Tendo como base a pesquisa “A situação da manutenção no Brasil”, realizada em 2011 pela ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), é possível citar os principais indicadores adotados aqui em nosso país como medidas para quantificar o estado de manutenção de uma instalação industrial por exemplo.

- Indicadores de Produtividade (custos):

- 1) Preço total da manutenção pelo faturamento - este indicador apresenta a relação entre o custo de manutenção versus o faturamento bruto da empresa.
 - 2) Aplicação dos recursos na manutenção (números de homens/hora de trabalho) pelo tipo de manutenção – este indicador relaciona de forma direta a manutenção mais realizada em determinado período (corretiva, preventiva,...) com o número de funcionários no setor.
- Indicadores de Desempenho:
- 3) Backlog – conhecido como “acúmulo de trabalho” não se refere exclusivamente a trabalho não realizado em sua totalidade, mas também indica todo trabalho incompleto e que não foi realizado por algum motivo mais ao final irá ser computado como caso encerrado.
 - 4) Satisfação do cliente – mensura o nível de satisfação do consumidor com o prazo de entrega do serviço de manutenção.
 - 5) Frequências de falhas – mede o número de ocorrências de falha do recurso em determinado período.
 - 6) Disponibilidade operacional – contabiliza os equipamentos e/ou máquinas disponíveis para execução de sua função básica sem apresentar falhas.

3. ESTUDO DE CASO

Nesse capítulo é apresentada a estrutura do edifício e anexos que compõem o complexo da Câmara dos Deputados no Congresso Nacional.

3.1 CÂMARA DOS DEPUTADOS

Arquitetado pelo renomado Oscar Niemeyer, o edifício sede da Câmara dos Deputados está localizado no edifício do Congresso Nacional, que fica na Praça dos Três Poderes em Brasília – DF.



Figura 3.1 – Congresso Nacional (Google Imagens – Foto: Rodolfo Stuckert, 2015, adaptada).

O complexo arquitetônico principal da Câmara dos Deputados compreende o conjunto de edifícios situados ao longo do Eixo Monumental e entorno: o Edifício Principal, Anexo I, Anexo II, Anexo III, Anexo IV e Complexo Avançado (CEFOR, CTRAN, GRAFICA, CETEC NORTE).

A soma da área construída de todos estes edifícios alcança aproximadamente 150 mil metros quadrados, o conjunto compreende 3,4 mil salas. A Câmara também cuida de cerca de 210 mil metros quadrados de área verde, desse total 140 mil metros quadrados são compostos pelos gramados em torno do Palácio do Congresso Nacional (Edifício Principal), pelo Jardim de Palmeiras Imperiais, próximo à Praça dos Três Poderes, e por outras áreas circundando os demais anexos e edifícios. Também contam os espaços verdes nas superquadras 202 e 302 Norte e 111 e 311 Sul, onde estão situados os blocos dos apartamentos funcionais ocupados pelos servidores federais.

Por estes espaços, conectados segundo uma série de corredores, esteiras e rampas de acesso, circulam diariamente entre 6 mil e 8 mil pessoas (dentre parlamentares, funcionários, visitantes e representantes de grupos organizados) que necessitam dentre outros serviços, de um amplo e eficaz sistema de ar condicionado e refrigeração.

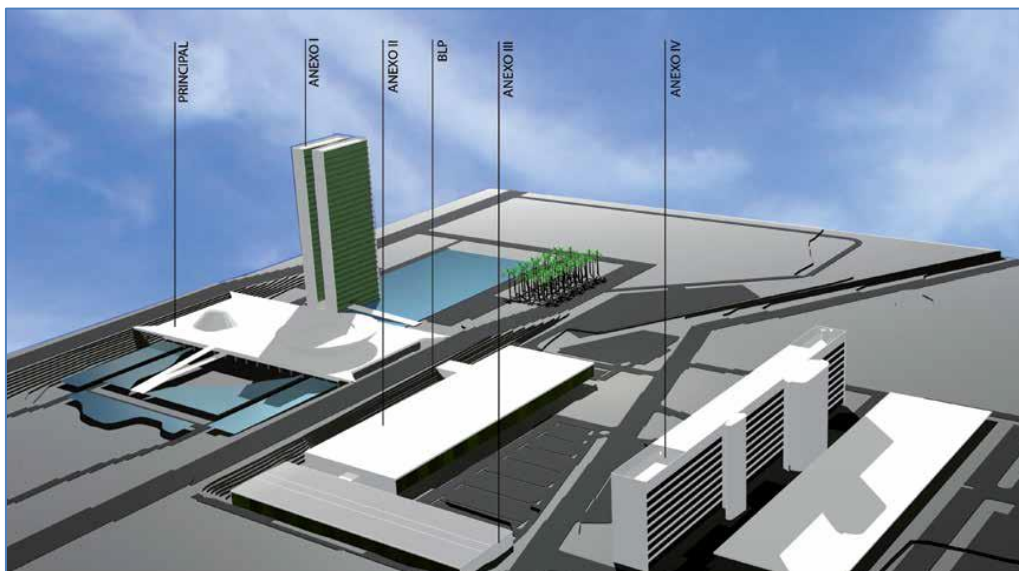


Figura 3.2 – Complexo Principal da Câmara dos Deputados (Projeto Original, adaptada).

Tabela 3.1. Configuração do complexo da Câmara dos Deputados.

ANEXO	UTILIZAÇÃO	PAVIMENTOS	HORARIO DE FUNCIONAMENTO
Edifício Principal	Plenário, Salão Verde, Salão Negro, Salão Nobre, Órgãos da mesa diretora, agencias bancarias, TV Câmara.	Subsolo, térreo e pavimento superior.	9 horas às 00h00
Edifício Anexo I	Salas, administração, copas, Lideranças.	Subsolo, Térreo, 26 pavimentos.	9 horas às 21h00
Edifício Anexo II	Biblioteca, salas, Bloco das Lideranças Partidárias, Plenários das comissões.	3 pavimentos e um subsolo.	9 horas às 20h00
Edifício Anexo III	Restaurantes, posto médico, almoxarifado, gabinetes.	3 pavimentos e um subsolo.	9 horas às 20h00
Edifício Anexo IV	Gabinetes, área de apoio administrativo, praça de alimentação, agências de viagens e serviços diversos.	10 pavimentos e um subsolo.	9 horas às 20h00
Edifício CEFOR e Complexo Avançado	Salas, auditório, CTRAN, Gráfica.	1 a 4 pavimentos.	8 horas às 20h00

3.2 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

O sistema de ar condicionado projetado para a Câmara dos Deputados e seus anexos, é uma instalação de condicionamento de ar para verão e objetiva assegurar as condições de conforto e higiene necessárias aos ambientes, através de controle de temperatura, umidade, limpeza, velocidade e renovação de ar.

Todos os Edifícios do complexo da Câmara dos Deputados são contemplados com sistema de ar condicionado, quase que na sua totalidade, tendo como exceções os sanitários, copas, casa de máquinas dos edifícios e áreas afins. Foi adotada a filosofia de expansão indireta, com condensação a água (com exceção do Complexo avançado que é por condensação a ar), utilizando-se água gelada para o resfriamento dos diversos pavimentos do Edifício, de acordo com sua especificidade requerida. A Tabela (3.2) mostra os equipamentos básicos que compõem o sistema de ar condicionado de todo complexo da Câmara dos Deputados.

As informações usadas para se construir às tabelas que constam no capítulo 3 desse presente trabalho vieram do Pregão Eletrônico nº 37/2014 Processo nº 121.130/2013 realizado pela Comissão Permanente de Licitação da Câmara dos Deputados.

Tabela 3.2. Relação de equipamentos do sistema de ar condicionado do complexo da Câmara.

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
22	Unidades Resfriadora de Líquido (URL)
14	Torres de resfriamento
2	Tanques de termoacumulação de gelo
56	Moto-bombas
60	Fan Coils
1 / 2	Umidificador / desumidificador
728	Fancoletes
90	Split's e Self's
55	Ventiladores para renovação de ar
8	Ventiladores axiais
22	Ventiladores centrífugos para ventilação
112	Exaustor renovação de ar /axial/coifa.

Todos os edifícios do complexo da Câmara dos Deputados possuem sistema de ar condicionado independentes, com exceção feita ao Anexo I e Edifício Principal que são interligados ao mesmo circuito. Portanto o Anexo II, Anexo III, Anexo IV e Edifício CEFOR possuem sistema independente dos demais e com características um pouco diferentes entre si.

A descrição do sistema de ar condicionado para cada edifício e suas características de operação encontra-se descrito nas sessões subsequentes. A figura 3.3 mostra todos os edifícios que fazem parte do complexo da Câmara dos Deputados, as edificações atualmente existentes estão, portanto, assim distribuídas:

- 1) Complexo Principal (Palácio do Congresso Nacional e os Anexos I, II, III e IV, situados no entorno da Praça dos Três Poderes e Setor de Administração Federal Sul – SAF/Sul);
- 2) Complexo Avançado (Setor de Garagem dos Ministérios – Norte – SGM-N, onde estão instalados o Centro de Formação, o Centro de Processamento de Dados, a Gráfica, a Coordenação de Transportes e outras áreas de apoio);
- 3) Áreas Remotas (SIA, Centro de Armazenamento, em execução; Centro de Transmissão de Rádio e TV, entre outros).

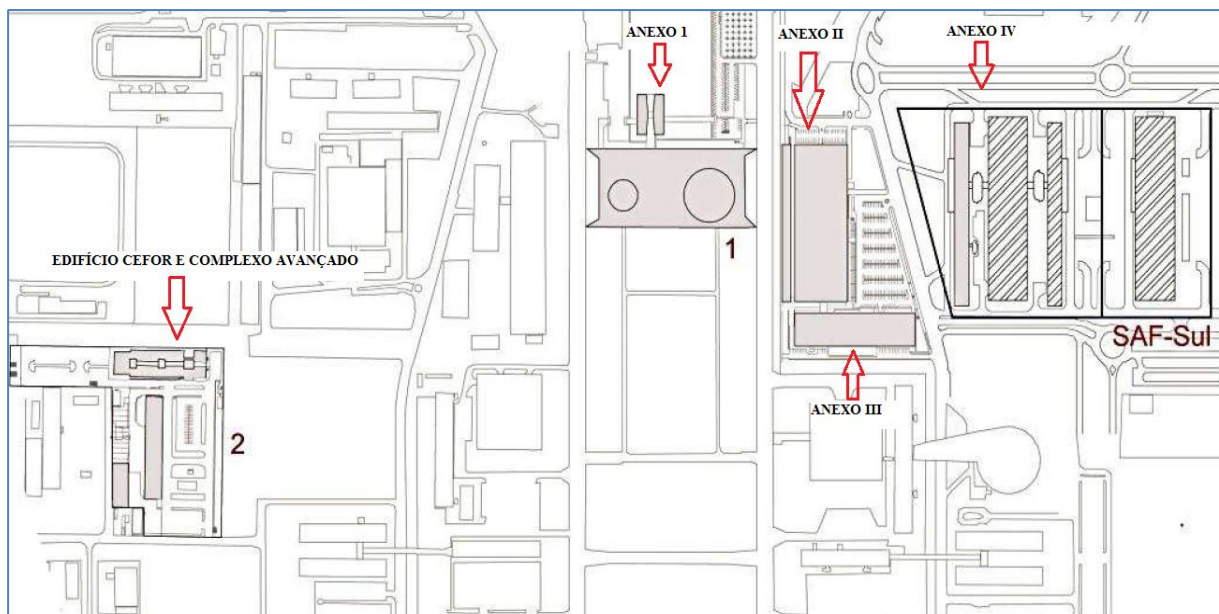


Figura 3.3 – Complexo de edifícios da Câmara dos Deputados (Projeto original, adaptada).

Para os próximos 05 (cinco) anos estão prevista reformas e melhorias no sistema de climatização dos edifícios da Câmara dos Deputados, para melhor atender a demanda e realizar a troca de equipamentos antigos, se adequando também as novas normas, portarias e planos de manutenção exigidos pela norma.

Serão dois circuitos para interligar cinco edifícios do complexo:

- A nova central do edifício Anexo II atenderá e interconectará o sistema de ar condicionado, entre os edifícios: Principal, Anexo I e Anexo II;

- A nova central de ar condicionado do edifício Anexo IV atenderá também ao edifício Anexo III.

O edifício CEFOR e Complexo Avançado continuarão com o seu sistema independente dos demais, realizando apenas eventuais melhorias em equipamentos e adequações as normas de manutenção. Isso tornará o sistema de climatização dos edifícios da Câmara dos Deputados mais eficiente e proporcionará mais conforto para seus ocupantes.

3.3 EDIFÍCIO PRINCIPAL E ANEXO I

O edifício do Anexo I é constituído de 26 pavimentos, um andar térreo e um de subsolo aonde se alojam salas, escritórios, administração, áreas técnicas e estacionamentos. Já o Edifício Principal é constituído do plenário, Salão Verde, Salão negro, Salão Nobre e Órgãos da mesa diretora, além de agência bancária e a TV Câmara.

Para atender a essas duas instalações o sistema de ar condicionado, se encontra organizado da seguinte maneira (as informações foram obtidas no memorial descritivo Câmara dos Deputados – CAENGE, de autoria da empresa INTEGRAR PROJETO E ASSESSORIA TÉCNICA):

A CAG existente encontra-se instalada no subsolo, entre o Edifício Principal e o espelho d'água ao lado do edifício Anexo I, e é composta pelos seguintes equipamentos:

- a) 3 Unidades de Resfriamento de Líquido (URL) de 250 TR cada - sendo uma reserva;
- b) 4 Torres de Resfriamento (TRA) de 190 TR cada - sendo uma reserva;
- c) 4 Bombas de Água de Condensação (BAC) – sendo uma reserva;
- d) 2 Bombas de Água Gelada Secundária Principal (BAG/SP) – para distribuição de água pelos condicionadores de ar do Edifício Principal;
- e) 2 Bombas de Água Gelada Secundária Anexa (BAG/SA) – sendo uma reserva, para distribuição de água pelos condicionadores de ar do edifício Anexo I;
- f) 2 Tanques para Termo acumulação de Gelo (TG) com capacidade para 2450 TR.H cada;
- g) 2 Anéis Hidráulicos de água gelada, sendo um “primário”, que interliga as BAG/P com os URL's em três sub circuitos distintos para cada URL, e um “secundário”, composto pelas BAG/S, que promovem a recirculação de fluido frigorígeno pelos condicionadores de ar, dividido em dois sub circuitos conforme identificado pelas respectivas BAG/S;
- h) 1 Anel Hidráulico para a água de condensação, interligando as URL's com as TRA's.

As informações referentes ao funcionamento do sistema AVAC dos edifícios e as respectivas configurações das CAG'S, foram retiradas do projeto original realizado pela empresa PROJETO Engenharia Ltda.

Tendo em vista as condições de funcionamento (horários, taxas de ocupação, etc.) das áreas beneficiadas pelo sistema de condicionamento de ar são inconstantes, dificultando a determinação de um “perfil de carga”, o projeto foi desenvolvido assumindo a condição mais comum em um período

anual. Isto é, expediente entre 09h00 e 21h00, com 50% da ocupação máxima do Plenário, quando o sistema deverá operar com 500 TR de capacidade de geração de frio, “queimando” até 3.500 TR.H dos tanques de gelo, em dias de carga máxima.

Nas situações em que aconteçam no Congresso, sessões prolongadas e de grande interesse popular, quando o expediente poderá se estender pela madrugada, em até dois dias “críticos”, não sucessíveis, em uma única semana, previu-se que poderá haver uma “queima” de até 4.200 TR.H de gelo. Será então necessário colocar-se em operação a 3ª unidade da URL (reserva).

Dado que não é possível ter-se uma previsão exata do momento em que seria necessário colocar o 3º grupo em operação, considerou-se que quando a carga acumulada nos tanques for menor de 20% da capacidade total, e a carga máxima do dia, tiver sido superior a 750 TR, deverá soar um alarme, e meia hora depois este grupo (o 3º) será colocado em operação, caso esta ação não seja inibida por um responsável autorizado.

Caso isto aconteça, a CAG contará com 750 TR para produzir resfriamento e/ou para recarregamento dos tanques, até que as demandas térmicas retornem ao perfil “normal”.

Assim, o projeto contempla duas estratégias de operação da CAG, a primeira relativa à condição dita normal e que deverá ocorrer praticamente quase todo o ano, e a segunda, nas condições ditas críticas, por períodos específicos e eventuais.

Podemos assim definir quatro “períodos típicos” de operação do sistema para um dia de verão:

- 1º PERÍODO – Somente resfriamento – carga < 500 TR (de um total de 750 TR);
- 2º PERÍODO – Resfriamento mais gelo – carga > 500 TR (de um total de 750 TR);
- 3º PERÍODO – Somente tanques de gelo – horário de ponta;
- 4º PERÍODO – Resfriamento e/ou recarregamento dos TG’s.

Durante o primeiro e o segundo períodos, a CAG trabalhará de forma a produzir a carga térmica realmente solicitada pelo sistema, limitada a uma capacidade de produção de frio equivalente a dois (ou três) grupos frigorígenos (de 500 TR ou 750 TR), sendo a parcela eventualmente excedente atendida pelos tanques de gelo. Naturalmente, a carga térmica nestes períodos pode variar de quase “zero”, nos dias mais frios e de recesso da Câmara dos Deputados, até a carga máxima simultânea prevista.

Para atender toda esta gama de variação, o projeto prevê que a CAG poderá operar com uma ou duas (ou três) URL’s, possibilitando maior economia energética. O sistema deverá funcionar com um único grupo frigorígeno enquanto a demanda for inferior a 320 TR, ocorrendo uma pequena contribuição dos tanques de gelo para complementar o excedente de carga. Assim, nos períodos mais frios do ano, a segunda URL não funcionará, e os TG’s serão solicitados. O desligamento de um grupo também só deverá ocorrer quando a carga térmica for inferior à capacidade de produção menos 110% da capacidade de um grupo (que será desligado), evitando as partidas e paradas sucessivas dos grupos nas faixas transitórias de carga.

O terceiro período é caracterizado pelo “horário de ponta”, quando a tarifação de energia elétrica cresce substancialmente, definindo a estratégia de desligamento dos grupos, ficando ligadas apenas em bombas de água gelada secundárias. Os tanques de gelo assumem a responsabilidade integral pelo suprimento de frio aos condicionadores de ar. O horário de tarifa diferenciada ocorre entre 17h30 e 20h30, porém consideramos que os grupos poderão ser desligados às 17h00 e religados às 21h00 nos dias “normais”.

O quarto período ocorrerá normalmente durante a noite, quando não deverá haver demanda térmica apreciável, havendo equipamentos disponíveis para recarregamento dos tanques. Assim, se a demanda térmica for inferior a 80 TR todos os grupos estarão disponíveis para a produção de gelo, entre 80 e 320 TR - um grupo operará para resfriamento, e outro para gelo, de 320 a 580 TR – dois grupos farão resfriamento, e, tratando-se de um dia “crítico”, o terceiro grupo poderá operar para gelo.

O término do período de produção de gelo somente deverá ocorrer quando os tanques estiverem plenamente carregados, ou não haja URL disponível para este fim devido às solicitações térmicas do sistema.

A fabricação de gelo ocorrerá sempre que os tanques apresentem um descarregamento superior a 175 TR.H (capacidade de uma URL para produzir gelo), e pelo menos uma URL esteja disponível para operar fabricando. Isto garantirá que os tanques estejam sempre carregados, e quando este processo for solicitado o grupo operará por um período superior à uma hora.

Nos dias críticos, a rotina deverá ser alterada. Imediatamente após o término do “horário de ponta” (20h30), deverá ser verificado se a queima dos tanques atingiu 80% de sua capacidade de armazenamento, e se a demanda térmica instantânea continua superior a 320 TR. Neste caso, a CAG deverá ser imediatamente religada, colocando os dois grupos para o resfriamento da solução frigorígena, e deverá ser alarmada a condição crítica do sistema. Um operador qualificado poderá inibir a partida do 3º grupo através de um comando manual. Caso isto não seja feito até as 21h00, o sistema de controle colocará automaticamente o terceiro grupo frigorígeno em operação.

Ao longo dos anos os invólucros plásticos das iceballs foram rompidos em operação, liberando a água de seu interior, causando com isso, uma queda de concentração da solução. A principal causa da redução da concentração de monoetilenoglicol (MEG) na solução foi constatada através do exame das iceballs, com a abertura do tanque de gelo, aonde se verificou a ruptura das capsulas de acumulação. Desse modo, a CAG vem operando com acúmulo de água gelada (no tanque de termoacumulação) ao invés das iceballs antigamente utilizadas.

Na tabela 3.3 mostra algumas das principais informações do sistema da CAG que atende ao edifício Anexo I e principal.

Tabela 3.3. Informações sobre o sistema da CAG e de condensação - Edifício principal e Anexo I.

Número de Torres	04 unidades interligadas de 190 TR cada
Marca	CONDOR
Tiragem	Induzida
Enchimento	PVC
Vazão de recirculação da água condensada	548 m ³ /h
Volume estimado de água de condensação	24 m ³
Volume estimado de água gelada	10 m ³
Horas de trabalho/dia (segunda à sexta-feira)	24 horas
Horas de trabalho/dia de fim de semana	24 horas
Quantidade total de TR do sistema	750 TR
Unidades de resfriamento de líquido (chiller)	03 unidades de 250 TR cada
Número de bombas de água gelada primária	04 unidades (sendo uma reserva)
Número de bombas de água gelada secundária	02 unidades – atendem ao edifício principal
Número de tanques de termoacumulação	02 tanques para termoacumulação, 2450 TR.H cada

Na figura 3.4 é apresentada a CAG que fornece o sistema de climatização para o Edifício Principal e o Anexo I, por ser muito antiga (do início dos anos 90) não foi possível encontrar a planta em formato PDF ou AutoCAD.

A CAG existente encontra-se instalada, entre o subsolo do Edifício Principal e espelho d'água do Anexo I, e serve exclusivamente para o abastecimento dos condicionadores de ar que atendem a esse prédio.

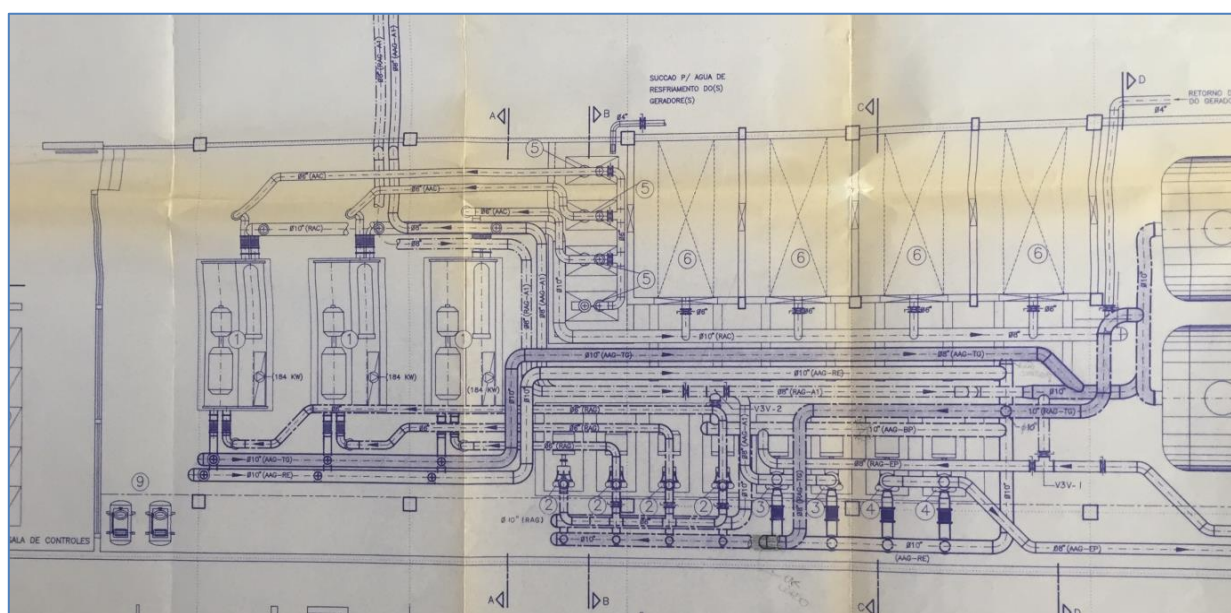


Figura 3.4 - Central de Água Gelada do Edifício Anexo I (Planta Original do Projeto, adaptada).

3.4 EDIFÍCIO ANEXO II

Esse edifício é composto de três pavimentos e um subsolo, nele consta o bloco das lideranças partidárias além de plenário das comissões, escritórios de cada comissão, CEDI (centro de documentação e identificação da Câmara dos Deputados). Para atender a toda estrutura desse edifício, se fez necessária uma reforma no sistema de ar condicionado tendo em vista que antiga instalação é muito antiga e já não atende mais a demanda e capacidade adequada para os dias atuais.

Trata-se de condicionamento de ar para verão, que proporciona condições de conforto térmico nos recintos beneficiados pela filtragem, resfriamento, desumidificação e movimentação de ar, além dos sistemas de ventilação e exaustão mecânica das garagens, sanitários, depósitos, cozinha e áreas afins. Levando-se em conta a preocupação em obter-se um ótimo índice de custo de instalação, foi analisado o desempenho de cada equipamento dentro das normas estabelecidas para o caso.

A filosofia adotada para implantação do sistema de condicionamento de ar será a de expansão indireta com condensação a água, utilizando-se água gelada para o resfriamento dos pavimentos do Edifício, de acordo com sua especificidade requerida.

O sistema dessa edificação será composto de três unidades resfriadores de líquido (URL) com condensação a água de 665 TR's, de quatro bombas de água gelada primária, sendo três operantes e uma reserva, climatizadores de ar "Fancoletes" do tipo cassete e parede. Além do sistema de climatização, deverão ser fornecidos sistemas de ventilação mecânica para ar exterior do sistema de condicionamento, sistema de exaustão mecânica para copas e sanitários.

Na tabela 3.3 constam algumas das principais informações a cerca do sistema adotado na climatização do edifício Anexo II.

Tabela 3.4. Informações sobre o sistema de água gelada e de condensação – Anexo II

Número de Torres	03 unidades interligadas
Marca	ALPINA
Tiragem	Induzida
Enchimento	PVC
Vazão de recirculação da água condensada	513 m ³ /h
Volume estimado de água de condensação	18 m ³
Volume estimado de água gelada	7,0 m ³
Horas de trabalho/dia (segunda à sexta-feira e finais de semana)	24 horas
Quantidade total de TR do sistema	665 TR

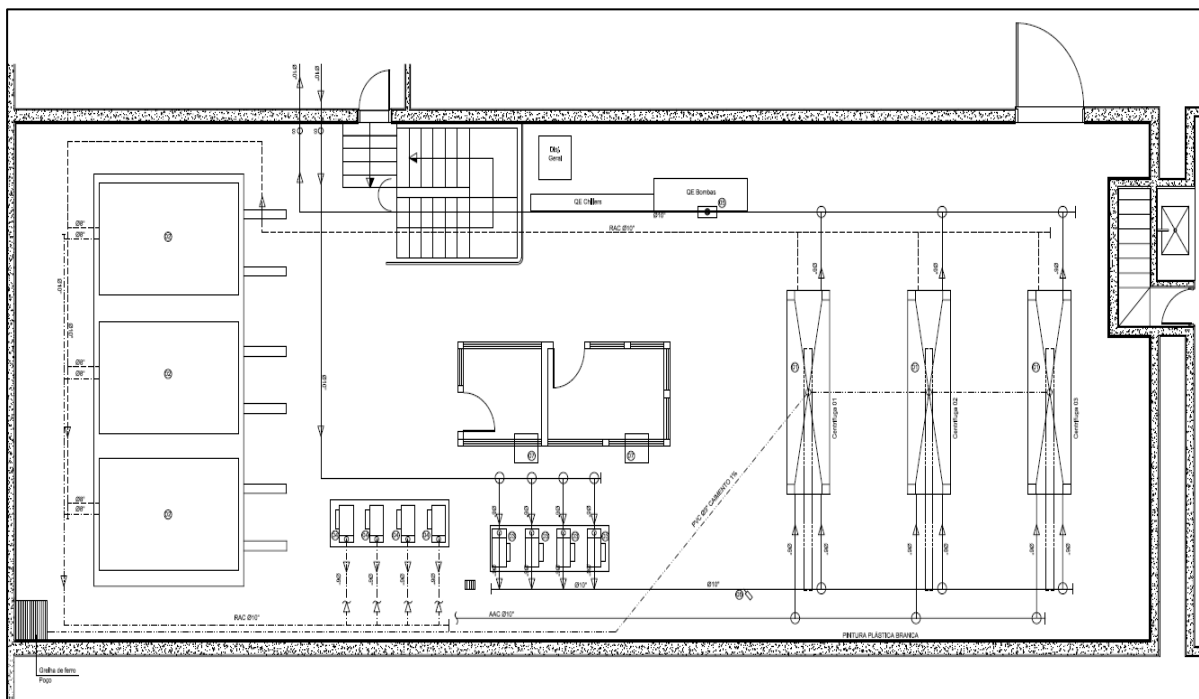


Figura 3.5 Central de Água Gelada Anexo II (Planta Original do Projeto, adaptada).

3.5 EDIFÍCIO ANEXO III

O edifício do Anexo III é composto de três pavimentos e um subsolo, nele se localizam dois restaurantes, gabinetes, posto médico, salas e almoxarifado dentre outras instalações.

Trata-se de condicionamento de ar para verão, que proporciona condições de conforto térmico nos recintos beneficiados pela filtragem, resfriamento, desumidificação e movimentação de ar, além dos sistemas de ventilação e exaustão mecânica das garagens, sanitários, depósitos, cozinha e áreas afins. Levando-se em conta a preocupação em obter-se um ótimo índice de custo de instalação, foi analisado o desempenho de cada equipamento dentro das normas estabelecidas para o caso.

A filosofia adotada para implantação do sistema de condicionamento de ar será a de expansão indireta com condensação a água, utilizando-se água gelada para o resfriamento dos pavimentos do edifício, de acordo com sua especificidade requerida.

O sistema dessa edificação é composto de três unidades resfriadores de líquido “chillers” com condensação a água de 150 TR’s, de quatro bombas de água gelada primária, sendo três operantes e uma reserva, climatizadores de ar “Fancoletes” do tipo cassete e parede. Além do sistema de climatização, deverão ser fornecidos sistemas de ventilação mecânica para ar exterior do sistema de condicionamento, sistema de exaustão mecânica para copas.

Tabela 3.5. Informações sobre o sistema de água gelada e de condensação – Anexo III

Número de Torres	05 unidades interligadas
Marca	ALVENARIA
Tiragem	Induzida
Enchimento	PVC
Vazão de recirculação da água condensada	405 m ³ /h
Volume estimado de água de condensação	17,5 m ³
Volume estimado de água gelada	6,0 m ³
Horas de trabalho/dia (segunda à sexta-feira)	12 horas
Quantidade total de TR do sistema	450 TR

Por ser tratar de uma instalação muito antiga (década de 70), essa central esta em via de ser desativada em virtude de já não atender mais a demanda, logo haverá uma interligação da central de climatização do edifício Anexo III com a central do edifício Anexo IV.

3.6 EDIFÍCIO ANEXO IV

O edifício Anexo IV é composto de 10 pavimentos e um subsolo que atendem a diversos gabinetes, área de apoio administrativo, praça de alimentação, agências de viagens, agências bancárias e serviços diversos.

Trata-se de condicionamento de ar para verão, que proporciona condições de conforto térmico nos recintos beneficiados pela filtragem, resfriamento, desumidificação e movimentação de ar, além dos sistemas de ventilação e exaustão mecânica das garagens, sanitários, depósitos, cozinha e áreas afins. Levando-se em conta a preocupação em obter-se um ótimo índice de custo de instalação, foi analisado o desempenho de cada equipamento dentro das normas estabelecidas para o caso.

A filosofia adotada para implantação do sistema de condicionamento de ar será a de expansão indireta com condensação a água, utilizando-se água gelada para o resfriamento dos pavimentos do Edifício, de acordo com sua especificidade requerida.

As centrífugas adotadas terão capacidade suficiente para atender ao edifício Anexo IV, Anexo III e a futura expansão do Anexo IV, tendo ainda uma resfriadora de líquido de reserva para atender a intervenções de manutenção preventiva e eventuais falhas que ocorram com algum dos equipamentos.

Desta forma, a capacidade total da central deverá ser de, no mínimo, 3000 TR, o que daria três unidades com capacidade mínima de 1000 TR's cada. Obrigatoriamente atendendo às condições existentes para a água gelada, sendo temperatura de saída de no máximo 7 °C e diferencial de temperatura de 5,5 °C. Para tal a vazão de água gelada será de 2,4 gpm/TR.

Tabela 3.6. Informações sobre o sistema de água gelada e de condensação do Anexo IV.

Número de Torres	02 unidades interligadas
Marca	ALFATERM
Tiragem	Induzida
Enchimento	PVC
Vazão de recirculação da água condensada	227 m ³ /h
Volume estimado de água de condensação	10,0 m ³
Volume estimado de água gelada	10,0 m ³
Horas de trabalho/dia (segunda à sexta-feira)	12 horas
Quantidade total de TR do sistema	1000 TR

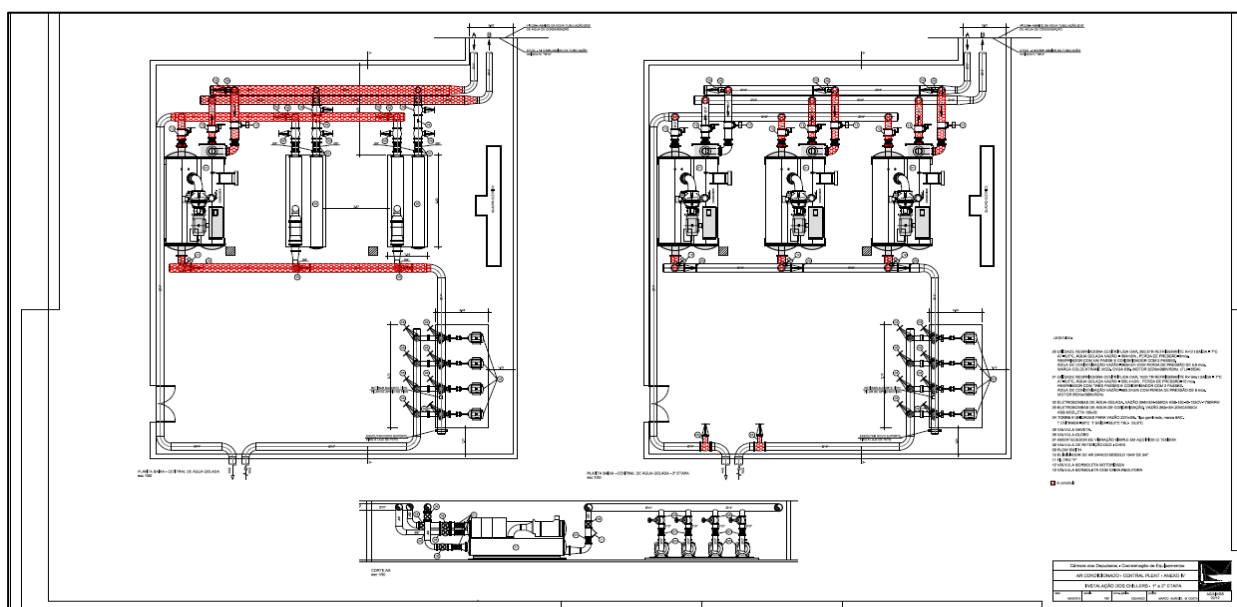


Figura 3.6 – Central de água gelada do edifício Anexo IV (Planta Original do Projeto, adaptada).

3.7 EDIFÍCIO CEFOR E COMPLEXO AVANÇADO

Sob coordenação da diretoria de recurso humano, o CEFOR (centro de formação treinamento e aperfeiçoamento da Câmara dos Deputados) planeja e executam as atividades relacionadas à educação legislativa, bem como recrutamento, seleção e desenvolvimento de pessoas na casa. No complexo avançado se

É um edifício de bloco térreo composto em sua grande maioria por salas de escritórios, auditório, copas e banheiros.

A filosofia adotada para implantação do sistema de condicionamento de ar será a de expansão indireta, com circulação de água como agente refrigerante. A obra da Central de Água Gelada, que atenderá o prédio do CEFOR e outros daquele complexo, será objeto de contratação futura.

A rede de distribuição entrará no prédio do CEFOR pela sala de fan coil do Auditório, seguindo posteriormente para distribuir horizontalmente aos demais climatizadores. Será dotada de registro de bloqueio, válvulas de regulação de vazão, purgador de ar, filtro, conforme detalhado nos desenhos.

Visando fornecer ar externo com temperatura diminuída, deverão ser fornecidos dois lavadores adiabáticos, posicionados na captação do ar exterior da galeria de fan coils, conforme apresentado no desenho. Os lavadores de ar usarão água da cidade para resfriar o ar exterior.

Os lavadores resfriarão o ar exterior até onde permitir a sua capacidade. Para evitar um excessivo sub-resfriamento, as bombas hidráulicas de recirculação deverão ser desligadas por termostatos limites, regulados em 22°C e posicionados na galeria, logo à frente dos lavadores.

Para os fan coils, o controle de temperatura dos ambientes será do tipo eletrônico proporcional integral derivativo (PID) composto por válvulas de controle de fluxo de água gelada do tipo 2 vias (V2V), com retorno por mola quando desenergizada, instaladas nas saídas das serpentinas. Completando o conjunto haverá uma chave elétrica on-off para o ventilador e um sensor de temperatura para o controlador da válvula V2V.

O comando de cada fan coil será realizado pelo usuário, que acionará uma chave liga-desliga para o ventilador. A entrada do ventilador permitirá a energização do atuador da V2V e o controle da vazão de água, em resposta ao sensor de temperatura instalado no pleno de retorno do ar, sentindo a temperatura do ambiente. Quando o fan coil for desligado a válvula V2V deverá retornar, por mola ou relé, para manter o fan coil sem fluxo hidráulico.

Os resfriadores evaporativos do ar exterior serão operados pela Administração do CEFOR (operador do sistema), discriminativamente. O circuito do resfriador evaporativo terá uma rotina diária de secagem do painel, ativada no fim do dia de trabalho, em que permanecem os seus ventiladores ligados por 30 minutos, com a bomba hidráulica desligada, para secagem e controle de fungos.

Para o Auditório deverá ser instalado um fan coil, interligado ao sistema de tubos de maneira equivalente aos demais climatizadores. Será acionado pelo operador do sistema, pelo quadro posicionado dentro da sala de fan coil, ligando o ventilador e posicionando a válvula V2V em resposta ao sensor de temperatura de retorno, como descrito anteriormente. O sensor de temperatura será posicionado na saída do ar do filtro atenuador de ruído.

O retorno do ar do Auditório será feito por bocais do tipo cogumelo de piso, posicionados sob as poltronas, conforme apresentado no desenho. O ar de retorno descenderá até o plenum sob o piso dos assentos e penetrará na sala de fan coil pela parede limítrofe. Na parede da sala de fan coil, onde a mesma interliga com o plenum de retorno, será instalado um filtro atenuador acústico, com as

características técnicas apresentadas no desenho. No duto de insuflamento, dentro da sala do fan coil, será instalado um atenuador acústico.

Será instalada uma coifa-lavadora, do tipo “wash-pull”, sobre o fogão da Cozinha do pavimento térreo, ao lado da Lanchonete. Essa coifa conterà o sistema de lavagem e os filtros, totalmente em aço inoxidável, e dois exaustores axiais que perfurarão o teto e lançarão o ar ao exterior. Nas bocas descarga, ambos terão domus de proteção anti-chuva.

O sistema de condicionamento de ar condicionado do Edifício será composto basicamente pelos seguintes equipamentos:

- a) 39 condicionadores de ar tipo “Fan Coil” vertical com rede de dutos;
- b) 02 resfriadores evaporativos (lavadores adiabáticos);
- c) 02 filtros atenuadores acústicos
- d) 01 coifa-lavadora tipo wash-pull para a Cozinha.

Tabela 3.7. Informações sobre a CAG do Edifício CEFOR.

Volume estimado de água gelada	1,0 m ³
Horas de trabalho/dia (segunda à sexta-feira)	12 horas
Quantidade total de TR do sistema	360 TR

3.8 PLANO DE MANUTENÇÃO E ADEQUAÇÕES A NORMAS TÉCNICAS

Abaixo temos o plano de manutenção que é executado em todo complexo da Câmara dos Deputados por meio da empresa de manutenção contratada via licitação, PROCLIMA ENGENHARIA LTDA, que realiza todo serviço de manutenção para o sistema de climatização dos prédios e ainda ajuda alimentar o software MACMMS com informações a respeito da manutenção corretiva que vem sendo realizada. Futuramente o software será alimentado com informações do novo cronograma de manutenção preventiva, representados na tabela que se encontram nos anexos desse trabalho.

As tabelas a, b. e c. (se encontram no apêndice I desse trabalho), planos antigos previstos em contrato com a Proclima Engenharia Ltda, retratam o plano de manutenção que era realizado até meados do mês de janeiro do ano de 2015, desde então vem sendo utilizado um novo plano de manutenção, descrito na tabela (que se encontra no apêndice II desse trabalho), para atender a portaria do Ministério da Saúde, de número 3.523/MS, em que se exigem rotinas de manutenção estabelecidas na PMOC e se adequando a NBR 13971/2014, que trata de sistema de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação – Manutenção Programada.

É importante salientar que todas as rotinas de manutenção utilizadas nos edifícios da Câmara dos Deputados, seguem rigorosamente as recomendações previstas em normas e a recomendações

feitas pelo fabricante do equipamento. As normas técnicas brasileiras aplicadas em sistema de ar condicionado e manutenção são:

- ABNT 16401-3: Informações de ar condicionado, sistemas centrais e unitários – qualidade do ar;
- ABNT 13971-2014: Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação - Manutenção Programada;
- RE 09/2003 ANVISA: Qualidade do ar no interior de ambientes climatizados artificialmente de uso público e corretivo;
- NBR 14679 Sistema de condicionamento de ar e ventilação – Execução de serviços de higienização;
- Portaria 3.523 do Ministério da Saúde – PMOC;
- NBR 5462 Trata do tema: Confiabilidade e manutenibilidade.

O novo plano de rotina de manutenção definido para os edifícios do complexo da Câmara dos Deputados, foi desenvolvido com base nas normas técnicas, portarias e manuais dos fabricantes de equipamentos. Tudo isso foi realizado visando melhorar a manutenção preventiva do parque de equipamentos dos edifícios, considerando que o plano previsto em contrato (mostrado nas tabelas a., b. e c.) estava incompleto e obsoleto para o momento atual.

Esse novo plano de manutenção partiu do pessoal do DETEC (Departamento Técnico) de engenharia da Câmara dos Deputados para melhorar a manutenção e se adequar a ABNT 13971/2014 (Manutenção de sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento) e na Portaria 3523/98 do Ministério da Saúde (Plano de manutenção, operação e controle para sistemas de climatização).

Para o ano de 2017 está previsto o lançamento de um manual de uso, operação e manutenção dos edifícios da Câmara dos Deputados, cujas rotinas que serão utilizadas se referem à tabela (apêndice II), e tem como um dos objetivos integrar essa rotina ao software para que se possa ter um controle mais real da situação.

O orçamento de gastos previstos para atender a rotina de manutenção de todos os edifícios da Câmara dos Deputados, junto à empresa vencedora da licitação (Proclima Engenharia Ltda) está na casa dos três milhões de reais. Além desse valor, também são gastos com manutenção cerca de 200 mil reais além do orçamento previsto, esses valores se referem a peças e serviços que a mantenedora gasta para manutenção corretiva.

A inserção da manutenção preventiva nos equipamentos, além de ser uma medida correta perante as normas técnicas existentes, visa à diminuição do valor gasto fora do orçamento para se adequar a uma melhor gestão de recursos. Com isso, é esperado que a implementação dessa rotina preventiva utilizando o software CMMS como apoio a gestão de manutenção, surja além do retorno em segurança das instalações dos equipamentos um retorno de cunho financeiro.

4 SOFTWARE MACMMS PARA MANUTENÇÃO

Este capítulo apresenta instruções gerais sobre a aplicação e funcionamento do software de gerenciamento e manutenção no complexo da Câmara dos Deputados.

4.1 SOFTWARE DE MANUTENÇÃO E SUAS APLICAÇÕES

Nos dias de hoje com a globalização e o fluxo de informações cada vez maiores e mais intensas, se faz necessário ter uma ferramenta que possibilite organizar dados e gerenciá-los a fim de extrair diversas informações e aplicações para aperfeiçoar a gestão de recursos. Os softwares CMMS (sistema computadorizado de gestão em manutenção) são mecanismos criados para possibilitar a informatização de procedimentos no setor de manutenção e empreendimentos visando integrar todo processo aos profissionais envolvidos.

Qualquer empresa ou indústria que queira ter um controle maior sobre seus equipamentos na instalação e procura uma gestão mais eficiente dos recursos, necessita então, fazer uso de um software para controlar a grande quantidade de informações relacionada a tudo que envolva a manutenção. Essa ferramenta possibilita que a maioria da informação possa ser armazenada digitalmente com a ajuda de um pacote de gestão para os dados de manutenção. Um sistema CMMS é um software de computador que ajuda as equipes de manutenção a manter um registro de todos os ativos que são responsáveis, agendar tarefas, realizar manutenção preventiva e manter um registro histórico de trabalho que executam.

O software pode ajudar a empresa a planejar e a programar com sucesso as suas operações de manutenção. Este planejamento de manutenção assegura a maximização do tempo de funcionamento do equipamento, reduz a necessidade de reparos de emergência, reduz os custos de produção além de poupar tempo, ajuda no sentido de ter uma produção melhor e mais eficaz, aumentando assim o lucro da empresa.

4.2 COMPARATIVO ENTRE ALGUNS SOFTWARES DE MANUTENÇÃO

Nesta parte procuro relatar os principais softwares de gestão em manutenção (CMMS) comercializados no Brasil, fazendo um paralelo entre as suas principais características. Este comparativo não pretende ser conclusivo nem completo, tendo em vista, a gama de produtos ofertados no mercado nacional e internacional. Os softwares de MCC (Manutenção Centrada em Confiabilidade) ou os módulos que possibilitam as análises (falhas, causas, efeitos), não foram contemplados, pois não é o objetivo desse trabalho. Os campos de características foram construídos com dados e textos dos próprios fabricantes, não se constituindo análise de valor ou validação do profissional sob tais características.

As características comuns a todos os softwares não estão mencionadas nas grades, tais com: Gerenciamento de ordens de serviço, histórico completo dos equipamentos, controle de estoque de materiais, organização do inventário, programação de ferramentas, controle de custos, filtros diversos, etc., pois iria estender o tema e tornar-se repetitivo.

Tabela 4.1. Comparativo entre alguns dos principais softwares de manutenção existentes.

PRODUTO	SIM-Sistema Integrado de Manutenção[®]
Classificação	CMMS
Fabricante	Astrein Informática LTDA
Origem	SP - Brasil
Preço Médio	O módulo básico custo cerca de R\$ 5.000 para 01 usuário sem incluir treinamento. O software completo (com todos módulos) pode chegar a R\$ 300.00
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Módulos com histórico, manutenção preventiva, planejamento e avançado; • Módulos complementares
PRODUTO	ENGEMAN[®]
Classificação	CMMS
Fabricante	Engeman Enterprise Asset Management LTDA
Origem	MG - Brasil
Preço Médio	A partir de R\$ 4.500 (01 usuário + treinamento)
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Tutorial passo a passo, em 3 idiomas, dispensando custos de implementação; • Criação de cálculos entre campos; • Demonstrativo completo via download; • Criação de tarefas executadas automaticamente; • Versão Lite a baixo custo (não informado pela empresa)
PRODUTO	MÁXIMO[®]
Classificação	CMMS – Sistema de Gerenciamento de Manutenção Computadorizado - (deixou de ser CMMS e evolui para M.R.O)
Fabricante	MRO software Inc. ; www.mro.com
Origem	EUA - Massachussets
Preço médio	De US\$ 2.000 por usuário (mínimo 5 usuários) até US\$ 10.000
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Considerado por muitos como o melhor software de manutenção do mundo; • Usado cada vez mais como gerenciador de ativos, ganhando uma fatia superior do mercado, mas perdendo a característica de um software CMMS; • Rápida integração entre os setores da manutenção da empresa.
PRODUTO	SGSwin[®]
Classificação	CMMS
Fabricante	WRC Engenharia
Origem	RJ - Brasil
Preço Médio	Varia entre R\$ 3.000 à R\$ 10.000 dependendo do número de estações e módulos
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Controlam equipamentos, planos de manutenção, cadastro de empresas, materiais em estoque; • Distribuição da realização de tarefas, índice de satisfação do cliente.

4.3 SOFTWARE MACMMS E SUAS APLICABILIDADES

O sistema MACMMS[®] (Figura 4.1), assistente de gerenciamento e manutenção, é uma ferramenta muito importante na área de controle de planejamento da manutenção de um edifício e/ou instalação. Um sistema CMMS é um software de computador que ajuda as equipes de manutenção a manter um registro de todos os ativos que são gerenciados, agendar tarefas de manutenção, ordem de serviços e manter um registro histórico de trabalho. O mesmo é um gerenciador que permite ao usuário estruturar toda a parte funcional e industrial da empresa em apenas um simples e prático cadastro, permitindo a emissão de solicitações de serviço, ordens de serviços, apontamento de horas trabalhadas, conclusão de ordens de serviço, tempo de máquina parada, realizar o planejamento e programação de manutenções preventivas.

O software também permite ao usuário o controle de custos gerados na manutenção, um completo controle de estoque, podendo realizar requisições de materiais e emissões de ordens de serviço.

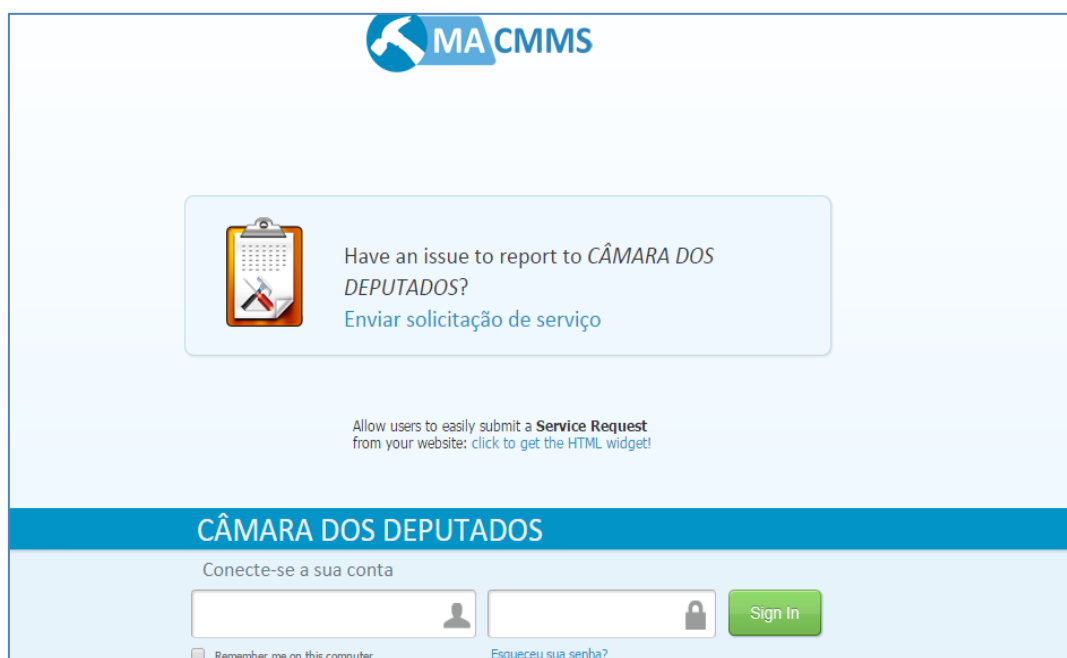


Figura 4.1- Página de acesso ao software.

Na figura 4.2 observa-se o painel de controle do software, onde estão contidas as principais informações acerca da situação da instalação no momento. É possível verificar, por exemplo, o cumprimento da programação (que no caso esta em 100%, vide Figura 4.2) para todos os usuários cadastrados no sistema (que são três pessoas, incluindo o responsável da manutenção da empresa prestadora de serviço – PROCLIMA ENGENHARIA LTDA).

No painel central se observa todas as entradas que o software possibilita cadastrar, dentre elas estão:

- Painel
 - Calendário;
 - Ativos Atribuídos;
 - Ordens de serviço atribuídas;
 - Enviar solicitação de serviço;
 - My Purchase Requests;
 - Submit Purchase Request.
- Manutenção
 - Ordem de serviço;
 - Manutenção Programada;
 - Grupo de tarefas;
 - Projetos.
- Notificações
 - Notificações;
 - Caixa de entrada;
 - Enviado;
 - Mensagens do sistema;
 - Lixeira.
- Cadastramento de Ativos
 - Todos os ativos;
 - Instalações;
 - Equipamento;
 - Ferramentas.
- Cadastramento de Fornecedores
 - Peças e suprimentos;
 - Estoque atual;
 - Ajuste de estoque em lote;
 - Grupos de listas de materiais.
 - Empresas.
- Geração de Relatórios.
- Configurações do sistema
 - Usuários;
 - Grupos de usuários;
 - Business;
 - Importar;
 - Configurações de CMMS;
 - Account Settings;

- Modelos de notificação.

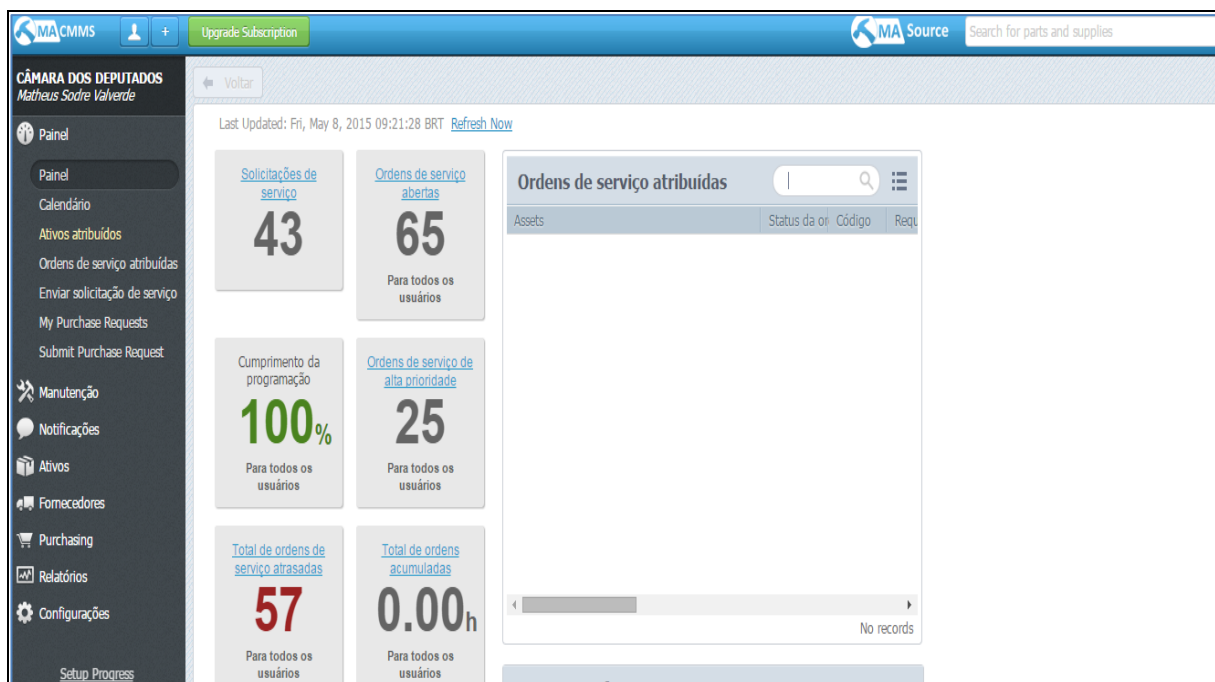


Figura 4.2- Painel de controle do software.

Dentre as entradas do software acima descritas, temos a aba para cadastro de ativos aonde são colocados todos os edifícios do complexo da Câmara dos Deputados, cadastrados um a um por local, andar, número da sala e etc. Na figura 4.3 é possível observar o exemplo de cadastro de ativos para o edifício Anexo I.

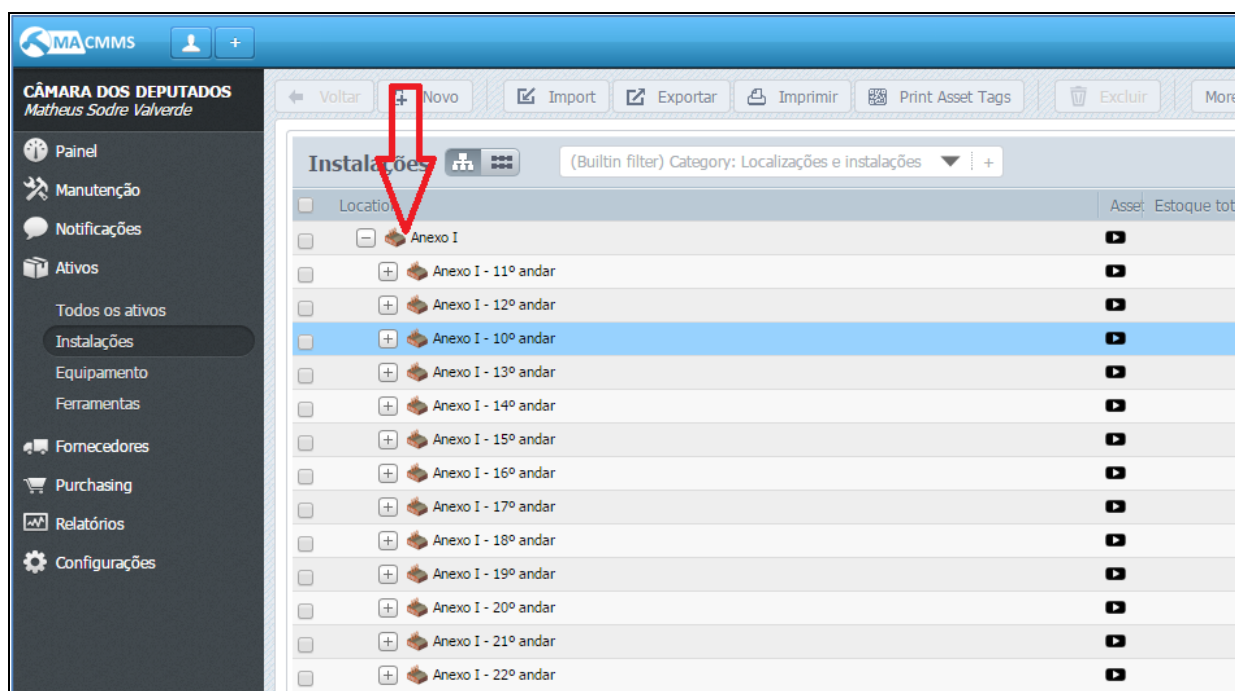


Figura 4.3- Cadastro de Ativos.

4.4 ORDENS DE SERVIÇO E RELATÓRIOS GERADOS PELO SOFTWARE

A ordem de serviço (OS) é um elemento essencial em qualquer serviço de manutenção e é também ao gestor de manutenção que cabe sua elaboração. São as OS's que oficializam o início concreto de um trabalho de manutenção, seja ela de rotina, corretiva ou preventiva.

Na ordem de serviço devem estar discriminadas todas as instruções necessárias, o objetivo de trabalho, os materiais e a mão de obra que é previsto aplicar na realização do trabalho e também uma previsão de custo. Estes dados servem para efetuar os registros diários e também para preparar possíveis ações futuras.

Uma ordem de serviço (OS) deverá ter pelo menos os seguintes campos de informação:

- Descrição: Neste campo deverá ser feita uma breve descrição do trabalho a ser realizado, deixando claro a quem for executar o serviço os passos que precisa fazer para reparar o equipamento;
- Código/Número: Cada OS deverá corresponder a um único número;
- Data e hora: Registrar a data em que a OS foi lançada para constar como apoio;
- Tipo: Identificação do tipo de manutenção – se ela é corretiva, de inspeção, preventiva ou é uma instalação a ser realizada;
- Prioridade: Nesse campo fica registrado para o tipo de manutenção realizada o grau de prioridade que é esperado, temos no caso desse software os seguintes graus – a mais alta prioridade, alta, média ou baixa;
- Status: Aqui nessa aba é descrito o status da OS solicitada pelo operador, se ela está em – trabalho de andamento ou se está somente aberta o seu pedido de manutenção;
- Ativos: Nesse campo ficam registrado todos os ativos que fazem parte da planta da empresa, no nosso caso ficam descritos todos os edifícios existentes (Anexo I, II,...), por exemplo, Anexo I-18-1810-FLCT01 que mostra o edifício, andar, sala, equipamento e seu número;

É importante salientar que no presente momento as ordens de serviços (OS's), geradas pelo assistente de manutenção CMMS, no sistema de ar condicionado do complexo de edifícios são do tipo corretiva e de rotina, a manutenção preventiva existe mais no momento ela não gera uma OS, em virtude de seu controle ainda ser feito de forma manual não havendo controle de pessoal e de material gasto. Até o final do ano de 2016 espera-se utilizar a manutenção preventiva que gere resultado no sistema para cada equipamento, o que permitirá benefícios como:

- Custo por ordem de serviço;
- Gerar custo médio para cada edifício da instalação;
- Gerar custo total de manutenção (preventiva e corretiva) realizada ao longo do ano.

Abaixo é possível ver alguns exemplos de ordem de serviço (OS) gerada pelo software MACMMS no sistema de climatização da Câmara dos Deputados.

Na figura 4.4 vemos uma ordem de serviço de número 112, gerada para manutenção da CAG do edifício Anexo I, a descrição para esse serviço é a de efetuar a revisão do isolamento térmico da tubulação de água gelada, é uma manutenção corretiva e que tem um prazo médio como prioridade para reparo.

Administração de ordem de serviço

Código: 112 | Status da ordem de serviço: Aberta | Asset: CENTRAL DE ÁGUA GELADA (EPCAG000)

Tipo de manutenção: Corretiva | Projeto: Revisão do isolamento térmico da tubula

Prioridade: Média | Data de conclusão sugerida: Oct 31, 2014 05:16:09 PM

Requestor: Ulisses Porto Bandeira Costa | Email: ulisses.costa@camara.leq.br | Phone: (61) 3216-4480

Breve visão geral do serviço: Revisão do isolamento térmico da tubulação de água gelada da CAG.

Instruções do serviço: Técnico: 1. Jose Roberto das Neves. 19/06/2015

Atribuído ao usuário: JOAO BEZERRA DE FRANCA

Mão de obra estimada: [] horas

Concluído pelo usuário: []

Mão de obra real: [] horas

Figura 4.4 – Ordem de Serviço gerada para manutenção da CAG do Anexo I.

Já na figura 4.5 podemos ver outro exemplo de OS, que pede reparo no ventilador de renovação de ar da sala três da ala do CEDI (Centro de Documentação e Identificação) do edifício Anexo II pavimento superior. A manutenção solicitada, para reparo desse equipamento, é para troca de correia e tem prioridade de reparo médio.

Work Order ID	Status	Description	Type	Priority
SPLIT REFEITÓRIO SUBSOLO ANEXO II (A2SPLIT003)	Aberta	Compra de dois motores elétricos EBERLE de 1 e...	Corretiva	Média
SELF Nº01 AUDITÓRIO NEREU RAMOS (A2SELF001), SELF Nº02 AUDITÓRIO ...	Aberta	Instalação de termostato de estágio duplo no re...	Corretiva	Alta
FANCOIL Nº 64 - CEDI CORO SALA 09 - SECÃO DE DOC. AUDITIVOS (A2FC064)	Aberta	Substituição da correia dentada do equipamento.	Corretiva	Média
FANCOLETE Nº 83 - CEDI ALA B SUPERIOR SALA Nº 02/08 COEDI (A2FCLT083)	Aberta	Necessidade de substituição da bomba de dren...	Corretiva	Média
VENTILADOR RENOVACÃO ALA A CEDI - Nº 03 (A2VE033)	Aberta	Troca de correia.	Corretiva	Média
VENTILADOR RENOVACÃO ALA C CEDI - Nº 06 (A2VE036)	Aberta	Troca de correia.	Corretiva	Média
FANCOIL TAPECARIA E VIDRACARIA (A3FC001)	Aberta	Instalação de damper de gravidade 35x33 cm	Instalação	Média
FANCOIL FISIOTERAPIA E PRÓ-SAÚDE (A3FC002)	Aberta	Instalação de damper de gravidade 51x44 cm	Instalação	Média
FANCOIL CORREDOR TELEFONIA LADO INTERNO (A3FC003)	Aberta	Instalação de damper de gravidade 51x46 cm.	Instalação	Média
FANCOIL CORREDOR TELEFONIA LADO INTERNO OFICINA (A3FC004)	Aberta	Instalação de damper de gravidade de 55x39 cm	Instalação	Média
Fancolete gabinete 575 lado Deputado (A3FCLT575D)	Aberta	Rebobinamento do motor 1/8, 2 eixos.	Corretiva	Média
Chiller nº 04 Anexo III (A3CHIL004)	Aberta	Revisão geral do chiller nº04, e rebobinamento d...	Corretiva	Alta
Self 10º Andar - Ala VIP - Anexo IV (5) (A4SELF008)	Aberta	Substituição do compressor do Self nº08.	Corretiva	Alta
Self 10º Andar - Ala VIP - Anexo IV (6) (A4SELF009)	Aberta	Substituição do compressor do Self nº09.	Corretiva	Alta
Fancolete Subsolo Correspondência (6) (A4FCLT006)	Aberta	Nome: DENIS LUIZ DOS SANTOS Local: Anexo IV, ...	Inspeção	Baixa
Fancoil Subsolo Sala 93 Coordenação - Anexo IV (A4FC009)	Aberta	Instalação de 05 termostatos floating, para cont...	Instalação	Média
Fancolete Subsolo Laboratório Rack (A4FCLT021)	Aberta	Manutenção geral no fancolete número 21.	Corretiva	Média

Figura 4.5 – Ordem de Serviço para reparo no ventilador de renovação de ar do Anexo II.

Um exemplo de relatório gerado pelo software é o de avaliar o MTBF (Mean Time Between Failures), que nada mais é que o tempo médio entre falhas significa o tempo decorrido entre as falhas inerentes previstas no sistema durante a operação de determinado equipamento calculado como o tempo médio aritmético (média) entre as falhas diagnosticadas no sistema.

Na figura 4.6 podemos ver o exemplo descrito acima, nele é relatado que no assistente de manutenção CMMS, o método MTBF é calculado utilizando os dados do ativo (edifício) quando ele está offline/online. A falha ficará registrada sempre que o ativo for alternado do modo desligado para reparo.

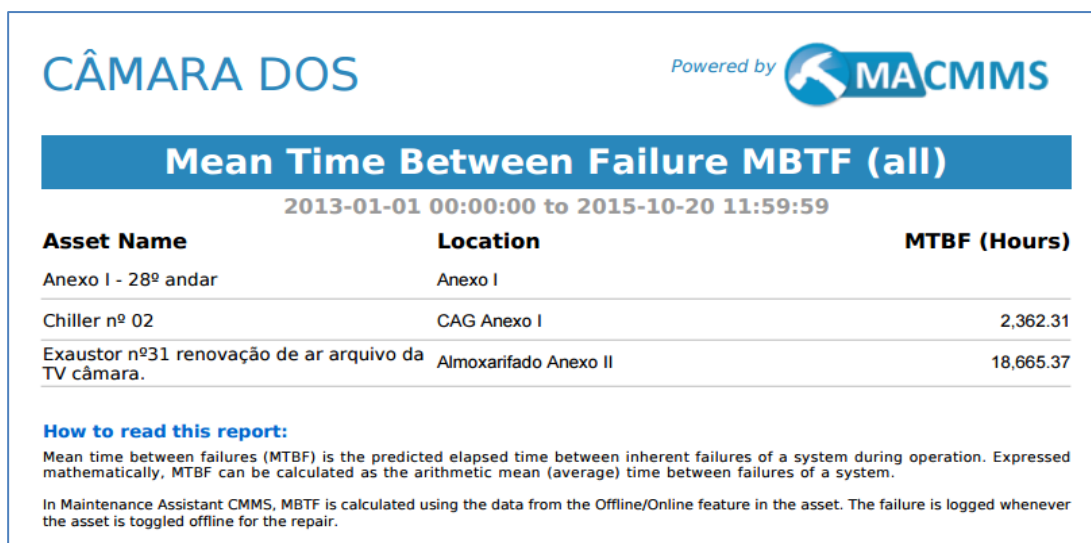


Figura 4.6 – Relatório MTBF gerado pelo software.

4.5 CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA OPERACIONAL CMMS

A utilização de um software CMMS em qualquer empresa é uma oportunidade para agilizar os processos de gerenciamento de ativos, eliminar redundância e funções desnecessárias, e empregar tecnologia da informação para fornecer uma mudança positiva à instalação. Muitos sistemas CMMS podem ser personalizados para se adequar aos processos de manutenção não importando o tamanho da organização. A maioria das aplicações que o software CMMS proporciona podem ser efetivamente implantadas por qualquer empresa e em qualquer setor do mercado para gerir eficientemente os ativos, o resultado dessa utilização traz a empresa maior qualidade da produção, a melhoria da confiança dos consumidores e, em última instância, uma vantagem competitiva sustentável.

Alguns fatores preponderantes faz com que uma empresa (de pequeno, médio ou grande porte) tome a iniciativa de investir em um plano para aperfeiçoar o serviço de manutenção de seus equipamentos, decidindo assim, utilizar o uso de software de manutenção. Alguns dos principais benefícios de um sistema CMMS, estão abaixo descritos:

- Menos interrupção no trabalho, pois é uma plataforma de fácil utilização e que guarda diversas informações em seu banco de dados;
- Melhor serviço de prestação de contas: você pode ver se o técnico responsável pela manutenção realizou seu trabalho no tempo correto, e for alertado quando a tarefa prevista for concluída;
- Gerenciamento e melhor aproveitamento do tempo de trabalho da equipe de manutenção: o software irá ajudar a aperfeiçoar o tempo não deixando a equipe ociosa e nem realizando hora extra no serviço, deixando o tempo de trabalho uniformemente distribuído;
- Captura de informações: os técnicos podem registrar os problemas encontrados e como se deu a solução no ambiente do software via notificações;
- Certificação e análise: registro completo dos ativos e desempenho, o que ajuda o gestor da empresa analisar o uso de energia e gastos de manutenção do plano;
- Custo baixo para aquisição e uso do sistema (é pago uma taxa de \$60,00 dólares por mês);
- Plataforma web, o que facilita a operação e não necessita de implementar/installar o software no centro de informática da casa (o que geraria um custo maior e limitaria a operação do software apenas dentro desse servidor, inviabilizando o acesso de outro local que não seja no servidor instalado).
- Grandes empresas mundiais (Volvo, Alston, Vodafone dentre outras) utilizam o software MACMMS para gerenciar suas instalações, o que gera credibilidade ao fabricante em questão.
- É um software poderoso e que se adapta a qualquer tamanho de empresa:
 - Muito fácil para ser instalada, rápida adaptação ao usuário e seguro.
 - É possível utilizá-lo através do seu desktop, smartphone ou tablet.

Todas as informações e características do software MACMMS foram observadas no contato direto com a ferramenta e/ou entendidas nos vídeos explicativos que constam no próprio software, além disso, procurei me informar no site do fabricante: <http://www.maintenanceassistant.com/> para colher informações mais precisas e observar características novas dos relatos de seus usuários espalhados pelo mundo.

5 RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE

Este capítulo apresenta características e alguns resultados acerca da utilização do software no sistema de climatização dos edifícios.

5.1 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE

Alguns dos resultados gerados pela utilização do software no sistema de climatização do complexo de edifícios da Câmara dos Deputados são:

- Integração em tempo real entre a equipe do departamento técnico com o pessoal da empresa responsável pela manutenção;
- Acesso ao estoque atual de peças e suprimentos;
- Abertura de ordens de serviços (OS's);
- Acesso ao número de ordens de serviços abertas e atrasadas via painel de entrada do software;
- Todos ativos do complexo se encontram devidamente catalogados no software, o que possibilita o seu gerenciamento;
- Alguns relatórios do sistema já são possíveis de serem gerados.

Um exemplo de resultado que o software já produz, é o relatório de custo de peças e equipamentos em um determinado período a ser escolhido para análise. Por exemplo, ao selecionar a aba relatório no painel de controle do software e acessar o comando para ordens de serviço já concluídas, a partir de certa data (a ser escolhida) o software gera um completo relatório, de tudo que foi feito de serviço de manutenção no sistema de ar condicionado do edifício (naquela data escolhida), e nos fornece como resultado:

- Descrição do serviço realizado;
- Número da OS, data, local da realização do reparo;
- Nome dos funcionários que fizeram a manutenção e do responsável pelo abastecimento da informação no software (que no caso é um funcionário terceirizado designado para esta função);
- Nome dos equipamentos/peças trocadas, sua quantidade e característica;
- Custo médio de cada peça e custo total da manutenção

Todos esses itens acima descritos podem ser visto na figura 5.1, que retrata uma pesquisa realizada para a data 01/06/2015, aonde é possível ver que foi realizado uma instalação de dois dampers motorizados (800 x 300 mm) na sala 58 do andar térreo do edifício Anexo IV.

É possível acompanhar com esse relatório a quantidade e característica de todo material utilizado para a manutenção, além de se obter o custo médio e total de todo o reparo realizado. Isso tudo faz com que o gestor tenha uma descrição total de tudo aquilo que sua equipe de manutenção realizou no local, o que facilita sua análise para melhor gerenciamento do tempo de trabalho, evitando assim, funcionários descontentes e ociosos em serviço.

Maintenance Details:				
Work Order:	428	Created:	2015-03-17	Completed: 2015-06-01
Description:	Instalação de dois dampers motorizados 800 x 300 mm na sala 58, térreo do Anexo IV.		Closed by : Ulisses Porto Bandeira Costa	
Asset :				
Asset	Task Description		Assign to	
Fancoil Térreo Banco do Brasil - Anexo IV (2)	Local: Sala do Protocolo Geral, anexo IV.		Francisco Demontier Silva Monteiro	
Parts Costs:				
Part Name	Inventory Code	Quantity	Unit Price	Total
Damper 800 mm x 300 mm TROX/RL-B com base		2.0	\$ 316.46	\$ 632.92
DUTO FLEXÍVEL DIÂMETRO DE 150 mm (metro)		3.0	\$ 13.33	\$ 39.99
Atuador elétrico para damper, proporcional,		2.0	\$ 646.28	\$ 1,292.56
Termostato Eletrônico EXT-RCP-24, 24 V, 50-60		1.0	\$ 433.78	\$ 433.78
Transformador Y62BRL-20, 220 VAC, 24 VAC, 20		1.0	\$ 0.00	\$ 0.00
Rebite POP 4,0 x 12,0 mm, BELENUS		100.0	\$ 0.10	\$ 10.00
BROCA AÇO RÁPIDO Ø 5/32"		1.0	\$ 6.45	\$ 6.45
BROCA AÇO RÁPIDO Ø 3/16"		1.0	\$ 0.00	\$ 0.00
Arruela Lisa 1/4", CISER		20.0	\$ 0.00	\$ 0.00
LÂMINA DE SERRA AÇO RÁPIDO 12" (300 mm)		1.0	\$ 7.00	\$ 7.00
PARAFUSO ZINCADO AA, CP DE 4,2 mm X 38 mm		10.0	\$ 0.09	\$ 0.90
Parafuso Cabeça Painela Fendado Auto		30.0	\$ 0.00	\$ 0.00
FITA ADESIVA ALUMINIZADA DE 50 m X 48 mm		1.0	\$ 10.07	\$ 10.07
COPEX ¼ REVESTIMENTO PRETO C/ GARGANTA		1.0	\$ 0.00	\$ 0.00
Cabo Flexível de 1mm - Corfio		0.0	\$ 0.42	\$ 10.49
Cabo Flexível de 1mm - Corfio		25.0	\$ 0.42	\$ 10.49
COPEX ¼ REVESTIMENTO PRETO C/ GARGANTA		20.0	\$ 0.00	\$ 0.00
			Total Parts Cost	\$ 2,444.16
Labour Costs:				
User Name	Quantity	Hourly Rate	Total	
Ulisses Porto Bandeira Costa	72.00			

Figura 5.1 – Relatório gerado na data 01/06/15 que retrata a manutenção no edifício anexo IV.

5.2 ORDENS DE SERVIÇOS

Em vários segmentos da sociedade como em uma instalação, por exemplo, a boa comunicação se faz extremamente necessária para o sucesso e o bom andamento de toda e qualquer atividade, sendo assim é essencial ter mecanismos para corroborar esse processo. Um desses mecanismos é a ordem de serviço (OS), que é um documento que formaliza e autoriza a realização da manutenção, mostrando em detalhes as quantidades e preços das peças utilizados no reparo.

Além dos dados básicos (nº de rastreo, dados da prestadora do serviço e do contratante, assinatura do supervisor e técnico...) a ordem de serviço trará a descrição dos serviços a serem feitos e a recomendação dos procedimentos e equipamentos a ser utilizado, o que facilita e agiliza a execução da tarefa e do embasamento para o melhor controle de estoque e financeiro.

No estudo de caso realizado aqui na Câmara dos Deputados, a emissão e controle das ordens de serviços utiliza o apoio da tecnologia por meio de um software de gestão em manutenção (MACMMS) que incorpora todas as funções, citadas nos parágrafos anteriores, unificando o controle de estoque, o controle financeiro, o fluxo de caixa, a emissão de ordens de serviço e notas fiscais eletrônicas e muito mais. Dessa forma, além de se ter acesso a vários relatórios (gerados no software por meio da inserção de dados), a ordem de serviço pode ser emitida de forma muito mais prática e ágil o que torna o processo da manutenção mais eficiente.

A tabela 5.1 retrata os diferentes tipos de ordens de serviços que são geradas para manutenção do sistema de climatização dos edifícios da Câmara dos Deputados. Para levantamento dos dados foi realizado uma pesquisa no software (MACMMS) em forma de relatório, que consta o período de 01/01/2015 ao dia 01/10/2015, nesse período de manutenção foram gerada um total de 672 ordens de serviços para as mais variadas formas de manutenções.

Tabela 5.1 – Tipos de Ordens de Serviços (OS).

OS	Abertas	Solicitadas	Suspensas	Andamento	Incompleta	Pendente	Concluída
Total	29	19	11	16	5	0	592

Breve descrição acerca dos tipos de ordens de serviços mostradas na tabela acima:

- Solicitadas: é o primeiro passo para abrir um pedido de OS de manutenção no equipamento e/ou instalação, para isso o interessado deve ligar no ramal (6440 – seção de cadastro de ordens de trabalho da Câmara dos Deputados) e aguardar o desenrolar do processo;
- Abertas: depois de diagnosticado o serviço a ser realizado à equipe de manutenção separa uma data para realizar o reparo da OS gerada;
- Suspensas: são OS que tiveram sua manutenção bloqueada por motivos diversos, por exemplo, falta de peça de suprimentos em estoque;
- Em andamento: nessa etapa é quando de fato a manutenção está ocorrendo no reparo do equipamento;
- Incompleta: são OS em que não se realizou a manutenção por completo ficando vinculada a solução de outro reparo para que volte a ser resolvido o problema identificado;
- Pendente: estão em espera (por algum motivo identificado) para ser resolvidas em outro momento pelos técnicos da manutenção;
- Concluídas: são OS que passaram por todas as etapas de manutenção e que se encontra com o problema solucionado, sendo assim são casos encerrados e bem sucedidos.

Já na figura 5.2 podemos observar o relatório de tipos de manutenção gerados pelo software CMMS com os dados de todas as ordens de serviços lançadas até a data da pesquisa (01/01/14 até 20/10/15). Esses dados são importantes do ponto de vista do gestor pelo fato de informar o tipo de manutenção mais realizada em um período, quantificando os dados em números para uma análise de desempenho e gastos operacionais da instalação AVAC. É possível também, com esses dados, realizar uma análise técnica e traçar um paralelo com outras instalações (de preferência de mesmo porte) para ter parâmetros de manutenção e definir melhor estratégia de projeto.

Com esses dados também é possível traçar um plano de contenção dos gastos das OS, visando diminuir os resultados de manutenção corretiva e aumentar, de forma gradativa, as rotinas de manutenção preventiva e de inspeção (baseado no PMOC) o que torna a instalação mais eficiente e equipamentos com uma maior durabilidade de funcionamento.

Já na figura 5.3 temos um exemplo de relatório gerado pelo software que representa as ordens de serviços abertas, nele é possível colher informações como:

- Número da OS;
- Ativo no qual foi realizada a manutenção;
- Descrição da manutenção e local da realização;
- Data da realização da OS, nome do técnico responsável e o número de dias que faltam para a manutenção serem resolvida.

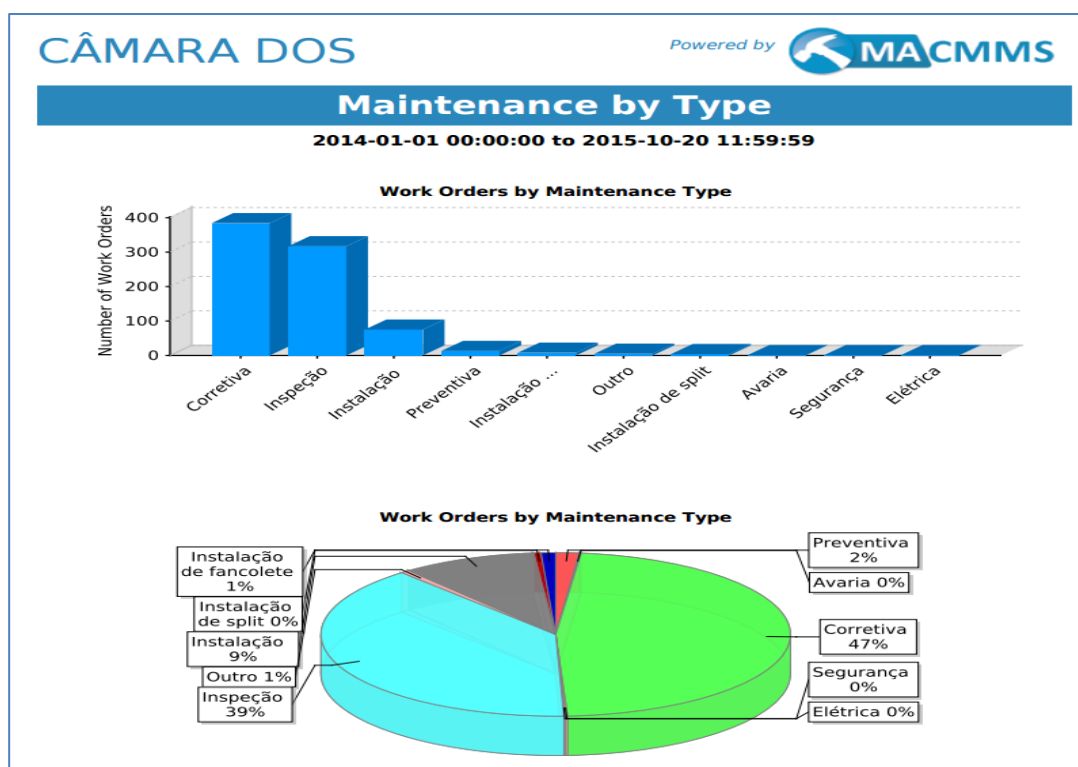


Figura 5.2 – Tipos de ordens de serviços realizadas.

Open Work Orders			
Work Order Code	Work Order Description	Date Created	Days Out
1113	Substituição dos rolamentos da máquina.	27-Oct-15	0
Asset Resfriador de Líquido CAG CEFOR Nº 01	Task Description Local: Ventilador nº05 do condensador do chiler 001.		Assigned To LUIS FATIMO DE ALMEIDA
1102	Substituição do motor 1/8cv de 2eixos.	22-Oct-15	5
Asset FANCOLETE Nº 55 - ALA C ENTRADA PELA ALA B SALA 138 SM	Task Description Solicitante: Ulisses Porto. Local: Anexo II, Pavimento superior, Ala B, sala 136, Gabinete dos Suplentes dos Secretários (GAB/SUPLE).		Assigned To UBIRATAN RODRIGUES DA COSTA
1098	Nome: Gleice Local: Anexo I, 11º andar, sala 1110 Ramal: 63525 Usuária solicita a presença de técnico no local.	21-Oct-15	6
Asset Fancolete sala 1110 Anexo I	Task Description OBS.: Ambiente quente.		Assigned To DANIEL CARVALHO FREITAS
1089	Substituição do registro de 8" de 6,5cm.	20-Oct-15	7
Asset Bomba de Água Gelada Secundária Ed. Principal - nº 02	Task Description Local: Tubulação de água gelada secundária, Ed. Principal (CAG).		Assigned To JOSE ROBERTO DAS NEVES
1083	Manutenção preventiva e corretiva do equipamento.	19-Oct-15	8
Asset FANCOIL Nº 50 - BLP PTB/PDT/PPB	Task Description 1. Serviço de reparo do eixo. 2. Serviço de troca dos três rolamentos. 3. Serviço de reparo no bojo do ventilador.		Assigned To
1071	Substituição do compressor queimado. Solit Sprincaer 12.000 BTU/h	16-Oct-15	11

Figura 5.3 – Exemplos de ordens de serviços abertas geradas pelo software.

5.3 HORAS DE TRABALHO EM MANUTENÇÃO

Este relatório nos mostra um resumo gráfico de ordens de serviço por horas e tipo de manutenção ao longo de um período de tempo específico. Usando os prazos de entrada (input), os usuários podem visualizar dados pela semana, mês, trimestre, ano (output).

O histórico e resultados são possíveis graças à criação de um banco de dados no software por meio dos registros de ordens de serviços (OS) realizadas em um determinado período, todavia essas informações só poderão surtir impactos positivos e melhorias na instalação desde que bem interpretadas pelo os responsáveis técnicos especializados.

Nas figuras 5.4 e 5.5 podemos ver o desempenho em horas sobre cada tipo de manutenção, a primeira figura retrata um quantitativo do tempo pelo tipo de manutenção ocorrida na instalação, já a segunda figura nos traz um gráfico em barras comparativo entre os mesmos resultados.

Ainda na figura 5.4 o software mostra ao final o total de horas trabalhadas em manutenção para o período em questão (01/01/2014 a 17/09/2015), nesse total de horas apresentada (3265.58) fica estipulado em média o tempo que o técnico levou para reparar o equipamento, mesmo o equipamento tendo ficado alguns dias parado até que a peça nova chegue para reparo (é um exemplo que ocorre com frequência por a maioria dos equipamentos serem importados), por isso a de se levar em conta além do tempo pra conserto do equipamento o tempo necessário para aquisição de determinado

componente do sistema, mesmo havendo um estoque para reparos mais triviais e constantes como, por exemplo, troca de rolamento e correias.

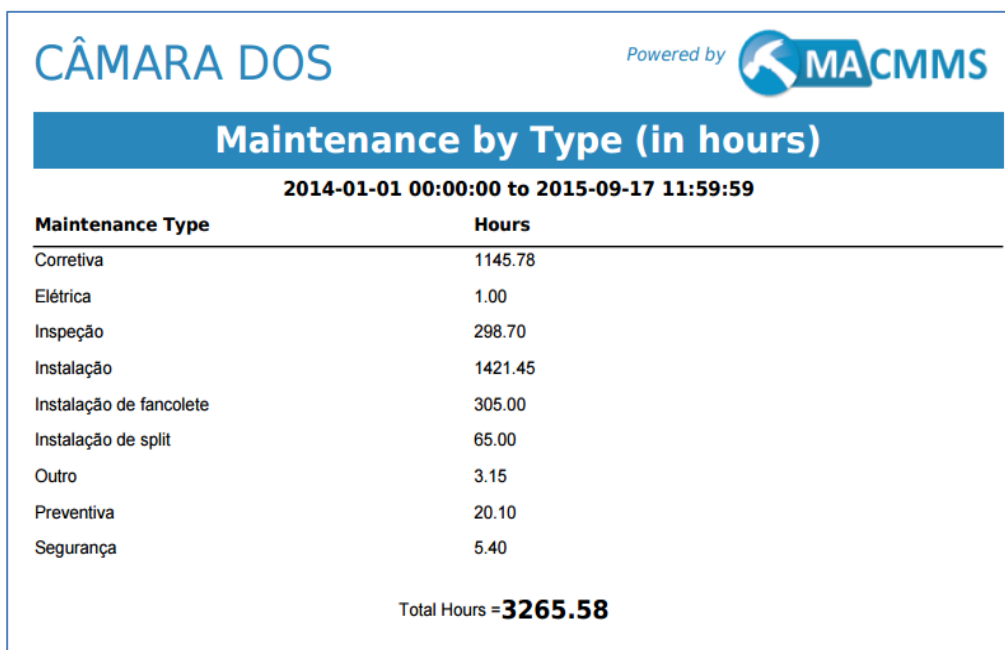


Figura 5.4 - Horas de trabalho versus tipo de manutenção.

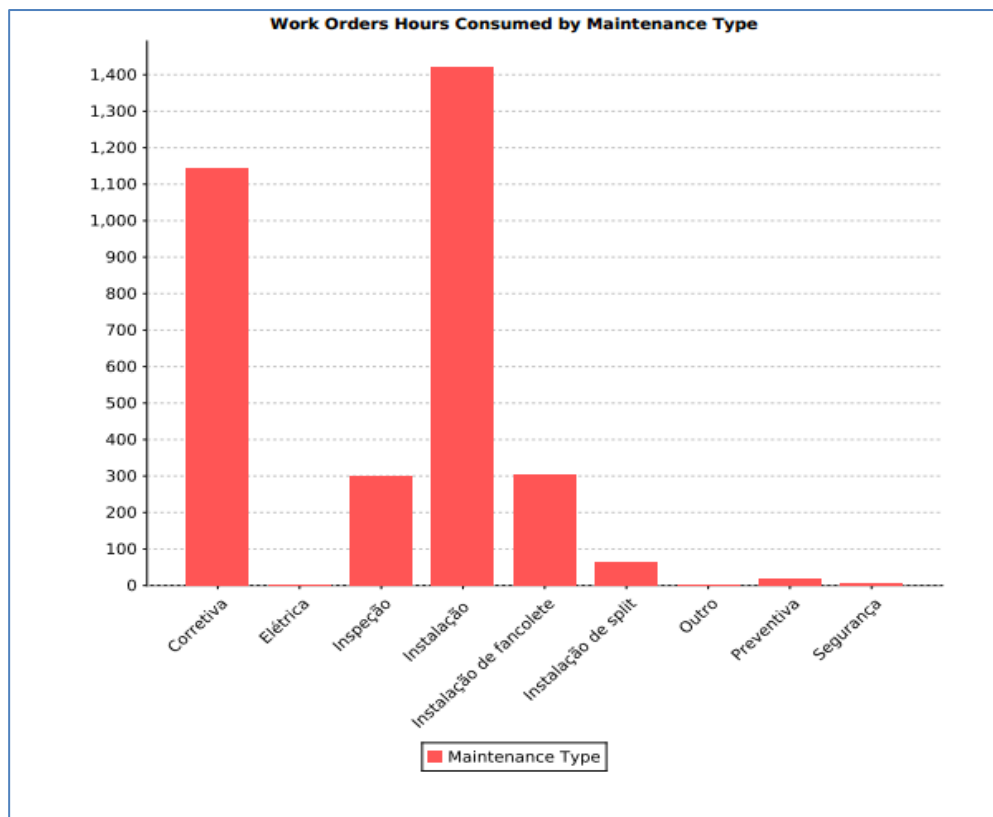


Figura 5.5 – Histórico do período x tipo de manutenção.

5.4 HISTÓRICO DE ORDEM DE SERVIÇOS

Este relatório traz um balanço mensal do número de OS's (ordem de serviço), solicitadas ao longo do ano de 2015, versus o número de OS's concluídas para o mesmo período de pesquisa. São dados que possibilitam uma análise sobre a manutenção para verificar o quanto de trabalho ainda se encontra pendente, trazendo um maior controle (ao gestor da operação) sobre a situação atual do sistema.

Como podemos ver na figura 5.6, o mês de junho foi o que teve maior número de OS completas (~100) para todo período, enquanto o mês de outubro o que teve maior número de OS solicitadas a manutenção. Nos meses de abril, junho e julho houve um balanço positivo para o número de problemas solucionados em manutenção. Já os demais meses mostram que o número de OS solicitadas foi sempre maior do que o de OS resolvidas, em especial destaca-se o mês de outubro como mês crítico da instalação, pois foram diagnosticados mais de 130 problemas no sistema de climatização dos edifícios.

O mês de agosto retrata um equilíbrio entre o número de OS solicitado e o número resolvidos de problemas (60 casos no total), esse parâmetro é o "ideal" que todo gestor em manutenção espera para sua instalação, resolver todos os problemas que aparecerem ao longo do mês é uma meta difícil de ser alcançada tendo em vista a complexidade da instalação.

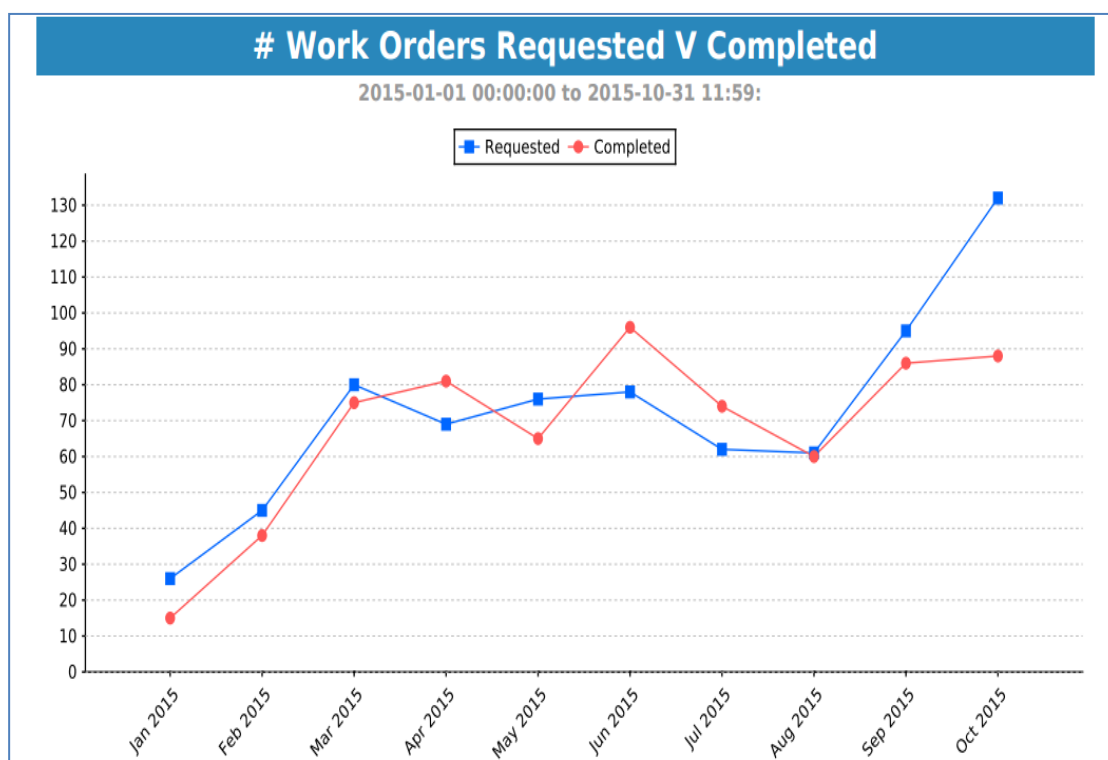


Figura 5.6 – Representação mensal do número de 'OS' solicitadas x 'OS' completas.

5.5 RELATÓRIO SOBRE O ESTADO DE MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS

A ideia desse relatório surgiu em consenso com o engenheiro e a equipe técnica responsável pela manutenção. Imaginamos um relatório simples e conciso de informações relevantes acerca da realização da manutenção e estado do sistema de climatização, de maneira que informe o status real da instalação para o mês analisado. Esse relatório começou a ser utilizado em meados do mês de setembro de 2015, para contribuir com um melhor acompanhamento e controle da situação.

O objetivo desse relatório é informar de forma detalhada e transparente as condições atuais das instalações de ar condicionado e exaustão mecânica da Câmara dos Deputados, além é claro de atender o exigido no edital e chamar à responsabilidade de todas as partes envolvidas no processo de fiscalização e manutenção dos equipamentos, a fim de encaminhar as cabíveis soluções para os problemas identificados.

A estrutura desse relatório foi organizada na forma de tópicos, que pôr sua vez estão subdivididos em itens mais elementares onde estão contidas informações de interesse. Abaixo descrevo o relatório para o mês de janeiro de 2016, mostrando como ele é realizado:

EDIFÍCIO PRINCIPAL e ANEXO I – CAG

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO PARAFUSO YORK N.º 01

Situação operacional atual: Em funcionamento.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO PARAFUSO YORK N.º 02

Situação operacional atual: Em funcionamento com a ciência do DETEC

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO PARAFUSO YORK N.º 03

Situação operacional atual: Em funcionamento.

BOMBAS DE ÁGUA GELADA E CONDENSAÇÃO

Situação operacional atual: Em funcionamento.

TORRES DE ARREFECIMENTO

Situação operacional atual: Normal, com pequena infiltração na parede da torre.

TANQUE DE TERMOACUMULAÇÃO

Situação operacional atual: Normal. Obs.: Contudo existe a necessidade de análise das “ice balls” do mesmo, pois nunca houve inspeção, nem mesmo visual interna ao tanque num período aproximado de 19 (dezenove) anos.

TUBULAÇÕES E ACESSÓRIOS

Rede de ar comprimido: Funcionamento normal.

SISTEMA DE TERMOACUMULAÇÃO

A concentração de monoetilenoglicol na CAG – 3°C negativo.

A concentração de monoetilenoglicol na caixa de expansão - 0°C positivo.

A concentração de monoetilenoglicol do condicionador nº 04 – 3°C negativo.

Obs: Conforme o Engenheiro responsável está suspensa a fabricação de gelo, o tanque esta sendo utilizado como acúmulo d'água gelada.

CONDICIONADORES

Ala das Lideranças

Detectado vários pontos de vazamento de ar nos dutos que conduzem o ar condicionado para vários gabinetes das lideranças. Contudo, faz-se necessário que seja possibilitado o acesso a estes pontos de vazamento, visto que há locais atualmente completamente inacessíveis (Para melhorias dos rendimentos dos equipamentos destes setores).

EDIFÍCIO ANEXO II – CAG

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO CENTRÍFUGO N.º 01

Situação operacional atual: Encontra-se em funcionamento na garantia da empresa Proclima Engenharia.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO CENTRÍFUGO N.º 02

Situação operacional atual: Encontra-se em funcionamento na garantia da empresa Proclima Engenharia.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO CENTRÍFUGO N.º 03

Situação operacional atual: Encontra-se em funcionamento na garantia da empresa Proclima Engenharia.

BOMBAS DE ÁGUA GELADA E CONDENSAÇÃO

Situação operacional atual: Obs. A2BAC002, encontra-se desativada para manutenção, e as demais operando normalmente.

QUADROS ELÉTRICO

Em funcionamento normal

TORRES DE ARREFECIMENTO

Funcionamento Normal.

CONDICIONADORES

Equipamento funcionando normalmente.

EDIFÍCIO ANEXO III – CAG

RESFRIADOR DE LÍQUIDO ALTERNATIVO N.º 01

Situação operacional atual: Em funcionamento 100%.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO ALTERNATIVO N.º 02

Situação operacional atual: Em funcionamento 50%, com a ciência do Eng.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO ALTERNATIVO N.º 03

Situação operacional atual: Em funcionamento 100%.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO ALTERNATIVO N.º 04

Situação operacional atual: Em funcionamento 100%.

BOMBAS DE ÁGUA GELADA E CONDENSAÇÃO

Funcionando normal com restrições, aguardando manutenção corretiva conforme apresentado em Relatórios anteriores. (Sugestão, colocar registro tipo globo).

TORRES DE ARREFECIMENTO:

Situação operacional atual: Funcionamento com pendências em conhecimento do DETEC.

QUADROS ELÉTRICO

Situação operacional atual: Em funcionamento normal.

TUBULAÇÕES E ACESSÓRIOS:

Situação operacional: Necessitando reparo conforme relatório do mês de Julho de 2007.

CONDICIONADORES:

Sugerimos ainda dedetização e desratização deste anexo em função de encontrarmos com frequência ratos nas imediações dos equipamentos condicionadores de ar.

EDIFÍCIO ANEXO IV – CAG

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO CENTRÍFUGO N.º 01

Situação operacional atual: Operando, (Garantia da empresa Entherm / Johnson Controls).

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO CENTRÍFUGO N.º 02

Situação operacional atual: Operando, (Garantia da empresa Entherm / Johnson Controls).

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO CENTRÍFUGO N.º 03

Situação operacional atual: Operando, (Garantia da empresa Entherm / Johnson Controls).

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO ALTERNATIVO N.º 01 RÁDIO CÂMARA

Situação operacional atual: Em funcionamento 100%.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO ALTERNATIVO N.º 02 CORED

Situação operacional atual: Em funcionamento 100%.

BOMBAS DE ÁGUA GELADA E CONDENSAÇÃO

Situação operacional atual: Obs. A4BAC003, encontra-se em manutenção corretiva e as demais operando normalmente.

TORRES DE ARREFECIMENTO

Situação operacional atual: Em funcionamento normal (torres em garantia da empresa Proclima).

CONDICIONADORES

Do tipo fancolete:

Estar sendo substituído fancoletes velhos pôr novos de acordo com a necessidade e programação efetuada pelo o DETEC.

QUADROS ELÉTRICO

Situação operacional atual: Normal.

EDIFÍCIO CEFOR – CAG

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO PARAFUSO HITACHI CONDENSAÇÃO AR N.º 01

Situação operacional atual: Em funcionamento normal.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO PARAFUSO HITACHI CONDENSAÇÃO AR N.º 02

Situação operacional atual: Em funcionamento normal.

RESFRIADOR DE LÍQUIDO TIPO PARAFUSO HITACHI CONDENSAÇÃO AR N.º 03

Situação operacional atual: Em funcionamento normal.

BOMBA DE ÁGUA GELADA PRIMARIA E SEGUNDARIA

Situação operacional atual: Normal,

CONDICIONADORES

Do tipo fan-coil:

Situação operacional atual: Normal,

QUADROS ELÉTRICO

Situação operacional atual: Normal,

RECOMENDAÇÕES DE MELHORIA DAS INSTALAÇÕES

Visando redução de custo no consumo de energia em valores consideráveis mensalmente, orientamos que os Equipamentos em geral sejam ligados com uma hora após a operação atual.

Sugerimos uma avaliação da vida útil do isolamento acústico e térmico da cúpula do plenário Ulisses Guimarães (substituir isopor por poliuretano de expansão).

EDIFÍCIOS PRINCIPAL/ANEXO I

Retirar vazamentos generalizados da rede de dutos de ar das lideranças; Sugerimos a possibilidade de instalar registro na galeria no sistema de drenagem da central; fazendo isto teremos local aonde se encontra os três chiller's um reservatório de emergência caso aja perda de etileno glicol / água na CAG.

EDIFÍCIO ANEXO II

Sugerimos a inversão da tubulação de entrada pela a saída de alguns fan-coils que se encontram investidos.

Sugerimos avaliação nos ventiladores da torre d'água condensada, os mesmo estão ficando em situação critica. (Análise de vibração).

Sugerimos orientar as empresas que estão instalando hackers debaixo dos equipamentos de ar condicionado (Fancolete), eles estão correndo risco de ser danificado.

EDIFÍCIO ANEXO III

Substituição ou reforma geral da torre de arrefecimento com substituição do enchimento. Instalar registro tipo globo nas saídas das BAG's (para diminuir amperagem das bombas).

Substituição das tubulações de água condensada, devido ao grande estado de oxidação em que se encontram (tubulação de retorno de água condensada encima das torres).

Sugerimos que a mantenedora de electricista predial individualizar o circuito do ar condicionado (fancolete) de luz e tomadas dos gabinetes dos deputados.

Sugerimos a instalação de uma bomba reserva de água servida na CAG. Sugerimos a substituição das colmeias das torres d'água condensada, motivo, devido à vida útil e estão deterioradas.

EDIFÍCIO ANEXO IV

Sugerimos o by-pass da tubulação de água condensada e água gelada do chiller da Cored / Rádio Câmara para que ambos possam fazer reversão em caso de emergência.

Sugerimos avaliação do isolamento acústico da sala de bateria dos nobreak da Cored e com a exceção do estúdio IV da rádio câmara, todos os demais estão com isolamento acústico encontra-se deteriorando com facilidade e sujando o piso, com isso ocasionando a necessidade de limpar uma vez por semana os filtros dos splits.

EDIFÍCIO CEFOR / CETEC I

Sugerimos que seja feita uma nova impermeabilização nas lajes da CAG; ha cada período de chuva foi observado, que as infiltrações estão aumentando com frequência, com tudo pode acarretar danos maiores ex. curto circuito no quadro elétrico geral do subsolo. Sugerimos a instalação de duas bombas de água servida na CAG.

DISCREPÂNCIAS RELATIVAS À PORTARIA 3523/GM DO MINISTÉRIO DA SAÚDE

Apresentasse as principais inadequações à referida portaria o que nos permitirá fazer um mapeamento que irá orientar a adoção das providências cabíveis.

MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS – ANEXO I/PRINCIPAL

CAG

Diariamente conservados e limpos equipamentos na CAG.

MC substituído 02 (dois) rolamentos 6309 e 6209zz do motor da EPBAG004.

MC substituído chave seletora mod: ST41/10E para o quadro DETEC048.

MC substituído chave seletora mod: ST41/10E para o quadro DETEC049.

FAN-COIL'S E FANCOLETES / SELF'S / SPLIT'S

MP conforme o PMOC diário e os mensais.

MP nas VAV's (limpeza interna) das lideranças superiores, serviço executado com o duteiro, com a autorização do Eng. Matheus.

MC redirecionado gralha de insuflamento das salas nº1303 e 2005.

MC substituído variador de luminosidade de 400W de 220V rotativo da sala nº 502.

MC substituído compressor do Split da TV câmara N1.

MC efetuado revisão geral dos motores dos fancoletes da sala 1806.

MPG nos fancoletes do gabinete do deputado Marco Maia no dia 07/12/2015.

MP nos fancoletes do almoxarifado subsolo.

VENTILADORES/ EXAUSTORES/ COIFAS

MP nos ventiladores e exaustores das galerias, conforme PMOC.

MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS – ANEXO II

CAG

Semanalmente efetuado limpeza geral na CAG.

MC (manutenção corretiva) substituído autotransformador de partida de 30cv de 380V de 0 a 45seg, e um temporizado de 0 a 3seg e um jogo de contatos de força da primeira contadora triângulo do ventilador da torre d'água condensada nº003.

MP (manutenção preventiva) nos filtros de linha d'água gelada e condensada das centrifugas nº 001, 002 e 003.

FAN-COIL's / FANCOLETES / SELF's / SPLIT's

MP conforme o PMOC, nos FC's, e Selfs e Split.

MPG no fancolete K7 do A2FCLT098 da sala do diretor do CEDE biblioteca do dia 28/12/2015.

MC foi retirado fitas e papelão que bloqueavam as grelhas de insuflamento e retorno que foram colocados pelos usuários, em vários pontos do anexo II, com a Autorização do Engenheiro, e foi retirado e orientado aos usuários o manuseio correto dos termostatos, ressaltando para que eles não venham a recolocar objetos obstruindo as saídas. Caso seja necessário entrar em contato com setor de ar condicionado DETEC, responsável pela seção de climatização dos edifícios.

MPG no fancolete K7 do A2FCLT097 da sala do diretor do CEDE biblioteca do dia 29/12/2015.

MPG no fancolete K7 do A2FCLT094 da sala do diretor do CEDE biblioteca do dia 18/01/2016.

MP nos fancolete K7 dos A2FCLT068 ao A2FCLT117.

MPG no A2FCLT052 ala "C" do dia 09/12/2015.

VENTILADOR / EXAUSTOR/ COIFAS

MP em todos os exaustores e ventiladores.

MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS - ANEXO III

CAG

Efetuada limpeza da central de água gelada semanalmente.

FAN-COIL'S/ FANCOLETES/ SELF/ SPLIT

MP de todo os fan-coil's e selfs / split conforme o PMOC.

MC em conjunto com o eletricitista predial, foi substituído à fiação de força do A3SPLIT012 que atende a sala nº 22 da ergométrica.

MP nas grelhas de insuflamento / retorno da sala da telefonia.

MP nos fancoletes da farmácia e coleta de sangue.

MP no quadro elétrico do fan-coil do almoxarifado médico subsolo.

MP nas grelhas de insuflamento / retorno da telefonia e restaurante.

MP nos dutos e grelhas de insuflamento do centro cirúrgico.

MP nas grelhas de insuflamento / retorno do arquivo médico, fisioterapia, pró-saúde, ala "C" subsolo e ala "C" térreo.

MPG no A3FCLT045 ao A3FCLT048 do dia 12/12/2015.

VENTILADOR / EXAUSTOR / COIFAS

MP nas coifas da lanchonete e restaurante quinzenalmente.

MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS – ANEXO IV

CAG

Limpeza geral de toda CAG.

MC reinstalado a placa eletrônica do chiller da rádio câmara após a revisão e substituição de componentes eletrônicos pela equipe da COUD conforme autorizado o Eng.

MP dos ventiladores da torre de d'água condensada, lubrificando rolamento e passando parafina nas correias e efetuado revisão.

MP nos quadros elétricos dos chilles da Corel e Rádio câmara.

MP limpeza dos filtros "Y" de resfriamento do quadro elétrico da centrífuga nº 01, 02 e 03.

Obs. A4BAG003 encontra-se desativada com problema no quadro elétrico na garantia do fornecedor com conhecimento do DETEC – Eng.

Obs. A4BAC004, encontra-se desativado ao qual a mesma foi autorizada pelo Engenheiro a ser remanejada para a base da torre nova.

FAN-COIL'S/ FANCOLETES/ SELF/ SPLIT'S

Substituído compressor marca: Copeland Scroll mod: ZR61KC-TF7.522 do A4SELF002 módulo nº002 compressor 001 CPDI.

MC remanejado termostato devido à obra civil e substituídos teclas com defeitos que atende o gabinete nº 438.

MC alinhamento das polias do evaporador do A4SELF14 CPDII.

Substituído lâmpada de sinalização do fan-coil da sala de manutenção ar condicionado / operação.

MC aberto às grelhas de insuflamento de ar e orientado aos usuários como a manusear o controle de fancolete do gabinete nº 216.

MP nos fan-coils do 6º andar ao 2º andar das alas “A” e “B”.

Substituído 04 (quatro) correias B-38 dentada do evaporador do A4SELF10.

MPG no A4SELF10 e A4SELF11 dia 07/01/2016.

MC retirado vazamento da tubulação do dreno do Split da sala de nobreak da sala do Cenin.

MC substituído 02 (dois) rolamentos 205-16ª do ventilador do evaporador do módulo II do A4SELF002 CPDI.

Instalado termostato para controlar o atuador de damper na sala do PR do 6º andar, conforme solicitado o Eng.

MC retirado papelão das grelhas de insuflamento de ar na sala do DEPOL.

MC substituído termostato com controle do fancolete do gabinete nº504.

MC substituído termostato com controle do fancolete do gabinete nº525.

MPG no fancolete do gabinete nº 531, dia 23/01/2016.

Foi monitorada a temperatura de ar da sala do laboratório rack, conforme solicitado o Eng. Matheus.

MC substituído atuador e termostato proporcional na sala do diretor da Cored.

MC aberto grelha de insuflamento de ar do fancolete no gabinete nº 836.

MPG no A4SPLIT017 e A4SPLIT018 da lanchonete do 10º andar ala vip do dia 11/01/2016.

Foi aberto grelha de insuflamento de ar no gabinete nº 504 conforme solicitado o usuário.

Instruído ao usuário a como manusear o controle de fancolete do A4FCLT836 e 504.

COIFAS/ EXAUSTOR/VENTILADOR

Semanalmente efetuado manutenção preventiva em todas as coifas do restaurante do 10º andar.

MP no quadro elétrico dos exaustores dos banheiros que se encontra no subsolo da correspondência (exaustores desativados MP conforme solicitado pelo Engenheiro).

CENTRO DE TRANSMISSÃO

Efetuada manutenção preventiva em todos os equipamentos; efetuado reversão e vistoria semanalmente.

CEFOR / CETEC NORTE

CAG

MP conforme o PMOC em todos os equipamentos da CAG.

FAN-COIL's / DUAL / SPLIT / FANCOLETE

MP conforme o PMOC em todos os fan-coils do Cefor e Cetec Norte.

MP nos splits da sala dos engenheiros das obras do Cetec Norte.

Semanalmente efetuado rodízio no self dual ímpares por pares que atende à central do Cetec Norte.

MP nos filtros de retorno e casa de máquina self dual Cetec Norte.

MP nos fancolete do Cetec Norte.

COIFAS / EXAUSTOR / VENTILADOR

Manutenção preventiva na coifa da lanchonete do Cefor.

Manutenção preventiva nos resfriadores evaporativo de renovação de ar do Cefor.

SERVIÇOS ELETRÔNICOS

Supervisionado técnico da empresa MDO.

Substituído à fonte de alimentação da NCM3 do edifício principal.

Instalado atuador de damper e termostato do 6º andar sala nº 61 do PR anexo IV.

Instalado atuador e termostato para controlara damper motorizado da sala nº 108 subsolo anexo IV.

MC foi localizado e solucionado a interferência de comunicação que ficou em Off-line os sensores de nº 41 ao 45 da ala superior.

CONCLUSÃO RELATÓRIO MENSAL

Esse relatório mensal foi realizado no intuito de se conhecer a real situação do sistema de ar condicionado dos edifícios no mês, para poder assim diagnosticar melhorias e propor correções de acordo com rotinas de manutenção pré-estabelecidas.

Com esses dados acerca da instalação e sistema de climatização da Câmara dos Deputados, foi possível fazer um levantamento melhor do estado atual em que se encontra o sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado dos edifícios. Tudo em função de melhorar a manutenção preventiva e aperfeiçoar a forma de agir com a manutenção corretiva, para que seja mais eficiente o processo de reparo e detecção da falha.

O estado geral do sistema de ar condicionado e exaustão mecânica e de suas partes integrantes funciona a nível operacional de forma razoável para o presente período verificado (janeiro de 2016), o que nos alerta sobre possíveis melhoramentos e reformas das partes mais críticas e antigas da instalação, para que o sistema passe por reformas e melhorias atenda a crescente demanda da casa.

São recomendadas algumas intervenções mais urgentes para melhoria e segurança da instalação, como a reforma geral (torre d'água condensada) do sistema, localizado no Anexo III. É necessário também modificar o sistema de interligação d'água gelada e condensada dos dois chiller's do anexo IV, para que um seja reserva do outro. No resto se faz necessário atenção para pequenas manutenções que tornaram a instalação mais segura e eficiente além de deixar o sistema em condições ideais de funcionamento.

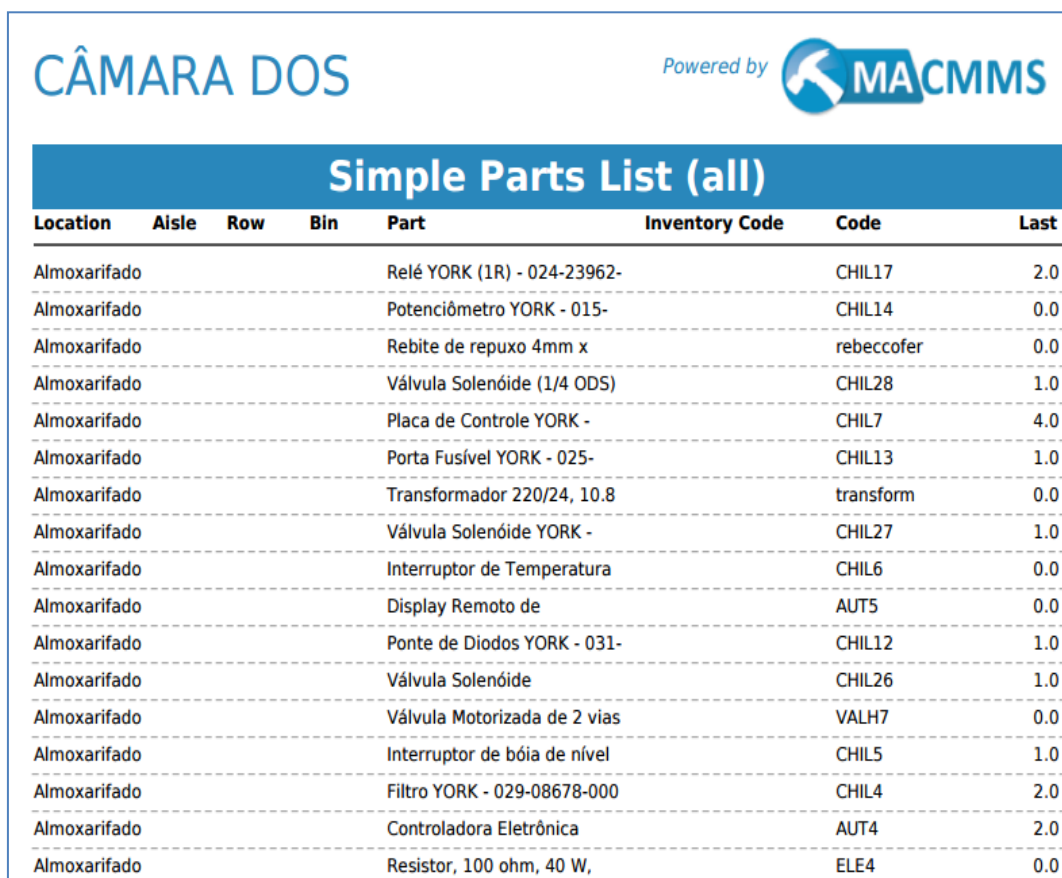
5.6 CONTROLE DE ENTRADA E SAÍDA DE EQUIPAMENTOS

Para gerenciar uma instalação são necessários diversos aspectos para o bom andamento e controle do dia-a-dia, para administrar um sistema de climatização é importante controlar, dentre outros fatores, o estoque de equipamentos. Aqui nesse estudo de caso com a ajuda do software conseguimos ter um acompanhamento em tempo real da situação por meio de abastecimento do banco de dados com entradas e saídas de peças utilizadas nas diversas ordens de serviços realizadas ao longo do tempo.

O funcionamento do estoque é simples, é criado um banco de dados no software que guarda informações sobre o número de equipamentos e peças e suas respectivas informações técnicas do fabricante, o controle da entrada e saída desse material é dado por meio da OS (ordem de serviço).

Ao ser notificado de um reparo o técnico informa por meio da OS o serviço a ser realizado, com os respectivos materiais utilizados na manutenção. Ao final da manutenção e resolução do problema o software é abastecido com essa informação e faz a verificação automática do controle e saída de equipamentos do almoxarifado.

Na figura 5.7 é mostrado como o software produz as atividades do estoque por meio da sua plataforma, informando em tempo real a quantidade de peças disponíveis e suas características básicas.



Location	Aisle	Row	Bin	Part	Inventory Code	Code	Last
Almoxarifado				Relé YORK (1R) - 024-23962-		CHIL17	2.0
Almoxarifado				Potenciômetro YORK - 015-		CHIL14	0.0
Almoxarifado				Rebite de repuxo 4mm x		rebeccofer	0.0
Almoxarifado				Válvula Solenóide (1/4 ODS)		CHIL28	1.0
Almoxarifado				Placa de Controle YORK -		CHIL7	4.0
Almoxarifado				Porta Fusível YORK - 025-		CHIL13	1.0
Almoxarifado				Transformador 220/24, 10.8		transform	0.0
Almoxarifado				Válvula Solenóide YORK -		CHIL27	1.0
Almoxarifado				Interruptor de Temperatura		CHIL6	0.0
Almoxarifado				Display Remoto de		AUT5	0.0
Almoxarifado				Ponte de Diodos YORK - 031-		CHIL12	1.0
Almoxarifado				Válvula Solenóide		CHIL26	1.0
Almoxarifado				Válvula Motorizada de 2 vias		VALH7	0.0
Almoxarifado				Interruptor de bóia de nível		CHIL5	1.0
Almoxarifado				Filtro YORK - 029-08678-000		CHIL4	2.0
Almoxarifado				Controladora Eletrônica		AUT4	2.0
Almoxarifado				Resistor, 100 ohm, 40 W,		ELE4	0.0

Figura 5.7 – Lista de controle de estoque gerada pelo software.

6 ÍNDICES DE MANUTENÇÃO E ANÁLISE DE CUSTOS

Nesse capítulo constam os resultados adquiridos para análise de custos de manutenção por kWh gastos por edifício, além de análise relatório tempo de falha.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO DE FALHA E DE REPARO

Antes de começar a descrever os dados para análise desse relatório, referente à utilização do software no sistema de climatização desse estudo de caso, se faz necessário discorrer um pouco sobre o termo falha e tudo o que envolve, além de conhecer o significado dos termos: confiabilidade e disponibilidade.

- **CONFIABILIDADE:** “capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um intervalo de tempo” (NBR 5462 de 1994, adaptada).
- **DISPONIBILIDADE:** “capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos estejam assegurados” (NBR 5462 de 1994, adaptada).

É necessário entender o conceito de falha antes de tratar de um relatório MTBF (tempo médio entre falhas), tendo em vista que a definição de falha para muitos é subjetiva e tratada de maneira superficial, o que pode vir a gerar equívocos na produção e análise desse relatório.

Da definição de falha (no conceito de tecnologia), temos: “é um defeito ou uma condição anormal em um equipamento, componente, subsistema ou sistema, que pode impedir o seu correto funcionamento como planejado pelo fabricante” (Wikipédia – 2016, adaptado). Com o avançar dos anos, o sentido original do termo foi sendo interpretado de diversas maneiras e atualmente ele pode causar ainda certa confusão, já que, o que para uns é somente uma manutenção de rotina para outros pode vir a ser considerada falha operacional, por exemplo.

Falhas são baseadas em hipóteses, e hipóteses são formulações provisórias que constituem em primeiro momento uma suposição admitida como verdadeira para posterior análise e demonstrações, com o intuito de mostrar a veracidade do admitido. Por isso é necessário tomar muito cuidado com a interpretação desse conceito para evitar problemas.

Para o levantamento das estatísticas acerca dos equipamentos que apresentavam algum tipo de falha, foi feito um questionário para avaliar e obter essas informações de maneira mais precisa. As questões abaixo foram realizadas de modo a extrair informações do corpo técnico (engenheiro e funcionários da Proclima) responsável pelo sistema de climatização da Câmara dos Deputados.

QUESTIONÁRIO - MTBF
1) Quando o equipamento começou a operar (data)?
2) Quantas horas por dia de trabalho? (online)
3) Qual a falha primária (diagnosticada para reparo e/ou manutenção)?
4) Qual a causa dessa falha? (falha secundária)
5) Quando o equipamento está desativado (para manutenção), é necessário ligar um secundário para atender a demanda?
6) Se a falha for recorrente, o porquê de ela acontecer com frequência?

Tabela 6.1 – Questionário tempo de falha.

O tempo de reparo é aquele esperado até a melhoria do equipamento por completo desde a identificação da falha. Nesse estudo de caso consideramos o MTTR como o tempo que o técnico leva para diagnosticar o defeito até o seu reparo por completo. Assim como o tempo de falha o tempo de reparo também é medido em horas (h).

O MTTR influencia o conceito de disponibilidade e não o da confiabilidade, logo quanto maior for o tempo de reparo pior será o índice de manutenção da instalação, pois o equipamento que demonstrou falha ficará muito tempo off-line e deixando de operar em condições normais a que foi projetado.

Para o levantamento das estatísticas acerca dos equipamentos em estado de MTTR, foi feito um questionário para avaliar e obter essas informações de maneira mais precisa. As questões abaixo foram realizadas de modo a extrair informações do corpo técnico (engenheiro e funcionários da Proclima) responsável pelo sistema de climatização da Câmara dos Deputados.

QUESTIONÁRIO - MTTR
1) Quando o equipamento ficou off-line?
2) Quando o equipamento voltou a ficar online?
3) Qual o tempo médio para realizar o reparo desse equipamento?
4) Qual foi a causa desse reparo?
5) A peça a ser utilizada no reparo tinha em estoque? Se não o quanto que isso vem a somar no tempo total de reparo?

Tabela 6.2 – Questionário tempo de reparo.

Com as repostas desses questionários em mãos, foi possível escolher alguns equipamentos para realizar o estudo de caso e fazer o cálculo da falha, para entender o comportamento típico do equipamento em relação ao tempo na vida da instalação.

Optei pela escolha da CAG (central de água gelada) do edifício Anexo IV em virtude dela possuir um maior volume de informações cadastradas e alguns equipamentos novos instalados, o que me permitiu maior precisão na colheita de informações. Em uma CAG existem dezenas de equipamentos que fazem parte do processo de climatização do edifício, em virtude do tempo disponível para realização do projeto de graduação não foi possível calcular o MTBF e MTTR para todos, então tive que tomar uma decisão e realizar apenas o estudo para dois componentes desse sistema.

Os equipamentos escolhidos para essa análise foram:

- Chiller centrífugo York: modelo YKQ3QRK2-CGS de 1000 TR
- Bomba de água condensada KSB: modelo 32250 vazão de $1300 \frac{m^3}{h}$

6.1.1 Cálculo do MTBF, MTTR e D(t) - CHILLER

Podemos ver a foto do chiller na figura 6.1 que corresponde a CAG do edifício Anexo IV, e logo depois na tabela 6.3, temos os dados obtidos junto ao corpo técnico responsável pela manutenção o que permitiu realizar os cálculos para tempo de falha, reparo e disponibilidade desse equipamento.



Figura 6.1 – Chiller centrífugo York.

A figura 6.2 mostra o painel de controle do chiller do edifício Anexo IV, nele consta alguns dados referentes a condições de operação da máquina naquele período (06/05/2016), dentre esses dados podemos observar no painel central as dez últimas falhas que o sistema identificou.

Essas falhas são divididas em alertas (representado na cor amarela) e alarmes (representado na cor vermelha). Os alertas são mensagens enviadas pelos sensores (instalados na máquina) dizendo que alguma ocorrência de grau leve a moderado aconteceu mais não gerou a parada do equipamento e nem chamado de manutenção, somente a atenção do operador da central. Já a mensagem em vermelho gera um sinal sonoro (alarme) e a parada do equipamento naquele momento, o que pode vir a gerar uma ordem de serviço dependendo do quadro de manutenção a ser diagnosticado.

Ainda interpretando os dados da figura 6.2 podemos ver um exemplo de ocorrência de falha, observando o a mensagem em vermelho (alerta) para as datas do dia 23/10/2015 e 24/03/2016 que significaram uma parada no funcionamento do chiller em virtude de queda de energia (falhas de números 9 e 4 respectivamente). Esse fato não gerou manutenção e muito menos ordem de serviço, bastando apenas o restabelecimento da energia pela companhia distribuidora para que a máquina voltasse a sua rotina de operação normal em curto espaço de tempo.

Essa análise foi possível, pois o equipamento é moderno (adquirido em 2014), o que possibilita uma análise mais dinâmica da real situação do chiller em sua operação. Os outros equipamentos não possuem um painel de informações de falhas, mais podemos obter os dados de acordo com as ordens de serviços para manutenção e reparo das máquinas.



Figura 6.2 – Painel de controle do chiller com indicativos das ultimas falhas.

Tabela 6.3 – Dados para caracterização do tempo de falha e reparo do chiller.

CHILLER JOHNSON YORK - YKQ3QRK2-CGS de 1000 TR de capacidade						
Início da operação do equipamento	18/02/2014					
Horas por dia de trabalho	12 h/dia					
	FALHA	CAUSA	DATA	TBF (h)	CUSTO (R\$)	TTR (h)
FALHA Nº 1	Fortes assobios no funcionamento da máquina	Nível excessivo de vibração do equipamento em funcionamento	18/12/2014	0	-	2
FALHA Nº2	Problema elétrico devido à ruptura de componentes no quadro de alimentação	Superaquecimento causou a queima do inversor de frequência	20/01/2015	792	840	4
FALHA Nº3	Problema no registro da borboleta	Travamento do redutor de válvula na borboleta de acesso	15/05/2015	1992	-	4
FALHA Nº 4	Falha no sensor de temperatura da água gelada	Sensor parou de mandar sinal, trocar o sensor, necessário a troca.	17/06/2015	744	1200	24
FALHA Nº 5	Baixo desempenho na produção de água gelada	Problema de fornecimento de água pela CAESB	20/08/2015	1512	-	36
FALHA Nº 6	Alta pressão de descarga	Sujeira na tubulação do condensador	03/09/2015	312	-	6
FALHA Nº 7	Diferença de temperatura entre a água do condensador e água gelada	Baixo fluxo de água circulante, aumentar a quantidade de água que passa no condensador.	04/10/2015	672	-	2
FALHA Nº 8	Baixa pressão do óleo exibida no painel de controle	Bomba de óleo está funcionando em sentido errado, verificar a rotação – conexões elétricas.	01/12/2015	1344	-	1
FALHA Nº 9	Óleo de retorno do fluido refrigerante não está funcionando	Sujeira no filtro secador do sistema faz com que o óleo fique sujo – trocar o filtro.	06/01/2016	816	-	6
FALHA Nº 10	Alta temperatura de água gelada	Sobrecarga do sistema, verificar se as palhetas estão abertas.	15/01/2016	216	-	2
TOTAL	-	-	-	8.400 h	R\$ 2.040	87 h

Segundo (Lafraia, 2001) é possível calcular os tempos médios de falha, reparo e de disponibilidade do equipamento de acordo com as Eq. (1), (2) e (3) respectivamente.

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^N TBF_i}{N} \quad (1)$$

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N TTR_i}{N} \quad (2)$$

$$D(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (1)$$

Aonde TBF indica o tempo entre falhas, TTR indica o tempo de reparo, D(t) o valor da disponibilidade do equipamento em função do tempo e N o número de falhas ou reparos para o período avaliado.

Substituindo os valores encontrados na tabela 6.3, nessas equações encontramos algumas das medidas de referência para a gestão de manutenção do chiller em questão.

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{10} (0+792+1992+744+1512+312+672+1344+816+216)}{10} = 8400 \text{ horas}$$

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^{10} (2+4+4+24+36+6+2+1+6+2)}{10} = 87 \text{ horas}$$

$$D(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{8400}{8400 + 87} = 0,989 \cong 99 \%$$

Essas medidas fazem parte do ramo de engenharia de confiabilidade, que estuda basicamente características do ciclo de vida do equipamento durante a sua operação, visando um melhor gerenciamento da sua utilização e manutenção para que assim ele possa ficar disponível o maior tempo possível.

Foi considerado um período de dois anos para análise dos dados desse equipamento, cujos dados encontram-se na tabela 6.2 (fevereiro de 2014 a fevereiro de 2016), com isso e sabendo que o chiller funciona em média 12 horas/dia podemos chegar a algumas conclusões ao olhar os valores encontrados para MTBF, MTTR e D(t):

- por ser um equipamento novo (fev/2014) ele ainda encontra-se em período de garantia o que contribui para diminuição do número de falhas;

- o TBF é calculado sempre a partir da última falha diagnosticada, mantendo sempre a primeira como marco zero em virtude de ela ser o início de operação da máquina. Quanto maior o

valor para MTBF significa que o equipamento ficou mais tempo em funcionamento e isso é muito bom, pois traz confiança ao seu funcionamento;

- é bom frisar que o tempo de reparo (TTR) muita das vezes foi elevado por causa de alguns fatores, como por exemplo: do acionamento da garantia e a vinda da equipe técnica a CAG, a falta de determinada peça em estoque ou problemas com as redes de abastecimento (CAESB / CEB) dentre outros;

- O valor encontrado para o tempo disponível do chiller em operação (D_t) está dentro do esperado, por ser um equipamento novo ele ficou só 1% do tempo analisado off-line. O que significa dizer que ao longo dos 730 dias (dois anos) ele ficou somente 7,3 dias sem funcionar na sua rotina de 12horas/dia de trabalho;

- O ideal seria poder analisar uma faixa de tempo maior da vida desse equipamento, para ser possível comparar os dados obtidos no relatório com o tempo estimado de vida útil estabelecido pelo fabricante.

Com relação aos custos em manutenção corretiva gerados pelo chiller ao longo desses dois anos, na quantia de R\$2.040, foram devidos a fatores externos (quedas bruscas de tensão no fornecimento de energia pela companhia) ocasionando queimas de determinados componentes e por isso não entraram na garantia. Cabe ressaltar que o equipamento ainda se encontra dentro do período de garantia do fabricante e o próprio realiza a manutenção preventiva na rotina trimestral de visitas.

6.1.2 Cálculo do MTBF, MTTR e D(t) – BOMBA DE ÁGUA CONDENSADA.

Na figura 6.3 temos representado a imagem da bomba de água condensada adotada na instalação da CAG do Anexo IV. Já na tabela 6.4 encontram-se informações obtidas via análise do questionário de pesquisa e dados obtidos nas ordens de serviços de reparo desse equipamento.

É fato que o funcionamento desse equipamento desempenha importante função, proporcionando a circulação de água para o funcionamento do sistema de água gelada da CAG, e tem como finalidade transferir o calor de uma fonte fria para uma fonte quente. Por esse fato escolhi esse equipamento para realizar o estudo de tempo de falha e de reparo em virtude de nos últimos anos ele ter apresentado diversos problemas (falhas) devido a sua rotina pesada de operação.



Figura 6.3 – Bomba de água condensada KSB.

Tabela 6.4 – Dados para caracterização do tempo de falha e reparo da bomba de água condensada.

BOMBA DE ÁGUA CONDENSADA – KSB modelo 32250 vazão de $1300 \frac{m^3}{h}$						
Início da operação do equipamento	01/12/1980					
Horas por dia de trabalho	12h/dia em média					
	FALHA	CAUSA	DATA	TBF (h)	CUSTO (R\$)	TTR (h)
FALHA Nº 1	A bomba deixou de funcionar após acionamento	Estava ocorrendo entrada de ar na tubulação de sucção	20/01/2014	0	80	10
FALHA Nº 2	Superaquecimento da bomba	Rolamentos desgastados, necessário à troca deles.	06/07/2014	1584	780	36
FALHA Nº 3	Sobrecarga do motor elétrico da bomba	Motor elétrico estava operando em 2 fases	09/12/2014	3576	40	6
FALHA Nº 4	Vibrações e ruídos no funcionamento da bomba	Falta de lubrificação nos rolamentos	10/03/2015	2136	240	4
FALHA Nº 5	Sinal de vazamento da caixa selo mecânico	Selo mecânico com desgaste devido a rotação (rpm) muito alta. É necessária a troca do selo.	20/06/2015	2400	2.150	96
FALHA Nº 6	Problema com a lubrificação	Substituição dos bicos de lubrificação reta com a curva da CAG	15/08/2015	1080	1.720	12
FALHA Nº 7	Revisão geral da bomba	Troca de quatro borrachas para anel elástico normex Nº82 de acoplamento	30/09/2015	720	650	24
FALHA Nº 8	Aquecimento dos rolamentos	Alinhamento incorreto da bomba e o acionador	06/11/2015	888	340	4
FALHA Nº 9	Vazão e pressão insuficientes para acionamento da bomba	Devido à folga excessiva entre o rotor e carcaça, é necessário ajuste.	09/01/2016	1680	290	8
FALHA Nº 10	Problema no acoplamento	Troca de dois retentores + troca de óleo	25/01/2016	384	1.087	10
TOTAL	-	-	-	14.448 h	R\$ 7.377	210 h

Utilizando os dados da tabela 6.4 foi possível estimar os tempos entre falha, reparo, custo e disponibilidade para a bomba de água condensada em análise, substituindo nas Eq. (1), (2) e (3) respectivamente, temos:

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{10}(0+1584+3576+2136+2400+1080+720+888+1680+384)}{10} = 14.448 \text{ horas}$$

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^{10}(5+36+6+2+72+8+24+6+4+10)}{10} = 210 \text{ horas}$$

$$D(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{14448}{14448 + 210} = 0,974 \cong 97 \%$$

A bomba de água condensada em análise é da década de oitenta o que prova que é um equipamento robusto e resistente mesmo passando por centenas de reparos e manutenções ao longo de todos esses anos ainda hoje cumpre sua rotina de operação diária com êxito. Foi analisado um período de dois anos para caracterizar esses indicadores.

Os resultados mostram que ao longo de quase dois anos a bomba de água condensada falhou 10 vezes, o que é pouco se for pensar que é um equipamento utilizado para trabalho pesado em uma CAG. O MTBF é o indicador da confiabilidade de um equipamento, ele mede o índice de falhas aleatórias excluindo as falhas sistemáticas (devido a erros de projeto ou defeitos de fabricação) do componente. No caso da bomba de água condensada (BAC) em questão foi encontrado, para o período analisado, o valor de 14.448 horas de MTBF o que significa dizer que a BAC é um produto confiável dentro do sistema da CAG, tendo em vista que quanto maior o valor encontrado no MTBF mais confiável vai ser o equipamento.

Já o valor do MTTR significa o tempo previsto até a recuperação do equipamento após uma falha. No caso desse estudo de caso o MTTR também inclui o tempo até a chegada de um técnico na instalação e o tempo que ele leva para repara o sistema fisicamente. No caso da BAC para o período analisado obteve-se o valor de 210 horas para o MTTR, o que é um alto valor para reparo em manutenção, tendo em vista que quanto menor o tempo de reparo mais o equipamento estará disponível para operação.

De acordo com o valor encontrado para a disponibilidade desse equipamento, que nos diz que em aproximadamente 3% dos 730 dias analisados o equipamento esteve fora de ação por falha, o que corresponde 21,9 dias desse total.

6.2 ESTIMATIVAS DE CUSTOS

O objetivo desse relatório é produzir um comparativo do gasto médio em energia para cada central de água gelada (CAG) dos cinco edifícios do complexo da Câmara dos Deputados. Com isso pretende-se diagnosticar o custo médio gasto por dia, mês e ano para manter essas centrais em operação.

A ideia dessa estimativa de custos surgiu para diagnosticar de maneira mais precisa as reais condições de cada central, com o intuito de equilibrar o controle dos gastos, fiscalizar e monitorar a situação de cada equipamento além de prover melhorias e maior segurança ao sistema de climatização.

Nas tabelas de 6.5 até 6.9 são mostrados os principais equipamentos das CAG's, com suas respectivas quantidades e consumo em kilowatt, esses dados foram aferidos no próprio local e em cada equipamento foi retirado sua potência nominal de operação (tomando sempre o cuidado de convertê-la para a unidade de cálculo correta), o que possibilitou calcular a potência total para cada situação.

▪ CAG – EDIFÍCIO PRINCIPAL/ANEXO I

Na tabela 6.5 estão descritos os principais componentes da CAG que atendem a demanda térmica dos edifícios principal e anexo I. A potência total verificada nessa central é da ordem de 598,6 KW, já o sistema opera diariamente com capacidade de 500 TR para produção de frio e conta com o um chiller reserva para uso em caso emergencial de 250 TR, o que totaliza um total de 750 TR de capacidade instalado.

É importante lembrar que está prevista uma reforma e remanejamento das CAG's até o ano de 2018, com isso a CAG do edificio anexo II ficaria responsável por abastecer a do principal mais anexo I.

Tabela 6.5 – CAG Principal/Anexo I.

CAG - ED. PRINCIPAL/ANEXO I				
EQUIPAMENTO	QUANT.	I (A)	POT. (kW)	POT. TOTAL (kW)
Chiller	2	280	184,1	368,2
Bomba centrífuga (BAC)	2		21,9	43,8
Bomba centrífuga (BAGP)	2		18,3	36,5
Bomba centrífuga (BAGSP)	1		36,5	36,5
Bomba centrífuga (BAGSA)	1		43,8	43,8
Torres de resfriamento	4	26	17,1	68,4
Compressor de ar	1		1,5	1,5
TOTAL	13			598,6

▪ **CAG – EDIFÍCIO ANEXO II**

Atualmente essa CAG produz apenas para abastecimento próprio do seu edifício de 3 pavimentos, futuramente ela ficará responsável também por mais dois edifícios (anexo I e principal). Da tabela 6.6 vemos que a potência total verificada em operação diária é da ordem de 419,2 KW para produção de 220 TR.

A capacidade instalada total para geração de frio é de 665 TR que corresponde a três chillers de 220 TR cada, nos dias de hoje são necessários apenas 01 unidade para suprir a demanda desse edifício.

Tabela 6.6 – CAG Anexo II.

CAG - ANEXO II				
EQUIPAMENTO	QUANT.	I (A)	POT. (kW)	POT. (kW)
Chiller	1	360	236,7	236,7
Bomba centrífuga (BAC)	2		18,3	36,5
Bomba centrífuga (BAGP)	2		18,3	36,5
Torre de resfriamento	3		36,5	109,5
TOTAL	8			419,2

▪ **CAG – EDIFÍCIO ANEXO III**

A central do edifício anexo III opera com capacidade instalada nos dias atuais da ordem de 450 TR para produção de frio, isso gera uma potência total verificada de 507,6 KW.

Essa CAG deixará de existir em breve pois é uma das mais antigas do complexo e não atende mais a demanda com qualidade necessária. Visando a segurança e eficiência do sistema de climatização a nova CAG do edifício anexo IV ficará responsável por abastecer a demanda desse edifício também.

Tabela 6.7 – CAG Anexo III.

CAG - ANEXO III				
EQUIPAMENTO	QUANT.	I (A)	POT. (kW)	POT. TOTAL (kW)
Chiller 140 TR	1	190	124,9	124,9
Chiller 160 TR	1	246	161,7	161,7
Chiller 150 TR (50%)	1	153	100,6	100,6
Bomba centrífuga (BAC)	2		21,9	43,8
Bomba centrífuga (BAG)	2		21,9	43,8
Torre de resfriamento	6		5,47	32,82
TOTAL	13			507,6

- **CAG – EDIFÍCIO ANEXO IV**

O edifício anexo IV é o segundo maior do complexo da Câmara com 10 pavimentos, sua CAG já se encontra reformada e com equipamentos novos para atender a demanda futura própria mais a do anexo III. A capacidade instalada atual para produção de frio é de 3.000 TR sendo que apenas 1.000 desses são usados na rotina de trabalho atual, com isso a potência total gerada é da ordem de 507,5 KW.

Tabela 6.8 – CAG Anexo IV.

CAG - ANEXO IV				
EQUIPAMENTO	QUANT.	I (A)	POT. (kW)	POT. TOTAL (kW)
Chiller	1	500	328,7	328,7
Bomba centrífuga (BAC)	3		21,9	65,7
Bomba centrífuga (BAG)	1		91,3	91,6
Torre de resfriamento	2		10,9	21,9
TOTAL	7			507,5

- **CAG – EDIFÍCIO CEFOR**

É o menor entre todos os edifícios e consta com apenas 360 TR de capacidade instalada para geração de frio. Foi verificado que a potência total gerada é da ordem de 166,4 KW com o funcionamento dos principais equipamentos da CAG.

Tabela 6.9 – CAG CEFOR.

CAG - CEFOR				
EQUIPAMENTO	QUANT.	I (A)	POT. (kW)	POT. TOTAL (kW)
Chiller	1	192	126,2	126,2
Bomba centrífuga (BAGP)	1		7,3	7,3
Bomba centrífuga (BAGCF)	1		10,9	10,9
Bomba centrífuga (BAGSCT)	1		21,9	21,9
TOTAL	4			166,4

- **CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - AR CONDICIONADO**

Com os valores aferidos da potência total para cada uma das cinco CAG do complexo foi possível fazer uma estimativa do gasto médio diário, mensal e anual para operação dessas centrais. Utilizamos

o valor da tarifa cobrada pela companhia energética de Brasília (CEB) na casa de 0,60 R\$/kWh para estipular o custo em função das horas de trabalho de cada CAG.

Na tabela 6.9 retratamos a situação atual do consumo de energia do sistema de ar condicionado do complexo com os respectivos custos de operação.

Tabela 6.10 – Consumo de energia elétrica total.

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - AR CONDICIONADO CONSUMO ATUAL							
CAG Edifício	POT. TOTAL (KW)	HORAS DE OPERAÇÃO (h)	CUSTO (R\$/kWh)	CUSTO HORÁRIO	CUSTO DIÁRIO	CUSTO MENSAL	CUSTO ANUAL (262 dias)
PRINCIPAL	598,7	24	R\$ 0,60	R\$ 359,1	R\$ 7.294,7	R\$ 218.839,8	R\$ 2.626.077
ANEXO II	419,3	24	R\$ 0,60	R\$ 251,5	R\$ 6.035,9	R\$ 181.078,9	R\$ 2.172.946
ANEXO III	507,7	14	R\$ 0,60	R\$ 304,6	R\$ 4.264,1	R\$ 93.809,9	R\$ 1.125.717
ANEXO IV	507,6	14	R\$ 0,60	R\$ 304,5	R\$ 4.263,4	R\$ 93.795,2	R\$ 1.125.542
CEFOR	166,4	14	R\$ 0,60	R\$ 99,8	R\$ 1.397,5	R\$ 30.745,3	R\$ 368.943,89
TOTAL				R\$ 1.319,6	R\$ 3.255,6	R\$ 18.268,9	R\$ 7.419.227,5

6.3 CUSTOS GERADOS COM A MANUTENÇÃO

Esse relatório tem como pretensão mostrar uma média de quanto é gasto por manutenção no sistema de climatização dos edifícios da Câmara dos Deputados por ano, mediante análise de ordens de serviços realizadas ao longo dos últimos anos.

Para o levantamento dos valores gastos em manutenção utilizei como referência o banco de dados de OS's (ordem de serviços), para retirar informações de reparos e custos durante o período analisado. Esse banco de dados ainda está em processo de transferência para a plataforma do software MACMMS, muitas ordens de serviços ainda encontram-se armazenadas em planilhas excel ou até mesmo em balancetes de papeis.

A ideia é retratar o quanto está sendo gasto na manutenção do sistema para observar se com a entrada da utilização do software de gestão MACMMS, meados de 2015, houve algum tipo de ganho não só na redução de custos mais também na forma de operacionalizar a rotina de gerenciamento da

manutenção. Na tabela 6.11 temos os valores gastos, aproximados, por ano no que tange os custos de reparo e manutenção do sistema de ar condicionado dos edifícios.

Nos anexos desse trabalho encontram-se, mais detalhados, as tabelas com gasto por mês em manutenção dos edifícios, o que permitiu a chegar aos valores que constam na tabela 6.11.

Tabela 6.11 – Custo de manutenção por edifício.

ANO 2013		ANO 2014		ANO 2015	
Edifício	Custo manutenção	Edifício	Custo manutenção	Edifício	Custo manutenção
	R\$		R\$		R\$
Anexo 1	18.084,72	Anexo 1	40.018,30	Anexo 1	36.968,49
	R\$		R\$		R\$
Anexo 2	9.702,09	Anexo 2	36.824,05	Anexo 2	14.054,07
	R\$		R\$		R\$
Anexo 3	11.985,26	Anexo 3	10.104,44	Anexo 3	10.399,67
	R\$		R\$		R\$
Anexo 4	4.426,43	Anexo 4	7.252,41	Anexo 4	5.466,01
	R\$		R\$		R\$
Cefor	910,27	Cefor	1.307,14	Cefor	2.892,71
	TOTAL		TOTAL		TOTAL
	R\$ 45.108,77		R\$ 95.506,34		R\$ 69.780,95

Por ser a manutenção e reparo de equipamentos, na maioria das vezes, imprevisíveis do ponto de vista da ocorrência e diagnóstico da falha é de se esperar que não haja relações entre os possíveis aumentos e /ou diminuições entre gastos comparando-se ano a ano. Por exemplo, para o ano de 2014 (verificar tabela 6.11) houve gastos da ordem de R\$95.506 em virtude de reformas e melhorias no sistema dessa CAG.

É importante lembrar que o trabalho de manutenção e rotina preventiva nos equipamentos nas CAG's vai ao encontro da ideia de se ter um controle maior e equilibrado das causas e origens das falhas, visando dentre outros aspectos a diminuição e controle na gestão dos recursos. Ainda os edifícios não se encontram nesse nível de detalhamento de verificação de rotinas e prevenções de falha ao ponto de gerar dados mais precisos ao invés de dados médios como encontrados por mim, o trabalho vem sendo desenvolvido nesse propósito para que em pouco tempo haja essa total integração de dados e controle de gestão.

6.4 DIFICULDADES

Esse tópico do trabalho foi escrito para contar um pouco a experiência da rotina de trabalho desse estudo de caso, relatando algumas atividades que não saíram conforme planejado e que por diversos motivos acabaram não contribuindo da melhor maneira no desenvolvimento deste projeto.

Tendo em vista o tamanho da área em estudo da Câmara dos Deputados, que é composta por aproximadamente 150 mil metros quadrados de área construída, 3.400 salas espalhadas ao longo de 5 edifícios foi muito trabalhoso conseguir levantar todas as informações necessárias para análises e resultados do sistema de climatização atuante na casa. Era necessário todo um cadastramento para o levantamento da real situação dos equipamentos e instalações do sistema de ar condicionado da casa.

Mediante esse fato foi iniciado o plano para obter as características precisas de cada componente com a inserção de uma placa patrimônio em cada um desses elementos para posterior abastecimento do banco de dados do software. Devido há pouco tempo na confecção desse trabalho seria humanamente impossível realizar todo esse cadastro sozinho em curto espaço de tempo, sendo assim criei uma estratégia para cadastrar os principais ativos (instalações, localidades, equipamentos etc.) da instalação. Ciente das dificuldades a equipe de engenheiros do DETEC disponibilizou alguns funcionários para ajudar nas visitas a CAG e colocação desse patrimônio nos equipamentos.

Outros fatores também impediam o melhor andamento desse projeto, o início do uso do software no acompanhamento da manutenção acabou por gerar algumas mudanças, por exemplo: antes a ordem de serviço (OS) era gerada para controle financeiro e autorização do reparo, agora além desses fatores foi proposto o detalhe de inserir e gerar a OS diretamente no software para melhor captação de dados. Isso trouxe certa dificuldade por partes dos técnicos da empresa contratada para manutenção, pois eles tinham o costume de realizar somente o reparo e colocar o equipamento de volta a operação mais não tinha a preocupação de anotar dados importantes da manutenção como:

- Identificar qual é a falha – falha primária
- Qual motivo dessa falha – falha secundária
- Hora em que foi iniciada e terminada a manutenção – data do acontecimento
- Tempo para manutenção do equipamento – hora gasta em trabalho

Isso dificultou e muito o meu trabalho, pois são informações essenciais para produzir relatórios de tempo de falha, de reparo além de análises de outros índices de manutenção como confiabilidade e disponibilidade na operação de sistema de climatização. Por isso tive que escolher apenas alguns equipamentos para representar o MTBF, MTTR e D(t) o que acaba por não representar a ideia geral do sistema e sim dos componentes em questão. Além do mais para produzir gráficos que ilustrem o comportamento típico de equipamentos e componentes da instalação em relação à taxa de falhas ao longo do tempo, como a curva da banheira por exemplo, é necessário que os dados coletados tenham boa precisão de informações para não gerar anomalias no retrato da situação o que não aconteceu para essa pesquisa.

Algumas das dificuldades encontradas já eram esperadas, em virtude do tamanho da instalação e do início da utilização de uma ferramenta nova (software MACMMS) na rotina de trabalho do pessoal responsável pela manutenção. Porém uma melhor organização dos dados e controle de ordens de serviço poderia ter agilizado muito na obtenção dos objetivos propostos nesse projeto.

No mais é importante deixar claro o apoio dado pelo pessoal do departamento técnico de engenharia da Câmara dos Deputados, em especial o engenheiro Matheus que não mediu esforços para que eu pudesse desempenhar esse estudo de caso. Mesmo descrevendo sobre as dificuldades enfrentadas, é importante deixar claro que o que foi proposto para esse projeto foi alcançado com êxito e está descrito ao longo dos capítulos desse trabalho.

7 CONCLUSÕES FINAIS

Nesse capítulo temos a conclusão final do estudo de caso realizado e propostas para que próximos trabalhos possam dar prosseguimento ao tema abordado nesse projeto.

7.1 CONCLUSÕES FINAIS

É importante frisar que as primeiras etapas desse projeto foram à base para todo o seu desenvolvimento, e que para retratar esse estudo de caso foi de extrema importância o período em que fiquei como estagiário no departamento técnico de engenharia da Câmara dos Deputados. O que me permitiu conhecer por meio de visitas as CAG's todo funcionamento do sistema de climatização que opera nessa casa.

Foi fundamental para esse trabalho o uso da ferramenta MACMMS, que é um software de gestão de dados e informações e que está sendo inserido aos poucos no controle e rotina de manutenção dos edifícios do complexo dessa casa. O intuito desse meu projeto foi dar início a utilização das funcionalidades desse software para auxiliar a fiscalização dos serviços de manutenção nos sistema de ar condicionado da Câmara, da qual a empresa Proclima Engenharia Ltda. é a responsável por toda manutenção corretiva e preventiva desse sistema. A descrição, escolha do software, cadastro de dados e funcionamento dessa ferramenta é mostrado no capítulo 4 desse projeto.

No capítulo 5 desse estudo de caso encontram-se alguns resultados obtidos com a utilização da ferramenta MACMMS e que se encontravam como objetivo previsto desse projeto. Alguns relatórios gerados no software e descritos nesse capítulo só foram possíveis devido ao abastecimento do banco de dados e ajustes na configuração do mesmo, com isso foi possível à produção dos seguintes resultados:

- Relatório de horas trabalhadas por tipo de manutenção
- Relatório sobre o banco de dados com histórico de ordem de serviços
- Relatório sobre o controle de estoque

Além dos relatórios descritos anteriormente foi possível produzir também outros como:

- MTBF
- MTTR
- Estimativas de custos de manutenção por edifício

Os relatórios de tempo de falha, tempo de reparo e estimativas de custos são mostrados mais detalhadamente no capítulo 6 deste trabalho. É importante dizer que esses relatórios tem o intuito de mostrar a real situação acerca do estado da instalação, e visam monitorar os equipamentos e sistemas por meio da inteligência operacional envolvida na utilização do software. Os valores encontrados para os índices de manutenção estão dentro do esperado, haja vista que as informações obtidas por meio

dos questionários (entrevistas com os responsáveis técnicos) para obtenção dos dados de entrada, apresentaram certo grau de imprecisão devido ao não controle das informações por partes dos responsáveis pela manutenção. Foi gerado o relatório sobre o estado da manutenção de cada um dos cinco edifícios do complexo. Esse relatório foi pensado para prover um maior controle dos dados do sistema de climatização, possibilitando análise mais precisa sobre a necessidade de reformas e ou melhorias no sistema. Além deste também foi produzido o relatório para análise de custos da manutenção por edifício, feito com o levantamento dos dados obtidos nas OS's geradas pela manutenção.

Por fim, o trabalho aqui apresentado demonstra a importância e a necessidade sobre a aplicação de novas ferramentas no gerenciamento de sistemas AVAC para melhor tomada de decisão. A importância da manutenção preventiva é relatada com êxito aqui nesse projeto, pois é a partir do novo plano de manutenção (descrito no apêndice I) que se tem um maior controle e prevenção de falhas ocasionadas no sistema.

7.2 SUJESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A primeira proposta para prosseguimento desse estudo de caso seria melhorar a forma de captação e gerenciamento dos dados obtidos na manutenção dos equipamentos em paralelo com as funcionalidades do software, para que ele venha gerar relatórios mais precisos e com maior grau de envolvimento na rotina de trabalho. Com isso será possível determinar rotinas de manutenção preventiva mais precisa e diminuir ao máximo o número de falhas na operação do sistema, com a reforma das CAG's e trocas de equipamentos antigos por novos e modernos.

Juntamente com essa proposta, é importante também a montagem de banco de falhas (histórico) para todos (os principais) equipamentos que compõem o sistema de climatização da casa, a partir de falhas induzidas no sistema. No projeto atual já foi lançada a semente por meio da confecção dos questionários e análise de dois componentes da CAG do edifício anexo IV (vide tabelas 6.3 e 6.4), na qual mostra a intenção de se ter um histórico de falhas de cada equipamento, separando a por falhas primárias (defeito) e secundárias (causa). É interessante analisar a possibilidade de se abastecer o banco de dados do software com essas informações para que ele venha a gerar relatórios MTBF e MTT além de ser possível, o que hoje não ocorre com precisão.

Uma segunda proposta seria utilizar o código QR (Quick Response), que é um código de barras bidimensional, e que permite grande aporte de informações para o cadastro de todos principais equipamentos do sistema de climatização dos edifícios com apenas uma etiqueta colocada em cada componente. Lembrando que o software MACMMS já esta habilitado para trabalhar com essa ferramenta QR e que a leitura desse código pode ser realizada até por um smartphone, desde que ele possua aplicativo instalado para leitura de código de barras.

Comparar os índices de manutenção obtidos nesse estudo de caso com outras instalações de ar condicionado, de preferência edifícios com capacidade (TR) e tamanho semelhantes ao desse trabalho, para poder avaliar melhor esses parâmetros e tomar medidas com maior controle e precisão na gestão desse sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 13971/2014. Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento – Manutenção programada.

ABNT. NBR 16401 Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários – Qualidade do ar interior – Parte 3.

ABNT. NBR 14679 Sistema de condicionamento de ar e ventilação – Execução de serviços de higienização;

ABNT. NBR 5462/1994 Confiabilidade e Manutenibilidade.

ABRAMAN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO - Situação da Manutenção no Brasil – Documento Nacional, Rio de Janeiro, 2003.

Almeida, M. T. (2007). “Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade”. MTA Engenharia de Vibrações. <http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>.

ASHRAE, 1997. Fundamentals Handbook, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., SI Edition, CD version, Atlanta, USA.

American Power Conversion, 2004 – Wendy Torell e Victor Avelar. Tempo médio entre falhas: explicação e padrões.

BLOOM, N. B, 2006 - Reliability Centered Maintenance: implementation made simple. New York: McGraw-Hill.

CORREIA Julio Cesar; NOVAK Giovani Renan; PAGANI Leandro. Manual de implantação do software SIGMA – Monografia apresentada para obtenção do título de tecnólogo em manutenção industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná para o curso de Manutenção Industrial, 2011.

DETEC – Departamento técnico Conservação / **EcoCâmara –** Comitê de gestão socioambiental. de água e energia elétrica na Câmara dos Deputados, fevereiro 2015.

GUELBERT, Marcelo - Porto Alegre (2004). Tese para obtenção do grau de Mestre na UFRGS com o tema: Estruturação de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa do segmento automotivo.

INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P.; Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa, quinta edição, Editora LTC – Rio de Janeiro, 2003.

INFRAERO, 2009. Apostila de MANUTENÇÃO BÁSICA EM SISTEMAS DE AR CONDICIONADO.

LAFRAIA, J. R. B., 2001 - Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark.

MARAN, MARCOS – Dissertação para obter grau de Mestre na Universidade de São Paulo em 2011, tema: Manutenção Baseada em Condição Aplicada a um Sistema de Ar Condicionado como Requisito para Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios.

MARCORIN, W.R.; LIMA, C.R.C. Análise dos custos de manutenção e de não manutenção de equipamentos produtivos. Ciência & Tecnologia, v.11, n.22, p. 35- 42, 2003.

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lupes. Manutenção- combate aos custos da não eficácia- a vez do Brasil. São Paulo: MAKRON Books: McGraw-Hill, 1993.

NASCIF, J. Manutenção - Função estratégica. 2ª edição. Rio de Janeiro: QualityMark, 2001.

Niu, G., Yang, Bo-Suk., Pecht, M. (2010). “Development of an Optimized ConditionBased Maintenance System by Data Fusion Reliability-Centered Maintenance.” Reliability Engineering and System Safety, vol. 95, pp. 786 – 796. – Adaptado, da dissertação para obtenção de grau de mestre, em sistemas mecatrônicos, na UnB do aluno Luis Fernando Alape Realpe.

PORTARIA 3.523 do Ministério da Saúde – PMOC.

PINJALA, S. K., Pintelon, L., Vereeck, A. (2006). “An empirical investigation on the relationship Between Business and Maintenance Strategies”. Int. J. Production Economics, vol. 104, pp. 214-229.

Pregão Eletrônico nº 37/2014 Processo nº 121.130/2013 - realizado pela Comissão Permanente de Licitação da Câmara dos Deputados.

RE 09/2003 ANVISA: Qualidade do ar no interior de ambientes climatizados artificialmente de uso público e corretivo.

REALPE, Luis Fernando Alape.(2012). Dissertação para obtenção do grau de Mestre na UnB com o tema: Uma metodologia para gestão de manutenção corretiva e baseada em condição aplicada em usinas hidrelétricas – uma abordagem usando raciocínio baseado em casos.

SELLITTO, M. 2005 Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. *Produção*, v. 15, n. 1, p. 44-59.

STUCKERT, Rodolfo (2015). Fotografia do Congresso Nacional.

WUTTKE, R.; SELLITTO, M. 2008 Cálculo da disponibilidade e da posição na curva da banheira de uma válvula de processo petroquímico. *Produção Online*, v. 8, n. 4, p. 1-26.

Site: <http://www.maintenanceassitant.com/> acessado dias 01 a 10/06 de 2015. Para obtenção de informações do software de manutenção.

Site: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Manutenção>, acessado dia 04/06/2015 para obter a definição geral sobre manutenção.

Site: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Falha>, acessado dia 15/04/2016 para obter a definição do conceito de falha do ponto de vista tecnológico.

ANEXOS E APÊNDICES

		Pg.
Anexo A	Plano Básico de Manutenção Previsto em Contrato	81
Apêndice I	Novo Plano de Manutenção	84
Apêndice II	Dados para Caracterização dos Gastos Manutenção	100

ANEXO A: Plano Básico de Manutenção Previsto em Contrato

As tabelas (a, b e c) abaixo descritas, se referem ao plano básico de manutenção no sistema de ar condicionado da Câmara dos Deputados, que foi prevista na licitação para se contratar a empresa responsável de manutenção no início do ano de 2014. Foi realizado um pregão eletrônico, N°37/2014 processo N°121. 130/2013, na comissão permanente de licitação da casa, ali ficou estabelecido todas as regras que a empresa vencedora dessa licitação teria que cumprir para realizar todo tipo de manutenção no sistema.

A vencedora da licitação foi a Proclima Engenharia Ltda, e desde novembro de 2014 vem tocando esse plano e fazendo alterações nele para se adequar as normas técnicas e manuais de fabricante dos equipamentos. Nos dias de hoje não se usa mais essa tabela como referência, a utilizada no momento se encontra no Anexo II desse trabalho.

Tabela a) Plano básico de manutenção preventiva para Casa de Máquinas dos edifícios.

SERVIÇOS	FREQUÊNCIA				
	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Plano geral – Casa de Máquinas					
Verificar temperatura dos mancais das bombas de recalque e dos ventiladores	X				
Verificar acoplamento das moto-bombas	X				
Inspecionar as torres de arrefecimento d'água	X				
Limpar a casa de máquinas			X		
Purgar a tubulação de água gelada	X		X		
Checar e ajustar se necessário o funcionamento dos componentes do sistema Metasys	X				
Geral	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Apertar porcas e parafusos dos flanges					X
Examinar os vidros dos visores	X				
Checar a carga do refrigerante		X			
Examinar e reparar todos os manômetros			X		
Examinar intertravamentos do circuito				X	
Compressor	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Lubrificar os mancais no eixo de controle de capacidade					X
Verificar o isolamento elétrico do motor				X	
Checar braço da ventoinha do motor					X
Examinar terminais elétricos no motor do compressor				X	
Examinar os canos de entrada e saída do motor quanto a vazamento ou corrosões			X		
Tomar leitura de amperagem do motor do compressor (R-S-T)			X		
Conferir tensões nas linhas (RS-RT-ST)			X		
Lubrificar os rolamentos dos motores				X	

Condensador	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Retirar as tampas do condensador, inspecionar se existe depósito e corrosão nos tubos				X	
Examinar as juntas de vedação				X	
Examinar e recalibrar todos os termômetros e manômetros do condensador					X
Evaporador	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Retirar as tampas do evaporador e inspecionar se existe depósito e corrosão nos tubos					X
Examinar as juntas de vedação					X
Examinar e recalibrar os termômetros e manômetros do evaporador					X
Óleo	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Verificar todo circuito de óleo			X		
Trocar o óleo da máquina					X
Verificar nível, temperatura, cor e examinar a pressão do óleo	X				
Checar o motor de bomba de óleo				X	
Verificar a necessidade de trocar o filtro do óleo					X
Painel	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Examinar o controle de temperatura do motor testando o ponto de desligamento				X	
Examinar se desliga por alta pressão					X
Examinar o pressostato diferencial do óleo			X		
Examinar a válvula solenoide de ar			X		
Examinar e recalibrar se necessário o controlador de água gelada				X	
Checar todos os relés para condição de operação			X		
Examinar e regular o interruptor pneumático			X		
Torres de resfriamento e Bombas	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Inspeção e limpeza do quadro elétrico e fiação			X		
Medir tensão e corrente nos motores da torre e das bombas			X		
Verificar o funcionamento do intertravamento torre-bomba-máquina			X		
Simular a operação do nivostato da torre			X		
Medir as temperaturas de entrada e saída da água na(s) torre(s)	X				
Limpar o(s) filtro(s) de sucção e o ladrão da(s) torre(s)			X		
Verificar vazamento nas tubulações	X				
Verificar o funcionamento das bombas e vazamentos nas gaxetas	X				
Testar as proteções de sobrecarga nos motores do ventilador das torres e das bombas			X		

Tabela b) Plano básico de manutenção preventiva para climatizadores “Fan-coil” - na Câmara dos deputados.

SERVIÇOS	FREQUÊNCIA				
	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Elétrica e Evaporador					
Inspeção e limpeza dos quadros elétricos e fiações			X		
Reapertar todas as conexões elétrica			X		
Medir tensões e correntes na entrada da máquina e no motor do evaporador			X		
Testar e ajustar a ação dos relés térmicos			X		
Verificar as condições dos mancais e eixos e ajustar as correias			X		
Testar a ação dos termostatos e/ou umidostato e regulá-los (comando das válvulas de 2 ou 3 vias)			X		
Limpar o(s) filtro(s) de ar e a serpentina e fazer purga se necessários			X		
Geral	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Verificar o estado da lona do acoplamento			X		
Verificar o estado do isolamento interno do gabinete				X	
Verificar a operação dos controles de vazão		X			
Verificar o estado de conservação termo-acústico			X		
Revisar todas as válvulas de duas e três vias e limpar as grelhas e difusores e tomadas de ar				X	
Proceder a limpeza interna e externa do equipamento. Verificar e corrigir a drenagem			X		
Medir as temperaturas (bulbo seco e bulbo úmido) de insuflamento e retorno, do ar exterior e de todos os ambientes			X		
Filtros de ar	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Verificar e eliminar vazamento de ar nos filtros			X		
Medir e registrar o diferencial de pressão			X		
Limpar (quando recuperável) ou substituir (quando descartável) o elemento filtrante			X		
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão.			X		

Tabela c) Plano básico de manutenção preventiva para Ventiladores Centrífugos e Lavador de ar - na Câmara dos deputados.

SERVIÇOS	FREQUÊNCIA				
	Diário	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Limpar rotor e a carcaça interna e externamente					X
Lubrificar mancais do ventilador e do motor				X	
Verificar ruído nos mancais				X	
Verificar aperto dos parafusos em geral			X		
Verificar vibrações nos mancais			X		
Verificar e anotar voltagem e corrente no motor			X		
Verificar filtros eletrostáticos das coifas		X			
Verificar e limpar filtro de celulose para ar e gordura			X		
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão			X		

APÊNDICE I: Novo Plano de Manutenção

Aqui se encontra as tabelas sobre o novo plano de manutenção para o sistema AVAC dos edifícios da Câmara dos Deputados. Esse plano de manutenção se baseou nas normas técnicas e portarias mais recentes, além de seguir recomendações feitas pelos fabricantes de equipamentos e suas especificações de uso:

- ABNT 16401-3: Informações de ar condicionado, sistemas centrais e unitários – qualidade do ar;
- ABNT 13971-2014: Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação - Manutenção Programada;
- RE 09/2003 ANVISA: Qualidade do ar no interior de ambientes climatizados artificialmente de uso público e corretivo;
- NBR 14679 Sistema de condicionamento de ar e ventilação – Execução de serviços de higienização;
- Portaria 3.523 do Ministério da Saúde – PMOC.

Desde meados do mês de dezembro de 2015 vêm se utilizando esse novo plano de manutenção a rotina dos equipamentos do sistema de ar condicionado da casa. Se pretende até o final do ano de 2017

implementar essa rotina no software de manutenção MACMMS para se realizar a tão aguardada rotina de manutenção preventiva do sistema, visando diminuir a zero o número de paradas do sistema, além de aproveitar ao máximo as funções de cada equipamento sem extrapolar os limites previstos no manual do fabricante e normas, e é esperado uma diminuição dos custos de manutenção corretiva/reparos e de mão de obra envolvida nesse processo.

- 1 – Sistema de ar condicionado de expansão indireta (água gelada);
- 2 – Sistema de ar condicionado de expansão direta;
- 3 – Sistema de ventilação e exaustão.

Tabela d) Plano Atual de Manutenção para todos os edifícios.

1. Ventiladores (1,2,3)

✓ Verificar a existência de danos e limpar o conjunto	Semestral
✓ Verificar e eliminar focos de corrosão	Semestral
✓ Verificar fixação, vibrações e ruídos anormais	Semestral
✓ Verificar o aquecimento anormal dos mancais	Semestral
✓ Lubrificar os mancais, se aplicável	Semestral
✓ Verificar vazamentos nas junções flexíveis	Semestral
✓ Verificar o estado dos amortecedores de vibração	Semestral
✓ Verificar a operação dos controles de vazão	Semestral
✓ Verificar o estado e a instalação dos dispositivos de proteção	Semestral
✓ Limpar o sistema de drenagem	Semestral
✓ Elementos de acionamento/transmissão mecânica (conforme os subsistemas de 15 a 19)	Semestral

2. Trocadores de calor – Aquecedores de ar elétricos (resistências de desumidificação de *fan coils* e *sels*) (1,2)

✓ Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	Trimestral
✓ Limpar as resistências elétricas do lado ar	Trimestral
✓ Verificar o funcionamento dos dispositivos de segurança	Trimestral
✓ Medir e registrar os valores de tensão, corrente e isolamento elétrica	Trimestral
✓ Verificar a existência de aterramento do componente	Trimestral
✓ Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	Trimestral

3. Trocadores de calor – Resfriadores de ar (ar/líquido – *fan coils*, *fancoletes*) (1)

✓ Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	Semestral
✓ Limpar superfícies do lado ar	Semestral
✓ Verificar os fluxos de ar/líquido	Semestral
✓ Verificar e eliminar a existência de ar do lado de líquido	Se necessário
✓ Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição plena de vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída	Semestral
✓ Limpar o sistema de drenagem	Semestral
✓ Verificar a existência de sujeira, danos, corrosão e fixação do eliminador de gotas	Semestral
✓ Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja	Semestral
✓ Limpar as serpentinas e bandejas	Semestral
✓ Verificar a operação dos controles de vazão	Semestral
✓ Verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico	Semestral
✓ Verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete	Semestral
✓ Verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento	Semestral
✓ Lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos	Anual
✓ Limpar o gabinete do condicionador e ventiladores (carcaça e rotor)	Semestral

4. Trocadores de calor – Evaporadores (fluido refrigerante/ar-splits, ACJs) (2)

✓ Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	Semestral
✓ Limpar superfícies do lado ar	Semestral
✓ Verificar os fluxos dos fluidos refrigerantes e refrigerados	Semestral
✓ Verificar e eliminar a existência de ar do lado do líquido refrigerado	N/A
✓ Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição plena de vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída	Semestral
✓ Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	Semestral
✓ Determinar e registrar o superaquecimento com os valores da atividade 3.5	Semestral
✓ Verificar a operação do sistema anticongelamento (fluido refrigerante refrigerado a ar)	Semestral
✓ Em caso de soluções aquosas, verificar a concentração do anticongelante	N/A
✓ Corrigir a concentração do anticongelante na solução aquosa	N/A

✓ Limpar o sistema de drenagem	Semestral
✓ Verificar a existência de vazamentos de fluidos frigoríficos, ar ou líquido	Semestral
✓ Eliminadores de gotas – ver subsistema 35	Semestral
✓ Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja	Semestral
✓ Verificar a operação de drenagem de água da bandeja	Semestral
✓ Verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico (se está preservado e se não contém bolor)	Semestral
✓ Lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos	Anual
✓ Limpar o gabinete do condicionador;	Semestral

5. Trocadores de calor – Evaporadores (fluido frigorífico/ar –Self Contained) (2)

✓ Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	Semestral
✓ Limpar superfícies do lado ar	Semestral
✓ Verificar os fluxos dos fluidos frigoríficos e refrigerados	Semestral
✓ Verificar e eliminar a existência de ar do lado do líquido refrigerado	N/A
✓ Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição plena de vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída	Semestral
✓ Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	Semestral
✓ Determinar e registrar o superaquecimento com os valores da atividade 3.5	Semestral
✓ Verificar a operação do sistema anticongelamento (fluido frigorífico refrigerado a ar)	Semestral
✓ Em caso de soluções aquosas, verificar a concentração do anticongelante	N/A
✓ Corrigir a concentração do anticongelante na solução aquosa	N/A
✓ Limpar o sistema de drenagem	Semestral
✓ Verificar a existência de vazamentos de fluidos frigoríficos, ar ou líquido	Semestral
✓ Eliminadores de gotas – ver subsistema 35	Semestral
✓ Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja	Semestral
✓ Limpar as serpentinas e bandejas	Semestral
✓ Verificar a operação dos controles de vazão	Semestral
✓ Verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico	Semestral
✓ Verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete	Semestral
✓ Verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento	Semestral
✓ Lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de	Anual

produtos desengraxantes e corrosivos	
✓ Limpar o gabinete do condicionador e ventiladores (carcaça e rotor)	Semestral

6. Trocadores de calor-Resfriadores de líquido (fluido frigorífico/líquido) (1)

✓ Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	Semestral
✓ Limpar as superfícies do lado ar ou líquido refrigerado	Anual
✓ Verificar os fluxos dos fluidos frigoríficos e refrigerados	Semestral
✓ Verificar e eliminar a existência de ar do lado do líquido refrigerado	Se necessário
✓ Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição plena de vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída	Semestral
✓ Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	Semestral
✓ Determinar e registrar o superaquecimento com valores da atividade 6.5	Semestral
✓ Verificar a operação do sistema de anticongelamento (fluido frigorífico refrigerado a ar)	Se necessário
✓ Em caso de soluções aquosas, verificar a concentração do anticongelante, se aplicável	Mensal
✓ Corrigir a concentração do anticongelante na solução aquosa	Se necessário
✓ Limpar o sistema de drenagem	Semestral
✓ Verificar a existência de vazamentos de fluidos frigoríficos, ou líquido	Semestral
✓ Eliminador de gotas	N/A
✓ Para evaporador fluido frigorífico/água, efetuar análise da água, quanto à sua característica: corrosiva, neutra ou incrustante	Mensal
✓ Para evaporador fluido frigorífico/água, corrigir a característica da água	Se necessário

7. Trocadores de calor – contracorrente ou de corrente cruzada, condensadores à ar/água (1,2)

✓ Verificar a existência de agentes que possam prejudicar a troca térmica	Semestral
✓ Limpar as superfícies de troca de calor	Semestral
✓ Verificar os fluxos dos fluidos	Semestral
✓ Verificar vazamentos internos e externos	Semestral
✓ Limpar o sistema de drenagem	Semestral
✓ Verificar o sistema de purga de ar (no caso de líquido/líquido)	Semestral
✓ Medir e registrar as temperaturas e pressões, na condição plena de vazão de ambos os fluidos e nos pontos de entrada e saída. (*)	Semestral

✓ Verificar o isolamento térmico do componente (inspeção visual)	Semestral
✓ Determinar e registrar o sub-resfriamento conforme medições realizadas no item (*) acima.	Semestral

8. Filtros de ar – filtros rotativos automáticos (1,2)

✓ Verificar a existência de danos, limpar e vedar frestas da moldura	Semestral
✓ Verificar e eliminar focos de corrosão	Semestral
✓ Medir e registrar diferencial de pressão	Se necessário
✓ Verificar a operação da alimentação do elemento filtrante	Se necessário
✓ Completar o fluido de medição do manômetro diferencial	Semestral
✓ Completar o fluido de medição do manômetro diferencial	Se necessário
✓ Verificar o estado do material filtrante no alimentador	Semestral
✓ Substituir o elemento filtrante	Se necessário
✓ Elementos de acionamento/transmissão mecânica (conforme os subsistemas de 17 a 21)	Semestral

9. Filtros de ar – filtros secos (1,2,3)

✓ Verificar a existência de danos, limpar e vedar frestas da estrutura	Semestral
✓ Verificar e eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Medir e registrar o diferencial de pressão	Semestral
✓ Verificar o ajuste da moldura do filtro na estrutura	Se necessário
✓ Limpar o elemento filtrante (quando recuperável)	Semestral
✓ Substituir o elemento filtrante	Se necessário
✓ Completar o fluido de medição do manômetro diferencial	Se necessário

10. Filtros de ar – filtros absorventes e adsorventes (1,2)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Semestral
✓ Eliminar danos e focos de corrosão	Se

	necessário
✓ Limpar e vedar frestas da estrutura	Semestral
✓ Verificar o ajuste do elemento filtrante	Semestral
✓ Verificar a saturação do elemento filtrante	Semestral
✓ Substituir o elemento filtrante	Se necessário

11. Componentes de distribuição e difusão de ar – venezianas, grelhas e difusores (1,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Anual
✓ Limpar os elementos	Anual
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Ajustar para restabelecimento das condições de referência	Se necessário
✓ Verificar o funcionamento mecânico e fixação	Anual
✓ Lubrificar mancais de acionamento	Se necessário
✓ Medir vazão	Anual

12. Componentes de distribuição e difusão de ar – dispositivo para controle de vazão (1,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Anual
✓ Limpar os elementos	Anual
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar o funcionamento mecânico	Anual
✓ Lubrificar mancais de acionamento	Anual
✓ Verificar os atuadores dos registros	Anual

13. Componentes de distribuição e difusão de ar – dutos e câmara *plenum* para ar (1,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão interna e externa, mediante portas de inspeção	Anual
✓ Limpar o conjunto	Se necessário
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Limpar sistema de drenagem	Anual

✓ Verificar vedação das portas de inspeção	Anual
✓ Verificar a existência de danos na isolamento térmica (inspeção visual) e reparar se necessário	Anual
✓ Verificar a vedação das conexões	Anual

14. Componentes de distribuição e difusão de ar – dispositivos para expansão e mistura (1,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Anual
✓ Limpar os elementos	Anual
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar o funcionamento dos controladores de vazão	Anual

15. Sistemas e quadros elétricos – sistemas elétricos e eletrônicos (1,2,3)

✓ Verificar a instalação e suas condições locais	Semestral
✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Semestral
✓ Limpar os elementos	Se necessário
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar os elementos quanto ao funcionamento eletromecânico e fixação	Semestral
✓ Reapertar os terminais, barramentos e elementos de fixação	Semestral
✓ Medir e registrar a tensão e corrente elétrica dos equipamentos ligados ao quadro	Semestral
✓ Regular os elementos de proteção, operação e controle conforme as condições de referência	Semestral
✓ Verificar o funcionamento dos alarmes visuais e sonoros	Semestral
✓ Verificar a operação nas funções manual, automática e remota	Semestral
✓ Verificar fiações, barramentos e sistema de aterramento	Semestral
✓ Medir e registrar as tensões de entrada no quadro elétrico	Semestral
✓ Verificar o aquecimento excessivo em conexões elétricas	Semestral

16. Sistemas e quadros elétricos – sistemas de comando pneumático (1)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Trimestral
✓ Limpar os elementos	Trimestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário

✓ Verificar o sistema de geração e/ou alimentação de ar comprimido	Trimestral
✓ Verificar os dispositivos de controle e segurança	Trimestral
✓ Regular os dispositivos de controle e segurança	Se necessário
✓ Limpar o sistema de drenagem	Semanal
✓ Drenar o reservatório de ar comprimido	Semanal
✓ Verificar os elementos filtrantes	Trimestral
✓ Limpar os elementos filtrantes	Trimestral
✓ Substituir os elementos filtrantes	Se necessário

17. Elementos de acionamento/transmissão mecânica – motores elétricos (1,2,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão, e a fixação	Semestral
✓ Limpar os elementos	Semestral
✓ Eliminar os focos de corrosão	Semestral
✓ Verificar o sentido de rotação	Semestral
✓ Verificar vibrações e ruídos anormais	Semestral
✓ Lubrificar os mancais	Semestral
✓ Verificar a instalação e fixação dos protetores	Semestral
✓ Medir e registrar a corrente elétrica	Semestral
✓ Medir o isolamento elétrico	Semestral
✓ Verificar o aterramento elétrico	Semestral

18. Elementos de acionamento/transmissão mecânica – polias e correias (1,2,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e desgaste	Semestral
✓ Limpar os elementos	Semestral
✓ Verificar a tensão de esticamento e o alinhamento	Semestral
✓ Substituir o jogo de correias	Se necessário
✓ Ajustar o conjunto	Se necessário
✓ Verificar a fixação das polias	Semestral

19. Elementos de acionamento/transmissão mecânica – acoplamentos (1,2,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e fixação	Semestral
--	-----------

✓ Limpar os elementos	Semestral
✓ Verificar o alinhamento	Semestral
✓ Alinhar	Se necessário
✓ Verificar vibrações e ruídos anormais	Semestral
✓ Substituir o lubrificante	Semestral
✓ Verificar a instalação e fixação do protetor	Semestral
✓ Verificar os elementos de interligação	Semestral
✓ Substituir os elementos de interligação	Se necessário

20. Elementos de acionamento/transmissão mecânica – correntes e rodas dentadas (1,2,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e desgaste	Semestral
✓ Limpar os elementos	Semestral
✓ Verificar a tensão de esticamento e alinhamento	Semestral
✓ Ajustar o conjunto	Se necessário
✓ Lubrificar o conjunto	Semestral
✓ Verificar a instalação e fixação das rodas dentadas	Semestral
✓ Verificar a instalação e fixação dos protetores	Semestral

21. Elementos de acionamento/transmissão mecânica – redutores (1,2,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e fixação	Semestral
✓ Limpar os elementos	Semestral
✓ Verificar vibrações e ruídos anormais	Semestral
✓ Substituir o óleo e limpar internamente	Anual
✓ Verificar a existência de vazamento de lubrificante	Semestral

22. Sistemas hidráulicos – bombas (1,2)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos, corrosão externa e fixação	Trimestral
✓ Limpar externamente	Trimestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar vibrações e ruídos anormais	Trimestral
✓ Verificar a vedação do selo mecânico	Trimestral
✓ Ajustar o prensa-gaxeta	Trimestral

✓ Verificar o nível do óleo	Se necessário
✓ Completar o nível do óleo	Se necessário
✓ Substituir lubrificante (óleo ou graxa)	Anual
✓ Medir e registrar as pressões de trabalho	Trimestral
✓ Limpar o sistema de drenagem	Se necessário
✓ Elementos de acionamento/transmissão mecânica – (conforme os subsistemas de 17 a 21)	Trimestral

23. Sistemas hidráulicos – válvulas de controle e bloqueio (1,2)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	Semestral
✓ Limpar externamente	Semestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar vibrações e ruídos anormais	Semestral
✓ Verificar a existência de vazamentos (inspeção visual)	Semestral
✓ Ajustar elementos de vedação	Se necessário
✓ Lubrificar o mecanismo de acionamento	Semestral
✓ Verificar a atuação das válvulas	Semestral

24. Sistemas hidráulicos-filtros (1,2)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	Semestral
✓ Limpar externamente	Semestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Limpar o elemento filtrante	Semestral
✓ Verificar danos no elemento filtrante	Semestral

25. Sistemas hidráulicos – tubulações, tanques e acessórios (1,2)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	Semestral
✓ Limpar externamente	Semestral
✓ Eliminar os focos de corrosão externos	Se

	necessário
✓ Verificar a existência de vazamentos e fixação	Semestral
✓ Limpar os tanques internamente	Anual
✓ Verificar isolamento (inspeção visual)	Semestral
✓ Verificar juntas de expansão (inspeção visual)	Semestral
✓ Verificar o nível de líquido no tanque de expansão	Semanal
✓ Ajustar o nível do líquido de expansão	Se necessário
✓ Verificar o funcionamento dos dispositivos de controle e segurança	Semestral
✓ Plugar o ar	Se necessário
✓ Drenar para eliminação de sujeira	Se necessário

26. Compressores (1,2)

✓ Verificar a existência de sujeira externa, danos e corrosão	Trimestral
✓ Limpar externamente	Trimestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar vibrações, ruídos anormais e fixação	Trimestral
✓ Medir e registrar a pressão de sucção junto ao compressor	Trimestral
✓ Medir e registrar a temperatura do gás de sucção junto ao compressor	Trimestral
✓ Medir e registrar a pressão de descarga junto ao compressor	Trimestral
✓ Medir e registrar a temperatura de descarga junto ao compressor	Trimestral
✓ Medir e registrar a temperatura da linha de líquido após o condensador	Trimestral
✓ Medir e registrar a temperatura da linha de líquido antes do dispositivo de expansão	Trimestral
✓ Verificar o nível do óleo no visor	Diário
✓ Completar o nível de óleo	Se necessário
✓ Verificar o teor de acidez do óleo	Anual
✓ Medir e registrar a pressão do óleo	Trimestral
✓ Ajustar a pressão do óleo nas unidades centrífugas	Se necessário
✓ Medir e registrar a temperatura do óleo antes e depois do resfriador de óleo	Trimestral
✓ Medir e registrar a temperatura de fluido refrigerante antes e depois do	Trimestral

resfriador de óleo	
✓ Verificar o funcionamento do separador de óleo	Trimestral
✓ Medições elétricas – ver subsistema 15	Trimestral
✓ Elementos de acionamento e transmissão mecânica – conforme subsistemas 17 a 21	Trimestral
✓ Verificar o funcionamento do aquecedor de óleo	Trimestral
✓ Verificar a operação, durante a partida, do dispositivo de redução de capacidade	Diário
✓ Verificar a hermeticidade do selo de vedação do eixo	Trimestral
✓ Verificar o funcionamento dos mancais do compressor centrífugo	Trimestral
✓ Verificar a temperatura dos mancais do compressor centrífugo	Trimestral
✓ Verificar a existência de vazamento com detector eletrônico ou com outro processo externo	Se necessário
✓ Verificar o funcionamento dos dispositivos de segurança	Trimestral

27. Componentes do sistema – circuito de fluido frigorífico – tubulações (1,2)

✓ Verificar a existência de danos, corrosão externa e fixação	Trimestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar a existência de danos no isolamento	Trimestral
✓ Verificar a existência de danos externos nos isoladores de vibração	Trimestral
✓ Verificar a existência de vazamento com detector eletrônico ou com outro processo externo	Trimestral
✓ Reapertar as conexões	Se necessário

28. Componentes do sistema – circuito de fluido frigorífico – válvulas (1,2)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	Trimestral
✓ Limpar externamente	Trimestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Reversão de ciclo, pressostática, termostática, retenção, inspeção e bloqueio	Se necessário
✓ Ajustar os parâmetros	Trimestral
✓ Verificar a existência de vazamento com detector eletrônico ou com outro processo externo	Trimestral

29. Componentes do sistema – circuito de fluido frigorífico – acessórios (1,2)

Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão externa	Trimestral
Limpar externamente	Trimestral
Eliminar focos de corrosão	Se necessário
Verificar a operação	Trimestral
Verificar a existência de vazamento com detector eletrônico ou com outro processo externo	Se necessário

30. Torres de resfriamento (1)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Trimestral
✓ Limpar externamente	Trimestral
✓ Limpar e revisar os elementos internos	Trimestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Ventilador – conforme subsistema 1	Trimestral
✓ Verificar a alimentação e distribuição de água	Trimestral
✓ Verificar o nível	Trimestral
✓ Ajustar o controlador do nível de água	Se necessário
✓ Verificar o sistema de purga	Trimestral
✓ Efetuar análise de água, quanto à sua característica: corrosiva, neutra ou incrustante	Mensal
✓ Corrigir a característica da água	Se necessário
✓ Ajustar o volume de purga conforme recomendações técnicas definidas na análise de água	Se necessário
✓ Limpar o sistema de drenagem	Trimestral
✓ Limpar o filtro	Trimestral
✓ Verificar o funcionamento do dispositivo de acionamento dos ventiladores	Trimestral
✓ Verificar o funcionamento do termostato	Trimestral
✓ Ajustar a regulagem do dispositivo de acionamento dos ventiladores	Se necessário
✓ Bomba de recirculação – ver subsistema 24	Trimestral

31. Instrumentação (1,2,3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Semestral
✓ Limpar externamente	Semestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar se o instrumento está fornecendo informação sobre a grandeza que está medindo	Semestral
✓ Verificar e registrar a validade do período de calibração do instrumento, por meio de etiqueta, selo ou certificado	Anual
✓ Registrar e informar quais os instrumentos que necessitam de calibração ou substituição	Se necessário

32. Casa de máquina do condicionador de ar (1,2,3)

✓ Verificar e eliminar sujeira e água	Semestral
✓ Verificar e eliminar corpos estranhos	Semestral
✓ Verificar e eliminar as obstruções no retorno e tomada de ar externo	Semestral
✓ Tomada de ar externo – Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão	Semestral
✓ Tomada de ar externo – Verificar a fixação	Semestral
✓ Tomada de ar externo – Medir o diferencial de pressão	Semestral
✓ Tomada de ar externo – Medir a vazão	Semestral
✓ Tomada de ar externo – Verificar e eliminar as frestas dos filtros	Semestral
✓ Tomada de ar externo – Verificar o acionamento mecânico do registro de ar (damper)	Semestral
✓ Limpar (quando recuperável) ou substituir (quando descartável) o elemento filtrante	Semestral
✓ Registro de ar de retorno – Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão	Semestral
✓ Registro de ar de retorno – Verificar o seu acionamento mecânico	Semestral
✓ Registro de ar de retorno – Medir a vazão	Semestral
✓ Registro de ar de gravidade (venezianas automáticas) – Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão	Semestral
✓ Registro de ar de gravidade (venezianas automáticas) – Verificar o acionamento mecânico	Semestral
✓ Registro de ar de gravidade (venezianas automáticas) – Lubrificar os mancais	Semestral

33. Umidificadores de ar com gerador de vapor elétrico incorporado (umidificadores de *fan coils* e *sels*) (1,2)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Semestral
✓ Limpar os elementos	Semestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Filtros de água – ver subsistema 24	Semestral
✓ Verificar o funcionamento do sistema de alimentação e o nível de água	Semestral
✓ Verificar o funcionamento do extravasor e do sistema de drenagem de água	Se necessário
✓ Desobstruir o extravasor e o sistema de drenagem	Se necessário
✓ Verificar o funcionamento dos bicos injetores pulverizadores e do sistema de distribuição de vapor	Semestral
✓ Verificar o funcionamento das válvulas solenoides	Semestral
✓ Verificar vazamentos e danos nas linhas de vapor e condensado	Semestral
✓ Medir e registrar tensão e corrente elétrica de entrada	Semestral
✓ Verificar operação dos dispositivos de segurança	Semestral
✓ Medir e registrar o isolamento dos elementos elétricos	Semestral
✓ Verificar a existência de aterramento dos elementos elétricos	Semestral

34. Umidificadores com lavadores de ar incorporado (3)

✓ Verificar a existência de sujeira, sedimentos, danos e corrosão	Semestral
✓ Limpar os elementos	Semestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar o funcionamento do sistema de alimentação e distribuição de água	Semestral
✓ Verificar o nível de água	Semestral
✓ Verificar o funcionamento do extravasor e do sistema de drenagem de água	Se necessário
✓ Desobstruir o extravasor e o sistema de drenagem	Se necessário
✓ Verificar o funcionamento dos bicos injetores pulverizadores de água	Semestral
✓ Verificar a impermeabilização e estanqueidade do conjunto	Semestral
✓ Filtros de água – ver subsistema 24	Semestral
✓ Bomba de recirculação – ver subsistema 22	Semestral

35. Eliminadores de gotas e direcionadores de ar (3)

✓ Verificar a existência de sujeira, danos e corrosão	Semestral
✓ Limpar os elementos	Semestral
✓ Eliminar focos de corrosão	Se necessário
✓ Verificar a fixação	Semestral
✓ Corrigir a fixação	Se necessário

36. Ambientes climatizados (1,2,3)

✓ Verificar e eliminar sujeira, odores desagradáveis, fontes de ruídos, infiltrações.	Semestral
✓ Verificar e eliminar fontes de radiação e de calor excessivo e fontes de geração de microrganismos	Semestral

APÊNDICE II: Dados para Caracterização dos Gastos Manutenção

Nesse anexo constam os dados necessários para caracterização dos gastos realizados em manutenção no sistema de climatização dos edifícios da Câmara dos Deputados para o período de 2013 a 2015. Com os dados descritos abaixo foi possível à construção e análise da tabela 6.10 desse estudo de caso, para se ter uma ideia o quanto cada edifício estava gerando de gastos com manutenção para manter o sistema AVAC em operação.

Tabela e) Dados dos Gastos em Manutenção por Edifício ao longo dos anos.

EDIFÍCIO ANEXO I

Mês	ano	Despesa (R\$)
mar	2013	R\$ 4.774,32
abr	2013	R\$ 2.846,30
mai	2013	R\$ 2.128,00
jun	2013	R\$ 4.924,84
jul	2013	R\$ 3.384,41
ago	2013	R\$ 26,85
set	2013	R\$ -
out	2013	R\$ -
nov	2013	R\$ 1.584,65
dez	2013	R\$ 592,50
	TOTAL 2013	R\$ 20.261,87
#####		
Mês	ano	Despesa (R\$)
abr	2014	R\$ 3.991,43
mai	2014	R\$ 3.170,28
jun	2014	R\$ 2.153,82
jul	2014	R\$ 4.753,56
ago	2014	R\$ 7.910,64
set	2014	R\$ 13.820,85
out / nov	2014	R\$ 4.217,72
dez	2014	R\$ 2.825,45
	TOTAL 2014	R\$ 42.843,75
#####		
Mês	ano	Despesa (R\$)
jan	2015	R\$ 2.876,17
fev / mar	2015	R\$ 2.751,12
abr / mai	2015	R\$ 16.841,68
jun	2015	R\$ 2.258,77
jul	2015	R\$ 2.308,56
ago	2015	R\$ 1.979,73
set	2015	R\$ 7.952,46
out	2015	R\$ -
nov/dez	2015	R\$ 988,45
	TOTAL 2015	R\$ 37.956,94

EDIFÍCIO ANEXO II

Mês	ano	Despesa (R\$)
jan	2013	R\$ -
fev	2013	R\$ -
mar	2013	R\$ 1.642,90
abr	2013	R\$ 847,11
mai	2013	R\$ 1.841,13
jun	2013	R\$ 1.211,18
jul	2013	R\$ 1.374,76
ago	2013	R\$ 2.785,01
set	2013	R\$ -
out	2013	R\$ -
nov	2013	R\$ -
dez	2013	R\$ -
	TOTAL 2013	R\$ 9.702,09
#####		
Mês	ano	Despesa (R\$)
abr	2014	R\$ 2.074,38
mai	2014	R\$ 8.186,59
jun	2014	R\$ 4.697,59
jul	2014	R\$ 9.189,76
ago	2014	R\$ 3.273,33
set	2014	R\$ 8.231,77
out / nov	2014	R\$ 1.170,63
dez	2014	R\$ -
	TOTAL 2014	R\$ 36.824,05
#####		
Mês	ano	Despesa (R\$)
jan	2015	R\$ 269,35
fev / mar	2015	R\$ 2.416,21
abr / mai	2015	R\$ 1.980,07
jun	2015	R\$ 1.582,00
jul	2015	R\$ 2.286,10
ago	2015	R\$ 2.481,94
set	2015	R\$ 3.038,40
out	2015	R\$ -
nov/dez	2015	R\$ -
	TOTAL 2015	R\$ 14.054,07

EDIFÍCIO ANEXO III

Mês	ano	Despesa (R\$)
jan	2013	R\$ -
fev	2013	R\$ 135,87
mar	2013	R\$ 432,00
abr	2013	R\$ 288,00
mai	2013	R\$ 4.070,00
jun	2013	R\$ 649,00
jul	2013	R\$ 3.294,42
ago	2013	R\$ 2.270,96
set	2013	R\$ 845,01
out	2013	R\$ -
nov	2013	R\$ -
dez	2013	R\$ 280,00
	TOTAL 2013	R\$ 12.265,26
#####		
Mês	ano	Despesa (R\$)
abr	2014	R\$ 75,09
mai	2014	R\$ 412,01
jun	2014	R\$ 5.927,83
jul	2014	R\$ 261,60
ago	2014	R\$ -
set	2014	R\$ 3.348,47
out / nov	2014	R\$ 79,44
dez	2014	R\$ -
	TOTAL 2014	R\$ 10.104,44
#####		
Mês	ano	Despesa (R\$)
jan	2015	R\$ 1.417,67
fev / mar	2015	R\$ 838,35
abr / mai	2015	R\$ 885,96
jun	2015	R\$ 7.053,46
jul	2015	R\$ -
ago	2015	R\$ 204,23
set	2015	R\$ 728,84
out	2015	R\$ 332,95
nov/dez	2015	R\$ -
	TOTAL 2015	R\$ 11.461,46

EDIFÍCIO ANEXO IV

Mês	ano	Despesa (R\$)	
jan	2013	R\$	-
fev	2013	R\$	124,00
mar	2013	R\$	834,72
abr	2013	R\$	452,37
mai	2013	R\$	1.937,00
jun	2013	R\$	75,00
jul	2013	R\$	291,00
ago	2013	R\$	712,34
set	2013	R\$	-
out	2013	R\$	-
nov	2013	R\$	-
dez	2013	R\$	-
	TOTAL 2013	R\$	4.426,43
#####			
Mês	ano	Despesa (R\$)	
abr	2014	R\$	320,00
mai	2014	R\$	524,35
jun	2014	R\$	1.196,64
jul	2014	R\$	834,00
ago	2014	R\$	1.639,50
set	2014	R\$	1.815,28
out / nov	2014	R\$	922,64
dez	2014	R\$	-
	TOTAL 2014	R\$	7.252,41
#####			
Mês	ano	Despesa (R\$)	
jan	2015	R\$	148,00
fev / mar	2015	R\$	1.185,95
abr / mai	2015	R\$	408,00
jun	2015	R\$	385,48
jul	2015	R\$	300,00
ago	2015	R\$	1.964,65
set	2015	R\$	1.073,93
out/nov	2015	R\$	-
dez	2015	R\$	-
	TOTAL 2015	R\$	5.466,01

EDIFÍCIO CERFOR

Mês	ano	Despesa (R\$)	
jan	2013	R\$	-
fev	2013	R\$	-
mar	2013	R\$	325,27
abr	2013	R\$	-
mai	2013	R\$	145,00
jun	2013	R\$	-
jul	2013	R\$	40,00
ago	2013	R\$	-
set	2013	R\$	-
out	2013	R\$	-
nov	2013	R\$	-
dez	2013	R\$	-
	TOTAL 2013	R\$	510,27
#####			
Mês	ano	Despesa (R\$)	
abr	2014	R\$	248,06
mai	2014	R\$	-
jun	2014	R\$	132,00
jul	2014	R\$	90,00
ago	2014	R\$	-
set	2014	R\$	-
out / nov	2014	R\$	837,08
dez	2014	R\$	-
	TOTAL 2014	R\$	1.307,14
#####			
Mês	ano	Despesa (R\$)	
jan	2015	R\$	146,66
fev / mar	2015	R\$	539,96
abr / mai	2015	R\$	1.661,84
jun	2015	R\$	112,70
jul	2015	R\$	51,25
ago	2015	R\$	380,30
set	2015	R\$	-
out	2015	R\$	-
nov/dez	2015	R\$	825,68
	TOTAL 2015	R\$	3.718,39