

GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM ILUMINAÇÃO: ESTUDO DE CASO NA UFAL – CAMPUS DO SERTÃO

Geyne Lohana Bezerra Gonçalves (UFAL) geynelohanaufal@gmail.com
Jaime da Cruz Silva (UFAL) jaine_mik@hotmail.com
João Marcos Ferreira de Souza (UFAL) jmfs93@hotmail.com
Ozeas Ferreira da Silva (UFAL) ozeas_ferreira03@hotmail.com

Resumo

Fatores como manutenção e consumo de energia são primordiais para o acompanhamento do desempenho organizacional e econômico. Logo, esse trabalho tem como objetivo a utilização de um software para traçar planos de manutenção relacionado a iluminação da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão e quais vantagens trará para a organização. O uso de ferramentas auxilia na tomada de decisões, e, conseqüentemente, são as chaves para o planejamento. O PDCA, 5W2H e Engeman serviram como base para determinar os planos de ação, manutenção e alcançar as metas. Através deles, foram gerados relatórios, gráficos e cronogramas de execução para manutenção do local de estudo. De modo geral, o conhecimento gerado para gestão da manutenção na área de iluminação agrega valor e traz benefícios para a Universidade.

Palavras-Chaves: (Manutenção planejada; Sistema elétrico; Engerman; Iluminação)

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da tecnologia, a gestão da manutenção passou a se tornar cada vez mais importante no cenário mundial. A utilização de suas técnicas integra de maneira eficiente o processo produtivo, garantindo a empresa um rumo a excelência (COSTA, 2013).

Para Slack (2000), a manutenção é definida como modo de evitar falhas e cuidar do ambiente físico da empresa. Enquanto a gestão da manutenção seria a forma de administrar e gerir um conjunto de ações com o intuito de manter os equipamentos e instalações em condições de funcionamento (OLIVEIRA, 2016).

Existem diferentes maneiras de implantação de sistemas de manutenção, a utilização de softwares é uma delas. Esse recurso tem como benefícios garantir a qualidade, reduzir custos, soluções rápidas e acompanhamento em tempo real de todo serviço processado.

No cenário atual, a Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão sofre com uma precariedade desse sistema de gestão. Além disso, os problemas evidenciados pela falta de manutenção das lâmpadas do local têm causado prejuízo para a comunidade acadêmica, principalmente para os discentes e docentes do período noturno, pois, de acordo com Tavares (2006), a iluminação insuficiente influencia no desempenho do usuário, reduz a percepção de detalhes, aumenta a probabilidade de erros e eleva os índices de acidentes no trabalho.

Portanto, este trabalho tem como objetivo a utilização de um software para planos de manutenção na Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão e quais vantagens trarão para a organização.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Planos de Manutenção

2.1.1. Manutenção corretiva

A manutenção corretiva remete-se a um trabalho de reparação, sendo relatadas quando existe quebra ou falha de um ativo (ÁLVARES, 2008). Ela pode ser classificada como: não planejada, sem que haja um tempo de preparação para o serviço, ou seja, atuação em um fato já ocorrido (TROJAN *et al.* 2013; PINTO; XAVIER, 1999); planejada, desempenho menor do que esperado ou da falha, por decisão gerencial (PINTO; XAVIER, 2007).

2.1.2. Manutenção preventiva

De acordo com a NBR 5462 da ABNT (1994), é a manutenção que procura evitar a falha do equipamento, sendo efetuada em intervalos predeterminados. Para Trojan *et al.* (2008), ela possui duas situações, uma quando desativa o equipamento antes do reparo necessário e outra é a falha do equipamento, por estimar incorretamente o tempo de manutenção. É caracterizada por manter um controle contínuo sobre os ativos, além de envolver atividades sistemáticas como inspeções, substituição de peças e reformas (PATTON JR, 1983).

2.1.3. Manutenção preditiva

Definido por Tavares (1996) como sendo a determinação do ponto ótimo para aplicar a manutenção preventiva em um equipamento, com as falhas assumindo valores indesejáveis. Além de envolver cuidados rotineiros, destaca-se que essa manutenção revisa a performance do passado para prever quando um ativo irá falhar (SOTHARD, 1996). Ou seja, voltado totalmente para uma base probabilística, onde tudo dependerá dos dados coletados para avaliação.

2.2. Iluminação

2.2.1. Consumo de energia

Segundo a Abilux (*Associação Brasileira da Indústria de Iluminação*), no Brasil, cerca de 20% do consumo de energia é referente à iluminação. Para Lemos (2016), esse valor passa a ser de destaque em qualquer projeto e/ou instalação, devido aos altos custos de tarifas e crises energéticas no país. A GBC – BRASIL (2015) apresentou números relativos à quantidade de consumo de energia elétrica, fora as perdas, chega a 516,6Twh, equivalente a R\$ 60 milhões,

relacionado apenas às edificações.

2.2.2. Lâmpadas

As lâmpadas mais comuns no mercado são as incandescentes, fluorescente e de LED. As incandescentes são lâmpadas as quais a luz é produzida através do esquentamento do filamento de Tungstênio; as fluorescentes caracterizam-se por aumentar a quantidade de luz por uma descarga contendo gás ou um vapor interno; e, as de LED, dispositivos de semicondutores preenchido com gases e revestidos com materiais de fósforo (SANTOS *et al.* 2015).

2.2.3. Ciclo de vida e vida útil

Está relacionado a todo processo referente ao produto, desde a extração de sua matéria prima, até a disposição final ao fim de sua vida útil (VALLE, 2002). A determinação de sua vida útil pode ser definida através da curva da banheira, onde apresenta a relação entre a taxa de falha em função do tempo, possuindo características de mortalidade infantil, maturidade e mortalidade senil (WUTTKE *et al.* 2008; SELLITTO, 2005).

2.3. Ferramentas

2.3.1. PDCA

O ciclo PDCA (Planejar/*Plan*, Fazer/*Do*, Checar/*Check* e Agir/*Act*) é um método desenvolvido por *Shewhart* e divulgado por *Deming*, com o intuito de contribuir para o controle e melhoria de processos (NEVES, 2007). Para Lima (2006), além de estabelecer diretrizes de controle, planeja a qualidade e mantém padrões. Ishikawa (1993) define o PDCA como: planejamento, estabelecimento de metas e estratégias; execução, realizar as tarefas de acordo com as estratégias; verificação, comparar resultados com as metas estabelecidas; e, corrigir, atuar nos processos e procurar definir padrões.

2.3.2. 5W2H

5W2H é um checklist de atividades específicas que devem ser desenvolvidas com o máximo de clareza e eficiência por todos os envolvidos em um projeto. São sete diretrizes que, quando bem estabelecidas, eliminam quaisquer dúvidas que possam aparecer ao longo de um processo ou de uma atividade. Em síntese, é uma metodologia cuja base são as respostas para sete perguntas essenciais. Com estas respostas em mãos, se obtém um mapa de atividades que ajuda a seguir todos os passos relativos a um projeto, de forma a tornar a execução muito mais clara e efetiva. (ENDEAVOR Brasil, 2017).

2.3.3. Software Engerman®

O software Engeman® é uma ferramenta de planejamento e controle de Manutenção e Serviços. É um de gerenciamento de manutenção mais conhecido do Brasil e também o mais flexível. Além disso, sua flexibilidade permite a adaptação do software também ao modo de trabalho das empresas. Alguns aspectos de organização e controle de funções do plano de manutenção, como:

- Cadastrar qualquer tipo de dado referente à manutenção;
- Planejar serviços que serão executados pela manutenção e acompanhar serviços realizados;
- Programar a execução dos serviços através de controles automáticos;
- Nivelar recursos materiais, humanos e financeiros;
- Emitir automaticamente alarmes e documentos referentes aos serviços;
- Criar históricos dos eventos e elaborar cronogramas e gráficos;
- Analisar perdas de produção, calcular custos e analisar ocorrências;
- Controlar consumo de materiais em estoque e executantes dos serviços.

- Solicitação de serviços: proporciona aos usuários um controle total dos serviços solicitados, pendências, andamento e feedback aos solicitantes. O responsável pelo recebimento das solicitações irá ou não as aprovar (Figura 1) para que se transformem em uma Ordem de Serviço;

Figura 1 – Status das solicitações de serviços



Fonte: Engerman ®. (2018)

Geração de O.S.: gera basicamente dois tipos de ordens de serviço que são as programadas (são geradas de acordo com os relacionamentos feitos através das programações: Periódica,

data específica, acumulativa e tendência) e as não-programadas (este tipo de geração é utilizada na maioria das vezes para registrar os serviços corretivos);

Planos de Manutenção: onde são apropriados recursos humanos, materiais e informado o check-list para a execução de serviços preventivos, inspeções ou reparos programados. Posteriormente estes planos serão programados gerando assim as Ordens de Serviços.

Programação da Manutenção: consiste no relacionamento dos equipamentos com seus respectivos planos de manutenção, através deste, o sistema fará a geração automática das O.S.'s para serviços preventivos, inspeções, trocas programadas e etc;

Emissão de Relatórios: Através deles o usuário poderá fazer todo o acompanhamento dos serviços executados, consultar o histórico dos equipamentos, emitir gráficos comparativos, consultar o custo das manutenções, emitir cronogramas e buscar diversas outras informações. Na Figura 2 mostra a prioridade em relação ao tipo de manutenção, essa legenda é importante para o cadastro de Solicitações de Serviços (SS) e Geração de Ordens de Serviços (OS).

Figura 2 – Tipos de manutenção e prioridade

Código	Descrição	Prioridade
▶ CNP	CORRETIVA NÃO PLANEJADA	1 - Muito Alta
COL	COLETA	3 - Média
COP	CORRETIVA PLANEJADA	1 - Muito Alta
COR	CORRETIVA	1 - Muito Alta
INS	INSTALAÇÃO	2 - Alta
MAN	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	3 - Média
PRE	PREDITIVA	2 - Alta
VIS	VISITA TÉCNICA	3 - Média

Fonte: Engerman ®. (2018)

3. METODOLOGIA

Este trabalho teve como metodologia a elaboração de um ciclo PDCA, a fim de estabelecer um planejamento guiado para cada fase e a utilização de um software de manutenção Engerman® para obter os resultados necessários através de simulação. E foi dividido da seguinte forma:

Iniciou-se com a identificação da problemática, buscar justificativas e indícios da necessidade do estudo. Posteriormente, foi traçado um planejamento e objetivos a serem atingidos. Realizou-se um tagueamento de todas as lâmpadas do local de estudo, sendo divididas em áreas específicas e auxiliadas por um checklist para identificação de falhas.

Foi utilizado o software de manutenção Engerman®, com o objetivo de simular planos de manutenção para os principais defeitos no sistema de iluminação. E por fim, geraram-se todos os resultados e foram discutidos para possíveis conclusões.

4. RESULTADOS

4.1. Dados Coletados

Os dados foram coletados a partir do levantamento histórico de manutenção na universidade e constatado que não houve alterações dessas informações. Assim, a quantidade de lâmpadas, horas de funcionamento, fornecedores e as especificações das lâmpadas continuam sendo as mesmas informações. No Quadro 1 segue o quantitativo de lâmpadas pelas áreas delimitadas:

Quadro 1 – Quantidade de lampadas

Setores	Quantidade
Sala	236
Banheiros	126
Entidades	46
Corredor	151
LAB	98
ADM	56
Sala Curso-Ensino	178
Outas salas	177
Anexo	198
TOTAL	1266

As lâmpadas são fornecidas por dois fornecedores, a G-Light para lâmpadas fluorescente tubular e a ForLux para lâmpadas fluorescentes compacta (Quadro 2).

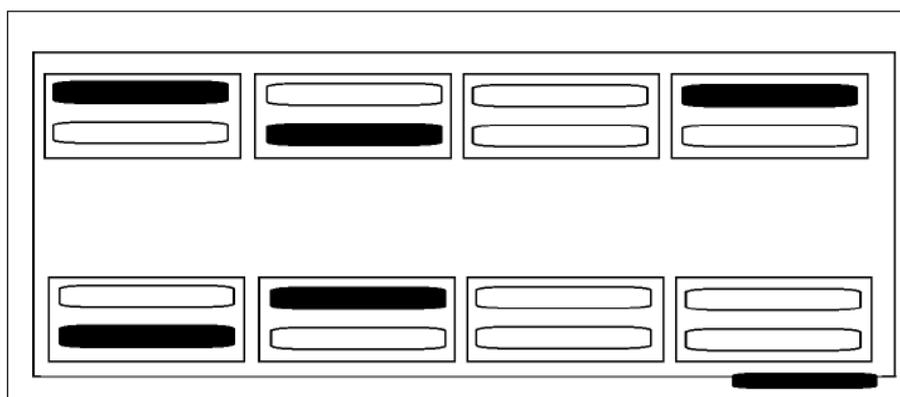
Quadro 2 – Detalhes dos fornecedores

Fornecedor	Tipo	Potencia	Tensão	Temperatura da Cor	Fluxo luminoso	Fator de potência	Vida útil
G-light	T8 HO LED G13	40 W	Autovolt	4000K	3850lm	0,92	25000h
ForLux	Compacta ForLux	25W	220V		1475lm	≥0,5	6000h

Atualmente, o Campus conta com a manutenção através da inspeção sensitiva, de acordo com a equipe do setor de manutenção. Esta inspeção é caracterizada pela observação do estado atual das lâmpadas, analisando detalhes nas extremidades se estão escuras ou não. Para correção, caso estejam na situação de escuras, o inspetor irá executar a intervenção do equipamento, e substitui-lo por outra lâmpada.

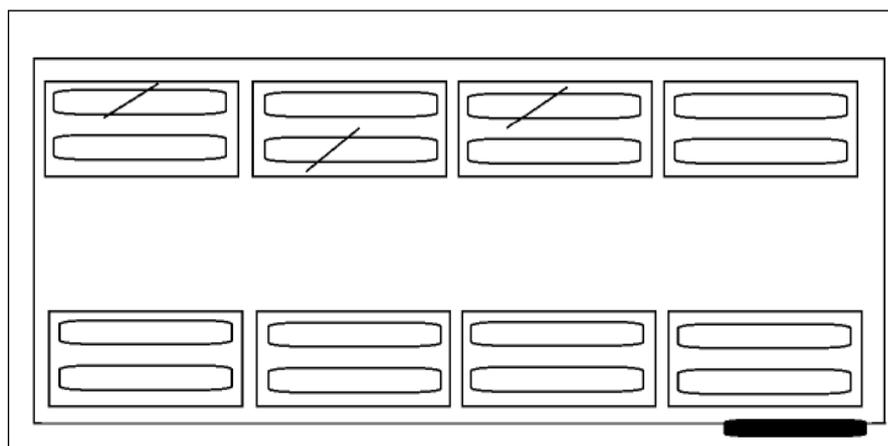
A equipe de manutenção possui um modelo de mapa com cada sala para verificar se as lâmpadas estão em funcionamento (Figura 3) ou ausentes dentro das calhas (Figura 4).

Figura 3 – Modelo de mapa de sala para lâmpadas queimadas



Fonte: Moreno, Barros e Ressurreição. (2018)

Figura 4 – Modelo de mapa de sala para ausência nas calhas.



Fonte: Moreno, Barros e Ressurreição. (2018)

4.2. Cálculos dos Consumos

Após a divisão por setores do Campus, foi possível calcular o consumo desses, com as informações das horas utilizadas por mês, das potências e a taxa.

A potência aparente (VA) é a que é entregue pela fonte, e é encontrada pela relação potência ativa e a potência que realmente produz. Assim, será a divisão da potência ativa pelo fator de potência.

Para o consumo é calculado pela multiplicação das horas utilizadas, quantidade de lâmpadas, a potência aparente e a taxa (cobrada pela companhia), e é encontrada em reais.

- Salas (Quadro 3);

Quadro 3 – Consumo do setor de Salas

Setores	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
SALA 1	200	16	0,04	0,92	0,043	1,88	261,57
SALA 2	172,8	16	0,04	0,92	0,043	1,88	225,99
SALA 3	145,6	16	0,04	0,92	0,043	1,88	190,42
SALA 4	205,6	16	0,04	0,92	0,043	1,88	268,89
SALA 5	201,6	16	0,04	0,92	0,043	1,88	263,66
SALA 6	189,2	16	0,04	0,92	0,043	1,88	247,44
SALA 7	204,4	12	0,04	0,92	0,043	1,88	200,49
SALA 8	62	12	0,04	0,92	0,04	1,88	60,81
SALA 9	49,2	16	0,04	0,92	0,04	1,88	64,35
SALA 10	140,8	16	0,04	0,92	0,04	1,88	184,14
SALA 11	181,6	16	0,04	0,92	0,04	1,88	237,50
SALA 12	185,2	16	0,04	0,92	0,04	1,88	242,21
SALA 13	140	16	0,04	0,92	0,04	1,88	183,10
SALA 14	160,8	8	0,04	0,92	0,04	1,88	105,15
SALA 15	120	8	0,04	0,92	0,04	1,88	78,47
SALA 16	229,2	8	0,04	0,92	0,04	1,88	149,88
SALA 17	72,8	12	0,04	0,92	0,04	1,88	71,41
TOTAL							3035,46

- Banheiros (Quadro 4);

Quadro 4 – Consumo do setor de Banheiros

Setores	Quantidade	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
Banheiro masculino 1	4	100	2	0,025	0,5	0,050	1,88	75,20
Banheiro feminino 1	4	100	2	0,025	0,5	0,050	1,88	75,20
Banheiro adaptado 1	4	60	2	0,025	0,5	0,050	1,88	45,12
Banheiro masculino 2	1	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
Banheiro feminino 2	1	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
Banheiro adaptado 2	1	60	12	0,04	0,92	0,043	1,88	58,55
Banheiro masculino 3	1	60	16	0,04	0,92	0,043	1,88	78,47
Banheiro feminino 3	1	100	2	0,04	0,92	0,043	1,88	16,33
Banheiro masculino 4	1	100	4	0,025	0,5	0,050	1,88	37,60
Banheiro feminino 4	1	100	4	0,025	0,5	0,050	1,88	37,60
Banheiro masculino 5	2	100	4	0,04	0,92	0,043	1,88	65,39
Banheiro feminino 5	1	100	4	0,04	0,92	0,043	1,88	32,70
Banheiro Auditório GR.	1	20	12	0,04	0,92	0,043	1,88	19,62
Banheiros	2	100	2	0,025	0,5	0,050	1,88	37,60
TOTAL								841,26

- Entidades (Quadro 5);

Quadro 5 – Consumo do setor de entidades

Setores	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
C. A	100	12	0,04	0,92	0,043	1,88	98,09
PET	160	6	0,04	0,92	0,043	1,88	78,47
VEFOR	160	4	0,04	0,92	0,043	0,39	10,85
I9 ENGEHARIA	160	4	0,04	0,92	0,043	0,39	10,85
UFAL VERDE	40	4	0,04	0,92	0,043	1,88	13,08
NUDES	240	4	0,04	0,92	0,043	1,88	78,47
EDUFAL	160	4	0,04	0,92	0,043	1,88	52,31
AÇÕES	52,8	8	0,04	0,92	0,043	1,88	34,53
TOTAL							376,65

- Corredor (Quadro 6);

Quadro 6 – Consumo do setor de corredor

Setores	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
CORREDOR T	100	28	0,025	0,5	0,050	1,88	263,20
CORREDOR S	100	30	0,04	0,92	0,04	1,88	245,22
CORREDOR S	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
CORREDOR T	100	10	0,04	0,92	0,043	1,88	81,74
CORREDOR	100	2	0,025	0,5	0,050	1,88	18,80
CORREDOR	100	9	0,04	0,92	0,043	1,88	73,57
CORREDOR	100	28	0,04	0,92	0,043	1,88	228,87
CORREDOR	100	28	0,04	0,92	0,043	1,88	228,87
TOTAL							1271,04

- LAB (Quadro 7);

Quadro 7 – Consumo do setor de LAB (laboratórios)

Setores	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
LAB DE INFORMATICA 2	66,6	16	0,04	0,92	0,043	1,88	85,79
LAB DE LINGUAGENS	80	8	0,04	0,92	0,043	1,88	52,31
LAB DE INFORMATICA 1	60	6	0,04	0,92	0,043	1,88	29,43
LAB DE PRODUTO	60	6	0,04	0,92	0,043	1,88	29,43
LAB DE ARQUITOLOGIA	60	6	0,04	0,92	0,043	1,88	29,43
LAB DE HIDRAULICA	60	12	0,04	0,92	0,043	0,39	12,21
LAB DE FISICA	60	12	0,04	0,92	0,043	0,39	12,21
LAB DE LIPI	60	12	0,04	0,92	0,043	1,88	58,85
LAB DE QUIMICA	60	12	0,04	0,92	0,043	0,39	12,21
LAB DE ELETRICA	60	8	0,04	0,92	0,043	0,39	8,14
TOTAL							330,00

- ADM (Quadro 8);

Quadro 8 – Consumo do setor de LAB (laboratórios)

Setores	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
Secretaria de curso	160	6	0,04	0,92	0,043	1,88	78,47
Administração	160	6	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
Direção geral	160	6	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
Secretaria executiva	160	6	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
Direção acadêmica	160	6	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
NAE	240	6	0,04	0,92	0,043	1,88	117,70
Gestão de pessoas	160	6	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
Coordenação de Pesquisa e Pós-graduação	80	6	0,04	0,92	0,043	0,39	8,14
NII	160	8	0,04	0,92	0,043	0,39	21,70
TOTAL							307,41

- Sala Curso-Ensino (Quadro 9);

Quadro 9 – Consumo do setor de Sala Curso-Ensino

Setores	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
Sala professores (Círculo)	60	16	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
Sala professores (Produção)	60	12	0,04	0,92	0,043	0,39	12,21
Sala professores (Pedagogia)	100	2	0,04	0,92	0,043	1,88	16,35
Sala professores (Geografia)	100	2	0,04	0,92	0,043	1,88	16,35
Sala professores (História)	100	2	0,04	0,92	0,043	1,88	16,35
Sala professores (Letras)	100	28	0,04	0,92	0,043	1,88	228,87
Tronco inicial	100	2	0,04	0,92	0,043	1,88	16,35
Coordenação História	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
Coordenação Pedagogia	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
Coordenação Letras	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
Coordenação Geografia	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
Coordenação Eng Produção	60	8	0,04	0,92	0,043	0,39	8,14
Coordenação Eng Civil	60	8	0,04	0,92	0,043	0,39	8,14
Energia Solar 1	160	6	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
Energia Solar 2	160	6	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
LCCV	160	6	0,04	0,92	0,043	0,39	16,28
Tutoria	100	8	0,04	0,92	0,043	0,39	13,57
Monitoria	160	8	0,04	0,92	0,043	1,88	104,63
TOTAL							1029,18

- Outras Salas (Quadro 10);

Quadro 10 – Consumo do setor de outras salas

Setores	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
Pátio auditório	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
Sala de convivência	100	16	0,04	0,92	0,043	1,88	130,78
Depósito	40	2	0,04	0,92	0,043	0,39	1,36
Copa 2	100	30	0,04	0,92	0,043	1,88	245,22
Pátio auditório GR	100	8	0,04	0,92	0,043	1,88	65,39
Segurança	100	4	0,025	0,5	0,050	1,88	37,60
Dispensa	60	1	0,025	0,5	0,050	0,39	1,17
Pátio entrada	100	28	0,04	0,92	0,043	1,88	228,87
*Sala Psicologia	80	6	0,04	0,92	0,043	0,39	8,14
Depósito	160	4	0,04	0,92	0,043	0,39	10,85
Xerox	240	4	0,04	0,92	0,043	1,88	78,47
Lanchonete	100	26	0,04	0,92	0,043	1,88	212,52
*Sala sem nome	96,56	4	0,04	0,92	0,043	1,88	31,57
Mini auditório	80	28	0,04	0,92	0,043	0,39	37,98
TOTAL							1220,71

- Anexo (Quadro 11);

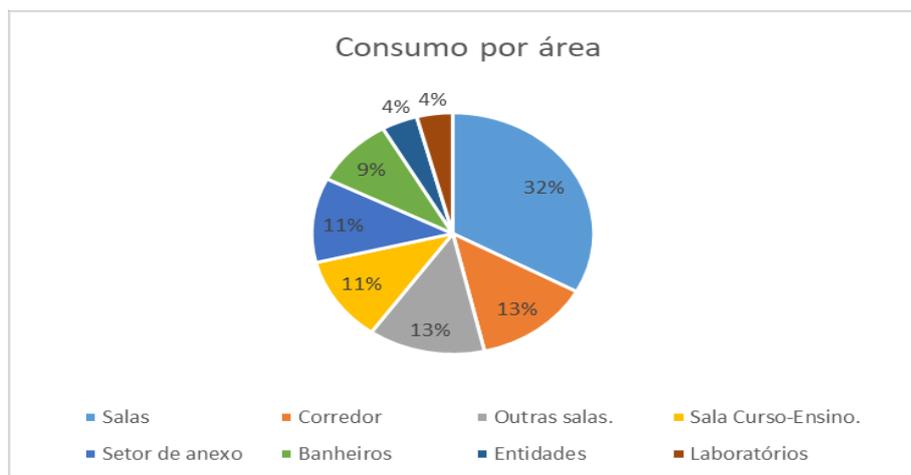
Quadro 11 – Consumo do setor de anexo

Locais	Horas utilizadas/mês	Quantidade de lâmpadas	Potência ativa [KW]	Fator de potência	Potência aparente [KVA]	Taxa (KW/h)	Consumo (R\$)
Entrada	100	4	0,25	0,92	0,272	1,88	204,35
Cozinha	160	4	0,04	0,92	0,043	0,39	10,63
Arquivo	100	12	0,04	0,92	0,043	0,39	20,33
Brinquedoteca	100	12	0,04	0,92	0,043	0,39	20,33
NEART 1	100	12	0,04	0,92	0,043	1,88	98,09
NEART 2	100	4	0,04	0,92	0,043	1,88	32,70
Coordenação NEART	100	2	0,04	0,92	0,043	1,88	16,35
Deposito AXE	40	1	0,04	0,92	0,043	0,39	0,68
Corredor	100	6	0,04	0,92	0,043	1,88	48,04
Lab Materiais	60	36	0,04	0,92	0,043	0,39	36,63
Banheiro feminino	60	4	0,04	0,92	0,043	1,88	19,62
Banheiro masculino	60	4	0,04	0,92	0,043	1,88	19,62
Corredor - banheiro	60	2	0,04	0,92	0,043	1,88	9,81
Copa	80	2	0,04	0,92	0,043	1,88	13,08
Corredor - COPA	80	1	0,04	0,92	0,043	1,88	6,34
Dispensa	40	2	0,04	0,92	0,043	0,39	1,36
Lavanderia	40	1	0,04	0,92	0,043	0,39	0,68
Corredor - banheiro	80	2	0,04	0,92	0,043	1,88	13,08
Banheiro ADP 2	60	1	0,04	0,92	0,043	1,88	4,90
Banheiro ADP 1	60	1	0,04	0,92	0,043	1,88	4,90
Núcleo Geografia	160	16	0,04	0,92	0,043	1,88	208,25
Corredor - Geografia	160	2	0,04	0,92	0,043	1,88	26,16
NAFE	80	12	0,04	0,92	0,043	1,88	78,47
Corredor NAFE	80	2	0,04	0,92	0,043	1,88	13,08
Banheiro feminino-NAFE	60	4	0,04	0,92	0,043	1,88	19,62
Banheiro masculino -NAFE	60	4	0,04	0,92	0,043	1,88	19,62
Corredor NAFE	80	2	0,04	0,92	0,043	1,88	13,08
Entrada banheiro -NAFE	80	1	0,04	0,92	0,043	1,88	6,34
Lab Solos	60	24	0,04	0,92	0,043	0,39	24,42
Lab Saneamento	60	18	0,04	0,92	0,043	0,39	18,31
TOTAL							1011,30

4.3. Avaliações do Consumo e do Ciclo de Vida

Para entendimento geral, é necessária uma avaliação mais intrínseca dos consumos e utilizações. Na Figura 5 são apresentados resumidamente os consumos totais das áreas.

Figura 5 – Gráfico de consumo por área

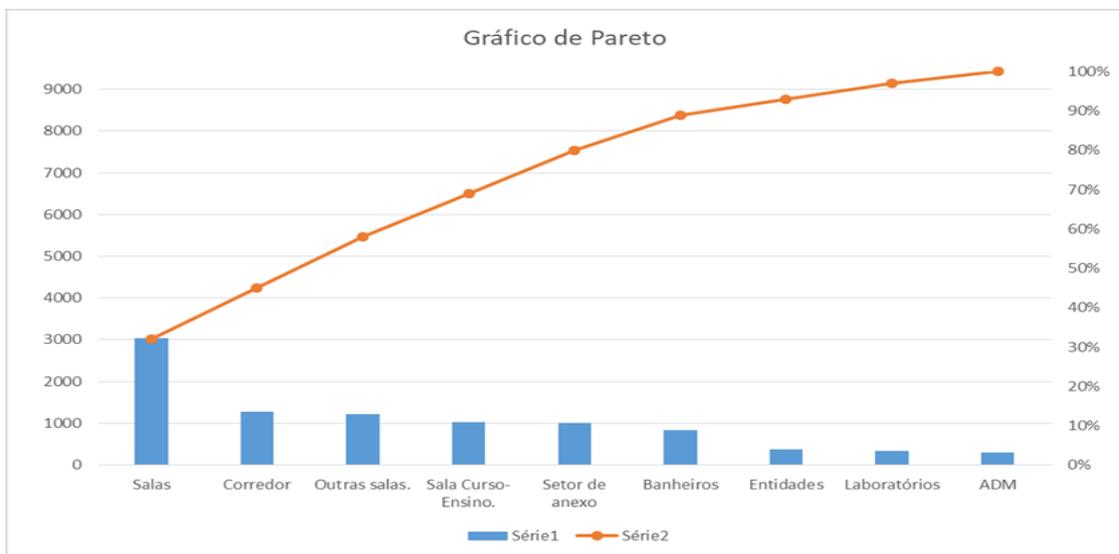


Para analisar as áreas críticas que necessitam de maior atenção por parte da manutenção, adaptamos a classificação ABC/Teoria de Pareto e geramos os resultados. O quadro 13 e a figura 8 representam essa avaliação.

Quadro 13 – Avaliação do consumo total através da Curva ABC.

Área	Consumo R\$	Consumo R\$	Consumo Acumulado	Classificação
Salas	3035,46	32%	32%	A
Corredor	1271,04	13%	45%	A
Outras salas.	1220,71	13%	58%	A
Sala Curso-Ensino.	1029,18	11%	69%	A
Setor de anexo	1011,5	11%	80%	A
Banheiros	841,26	9%	89%	B
Entidades	376,65	4%	93%	B
Laboratórios	330	4%	97%	C
ADM	307,41	3%	100%	C
TOTAL:	9.423,21	100%	-	-

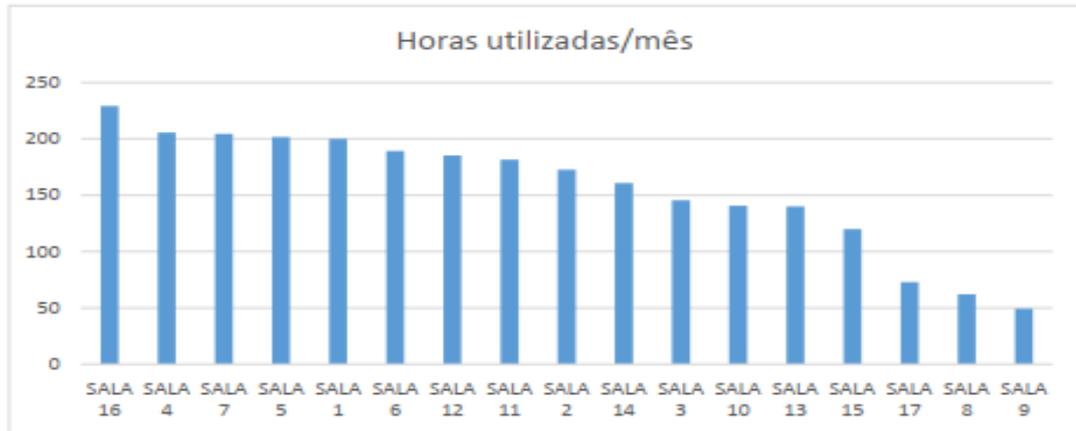
Figura 6 – Gráfico de Pareto.



A partir da avaliação da curva ABC, foi possível detectar que 80% do consumo através das lâmpadas ocorrem nas áreas: Salas, Corredor, Outras salas, Sala Cursoensino e Setor anexo. Isso implica em dar mais intensidade em questão de manutenção nessas áreas que podem ser consideradas como setores críticos. Isso é explicado pois sendo o consumo maior, existe uma maior probabilidade de falhas nesses setores. As áreas críticas foram classificadas com A, os relevantes considerados com B e as menos relevantes com C.

É notória a grande contribuição do setor SALAS no consumo geral, por isso fazse necessário uma análise mais profunda nesse setor. A Figura 9 mostra o nível de utilização das lâmpadas nas salas através das horas utilizada por mês.

Figura 7 – Nível de utilização.



A sala 16 foi a que apresentou o maior nível de utilização com 229,2 horas por mês, seguido pelas salas 4, 7, 5, 1 que são utilizadas entre 200 e 205,6 horas por mês. Essa análise se faz necessária, pois os planos de manutenção de iluminação da UFAL podem ser montados em cima desses dados, identificando e dando prioridade as áreas críticas.

Para aprimorar e ter uma manutenção mais precisa é necessário analisar as características das lâmpadas de acordo com os seus fabricantes. As tabelas 1 e 2 abaixo mostram dados das duas marcas de lâmpadas utilizadas na UFAL- Sertão.

Tabela 1 – Ciclo de Vida FOXLUX

FLUORESCENTE COMPACTA - FOXLUX		
MESES	HORAS	CONSUMO %
0	6000	0
3	2160	36%
6	4320	72%
8	6000	100%

Índice: Utilização (Mês)	Ciclo de vida	Modo de falha
0 a 3	Mortalidade Infantil	Defeito de fábrica
3 a 6	Vida Útil	Falha aleatória
6 a 8	Envelhecimento	Falha por desgaste

Tabela 2 – Ciclo de Vida G Light

FLUORESCENTE TUBULAR - G-LIGHT		
MESES	HORAS	CONSUMO %
0	25000	0
1	8640	35%
2	17280	69%
2,, 10	24480	98%

Índice: Utilização (ANO)	Ciclo de vida	Modo de falha
0 a 1	Mortalidade Infantil	Defeito de fábrica
1 a 1,6	Vida Útil	Falha aleatória
1,6 a 2, 10	Envelhecimento	Falha por desgaste

4.4. Defeitos no Sistema de Iluminação

Através de pesquisas foi realizada a relação de falhas possíveis em equipamentos que compõem a área de iluminação. Deste modo, foi desenvolvida a relação causa consequência, que consiste na abordagem de cinco falhas (causas) que podem ocorrer nos equipamentos.

- Quadro de distribuição (Quadro 3);

Quadro 3 – Causa-consequência para quadro de distribuição

Equipamento	Falha-Causa	Consequências
Quadro de Distribuição	Sobrecarga	Danificação dos fios
Quadro de Distribuição	Fuga de corrente	Choque elétrico
Quadro de Distribuição	Curto-circuito	Danificação dos fios e risco de incêndio
Quadro de Distribuição	Alimentação Inadvertida	Danificação dos fios e choque elétrico
Quadro de Distribuição	Condutores abertos	Choque elétrico

- Luminária (Quadro 4);

Quadro 4 – Causa-consequência para luminária

Equipamento	Falha-Causa	Consequências
Luminária	Fios cruzados	Queima da lâmpada
Luminária	Sujeira	Redução da luminosidade
Luminária	Aquecimento do reator	Deteriorização da carcaça
Luminária	Isolamento incorreto dos fios	Mal funcionamento das lâmpadas
Luminária	Fixação inadequada	Quebra da lâmpada

- Interruptor (Quadro 5);

Quadro 5 – Causa-consequência para interruptor

Equipamento	Falha-Causa	Consequências
Interruptor	Mal contato dos fios	Choque elétrico
Interruptor	Curto-circuito	Danificação dos fios, capa protetora e risco de incêndio
Interruptor	Mola do botão quebrada	A lâmpada não liga
Interruptor	Parafusos da carcaça desencaixados (parafusos)	Exposição dos fios
Interruptor	Chaves dos terminais sem resposta	A lâmpada não liga

- Lâmpadas (Quadro 6);

Quadro 6 – Causa-consequência para lâmpadas

Equipamento	Falha-Causa	Consequências
Lâmpadas	Queima de lâmpadas	Locais menos iluminados
Lâmpadas	Soquete solto ou rachado - pode ser relacionado a qualidade do material	Lâmpada sem funcionar, redução do ciclo de vida da lâmpada
Lâmpadas	Vazamento no tubo de descarga	Redução do ciclo de vida
Lâmpadas	Fio Solto	Lâmpada não liga
Lâmpadas	Falha de componente	Lâmpada não liga

- Disjuntores (Quadro 7);

Quadro 7 – Causa-consequência para disjuntores

Equipamento	Falha-Causa	Consequências
Disjuntores	Mola quebrada	Disjuntor só em um modo
Disjuntores	Supera	Redução da vida útil do equipamento; Falha de funcionamento
Disjuntores	Desgaste	Alta taxa de falha
Disjuntores	fixação inadequada, foi aparafusado de forma errada.	Mal funcionamento
Disjuntores	sobrecarga	Desarmando constantemente

- Reatores (Quadro 8).

Quadro 8 – Causa-consequência para reatores

Equipamento	Falha-Causa	Consequências
Reatores	Deterioração da isolação do enrolamento do reator	Queima da Lâmpada
Reatores	Corrosão acentuada da carcaça	falha de funcionamento
Reatores	Isolação da fiação cortada	Reator não é ativado, pode causar a queima precoce da lâmpada
Reatores	Superaquecimento	Derretimento de componetes próximo, incêndio.
Reatores	Oscilação na tensão	Queima do reator

4.5. Proposta de Planos de Manutenção

4.5.1. 5W2H

Tabela 3 – Plano de Ação 5W2H

WHAT (O que)	WHO (Quem)	WHEN (Quando)	WHERE (Onde)	WHY (Porque)	HOW (Como)	HOW MUCH (Quanto)
AÇÕES PREVENTIVAS						
Remoção de indesejados	Equipe de manutenção	Semanalmente	Luminárias do campus	Evitar que elementos danifiquem a luminária	Removendo elementos indesejáveis nas luminárias	-----
Limpar lâmpadas	Equipe de manutenção	Semanalmente	Luminárias do campus	Garantir o desempenho da lâmpada	Limpando as superfícies da lâmpada e da parte refletora	-----
Conferir luminárias	Equipe de manutenção	Semanalmente	Luminárias do campus	Evitar o mau contato do encaixe das luminárias	Fixar adequadamente as lâmpadas em suas bases	-----
Limpeza dos quadros elétricos	Eletricista	Semanalmente	Quadros elétricos do campus	Evitar acumulação de poeira	Removendo a sujeira dos quadros elétricos	-----
Testar sistema elétrico	Eletricista	Mensalmente	Quadros elétricos e interruptores	Verificar integridade das conexões	Ligar/desligar sistema e conferir a passagem de energia	-----
Conferir disjuntores	Eletricista	Semanalmente	Disjuntores de luminárias do campus	Certificar o bom estado dos disjuntores	Ligar/desligar a chave do disjuntor	-----
Apertar componentes folgados	Eletricista e Equipe de manutenção	Semanalmente	Quadros elétricos do campus	Para conservar os itens e garantir seu desempenho	Apertando os parafusos folgados	-----
Lubrificar fechaduras	Equipe de manutenção	Mensalmente	Todas as fechaduras dos quadros elétricos do campus	Certificar o bom uso das travas de segurança	Lubrificando as fechaduras, travas e cadeados dos quadros elétricos.	-----
Trocar disjuntores	Eletricista	Anualmente	Quadros elétricos do campus	Trocar disjuntores para garantir integridade do quadro elétrico	Substituindo os disjuntores defeituosos/danificados	-----
Trocar lâmpadas	Equipe de manutenção	Trimestralmente	Luminárias do campus	Trocar lâmpadas para garantir a integridade do sistema de iluminação	Substituindo as lâmpadas defeituosas/danificadas	-----
Registrar Atividades	Equipe de manutenção	Semanalmente	Arquivo/Software de manutenção	Registrar histórico de manutenção dos itens	Arquivar histórico de manutenções ocorridas	-----

Tabela 4 – Plano de Ação 5W2H

AÇÕES PREDITIVAS						
Inspeção nos interruptores	Equipe de manutenção	Semanalmente	Interruptores de lâmpadas do campus	Garantir o desempenho do item	Através de ação sensível e checklist	-----
Inspeção das lâmpadas	Equipe de manutenção	Semanalmente	Luminárias do campus	Garantir o desempenho do item	Através de ação sensível e checklist	-----
Inspeção de ruídos dos disjuntores	Equipe de manutenção	Semanalmente	Quadros elétricos do campus	Garantir o desempenho do item	Através de ação sensível e checklist	-----
Inspeção de calor dos quadros elétricos	Equipe de manutenção	Semanalmente	Quadros elétricos do campus	Garantir o desempenho do item	Através de ação sensível e checklist	-----
Inspeccionar travas de segurança	Equipe de manutenção	Semanalmente	Quadros elétricos do campus	Garantir o desempenho do item	Através de ação sensível e checklist	-----
Inspeção da região dos itens	Equipe de manutenção	Semanalmente	Arredores dos quadros elétricos, luminárias e interruptores	Procurar agentes que possam vir interferir no funcionamento dos itens	Através de ação sensível e checklist	-----
Substituir itens	Eletricista e Equipe de manutenção	Semanalmente	Interruptores, luminárias e em quadros elétricos do campus	Garantir o desempenho do sistema de iluminação do campus	Substituir itens avaliados com irregulares	-----
Registrar Atividades	Equipe de manutenção	Semanalmente	Arquivo/Software de manutenção	Registrar histórico de manutenção dos itens	Arquivar histórico de manutenções ocorridas	-----
AÇÕES CORRETIVAS						
Troca de interruptores	Eletricista	Na quebra/falha	Interruptores do campus	Substituir item defeituoso/danificado	Troncando o item com defeito por um novo	-----
Troca de lâmpadas	Equipe de manutenção	Na quebra/falha	Luminárias do campus	Substituir item defeituoso/danificado	Troncando o item com defeito por um novo	-----
Trocar disjuntores	Eletricista	Na quebra/falha	Quadros elétricos do campus	Substituir item defeituoso/danificado	Troncando o item com defeito por um novo	-----
Trocar componentes de segurança	Eletricista e Equipe de manutenção	Na quebra/falha	Quadros elétricos do campus	Substituir item defeituoso/danificado	Troncando o item com defeito por um novo	-----
Repara região dos itens	Eletricista e Equipe de manutenção	Na quebra/falha	Arredores dos itens	Reparar os danos nos arredores dos itens	Reparar qualquer dano nas proximidades da superfície dos itens	-----
Registrar Atividades	Equipe de manutenção	Semanalmente	Arquivo/Software de manutenção	Registrar histórico de manutenção dos itens	Arquivar histórico de manutenções ocorridas	-----

4.5.2. PDCA

Tabela 5 – PDCA.

PDCA	FLUXO	Etapa
P	1	Identificação do problema
	2	Observação
	3	Análise
	4	Plano de ação
D	5	Execução
C	6	Verificação
A	7	Padronização
	8	Conclusão

Durante o planejamento, no fluxo 1, foram identificados os problemas e a importância do projeto. A precariedade do sistema de iluminação da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão tem causado problemas para comunidade acadêmica e para a organização, a falta de manutenção, equipamentos quebrados e o alto custo de energia elétrica referente a iluminação englobam os principais fatores determinados como críticos. Um projeto voltado para esse setor trará benefícios para ambas às partes.

No fluxo 2, foram investigadas causas específicas do problema. Para isso, foi realizado um tagueamento dos prédios, analisando as condições das lâmpadas e interruptores em conjunto com os dados referentes das pessoas que iniciaram esse projeto. No fluxo 3, realizou-se uma análise geral para descobrir a causa do problema. Para isso, fez-se um estudo com o intuito de descobrir quais as principais causas e consequências dos principais componentes de um sistema de iluminação.

No fluxo 4, utilizou-se o 5W2H para traçar planos de ação:

O que faremos – melhorar o sistema de iluminação.

Porque fazer – pela a reincidência de problemas no sistema de iluminação que afeta a comunidade.

Onde faremos – na Universidade Federal de Alagoas;

Quem fará – será desenvolvido pela Equipe de Projetos, porém, cabe à organização pôr em prática ou não;

Quando faremos – até o final do semestre letivo 2018.1 referente ao calendário acadêmico da UFAL;

Como faremos – além da coleta de dados, serão traçados planos de manutenção através de um software para garantir um controle.

Quanto vai custar – não cabe a equipe do projeto essa atribuição.

No fluxo 5, iniciará a execução determinado no plano de ações com o intuito de garantir que os problemas sejam eliminados ao menos reduzidos. No fluxo 6, temos a verificação, que seria a análise da execução. Posteriormente, o fluxo 7 e 8, indicando uma padronização do processo para prevenir o reaparecimento de problemas e conclusão para servir como base para novos projetistas.

4.6. Simulação no Engerman®

O processo no software consiste em fazer a Solicitação de Serviço, que com aprovação é gerada um Ordem de Serviço. Devido a utilização do software teste, não é possível fazer a aprovação da SS, por isso foi dividido em criar SS e gerar OS, para mostrar os dois processos.

Ouro limitante foi que o software funcionou até a geração de três solicitações de serviços e ordens de serviços, possivelmente pelo o motivo do software ser de teste. As figuras mostram como é a interface da solicitação de serviço (Figura 10) e da ordem de serviço (Figura 11).

Figura 8 – Interface

The screenshot displays the 'Engeman EAM' software interface for a 'Solicitação de Serviços' (Service Request). The window title is 'Engeman EAM [F (Windows) - 8.0.0.0] - [Solicitação de Serviços]'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Tabelas', 'Cadastros', 'Relatórios', 'Processos', 'Personalizado', 'Janelas', and 'Ajuda'. The main interface shows a form for a service request with the following details:

- Cliente:** 3 - CLIENTE 3
- Status:** Aberta não Avaliada
- Código Solicitação:** 109
- Data Conclusão:** (empty)
- Data Solicitação:** 05/10/2018 10:09:15
- Solicitante/Funcionário:** 04 - FELIPE BRITO
- Solicitação:** Curto-circuito no Quadro de distribuição
- Aplicação Parou (Data Hora):** 05/10/2018
- Prazo de Entrega (Data Hora):** 06/10/2018
- Prioridade:** 1 - Muito Alta
- Aplicação:** QUA-0002 - QUADRO COMANDO #2256
- Centro de Custo:** 05 - CLIENTES
- Cliente:** 005 - EDIFÍCIO PALACE
- Setor Executante:** 06 - ELÉTRICA
- Localização da Aplicação:** 0021 - EDIFÍCIO PALACE
- Tipo de Atendimento:** CNP - CORRETIVA NÃO PLANEJADA

Fonte: Engerman. (2018)

Figura 9 – Interface

Engeman EAM [F (Windows) - 8.0.0.0] - [Ordem de Serviço]

Arquivo Tabelas Cadastros Relatórios Processos Personalizado Janelas Ajuda

Aberta \ Pendente

Cliente: 3 - CLIENTE 3

Reduzido: 201 * O.S.: 000109 000109 Situação: Simulada Data Programada: 05/10/2018 10:18:29

O.S. de Origem: 500109 Ir para O.S. de Origem Gerar O.S. Vinculada

Cadastro Observações Encerramento Paradas Adicionais O.S.'s Vinculadas Anexos Assinaturas Digitais (Mobile) Indicadores de Desempenho

* Solicitante/Funcionário: 01 - FABIANO PARREIRAS

Responsável: 02 - GUSTAVO MEDÉIA

Solicitação: Atendimento da SS para manutenção corretiva com urgência

* Setor Executante: 02 - MANUTENÇÃO

* Plano: HOP-06 - INSPEÇÃO DE EMERGÊNCIA

* Tipo de Atendimento: CNP - CORRETIVA NÃO PLANEJADA

Prioridade: 1 - Muito Alta

* Aplicação: QUA-0002 - QUADRO COMANDO #2256

* Centro de Custo: 03 - MANUTENÇÃO

* Conta Contábil: 02 - CONTA CONTÁBIL MANUTENÇÃO

* Cliente: 005 - EDIFÍCIO PALACE

* Fornecedor: 015 - VIRTUAL CABO LTDA

* Localização: 0021 - EDIFÍCIO PALACE

Prazo Entrega (Data e Hora): 05/10/2018 10:18:29 * Horas Exec. / Dia: 10,83

Parar Aplicação (Data e Hora): 05/10/2018 * Execução Prevista (HS): 10,83

Funcionar Áplic. (Data e Hora): 06/10/2018 * % Interferência Prevista: 0

* Custo RH Previsto: 36,00 * Homem Hora Prevista (HS): 2,00

Índice Financeiro R\$ - REAL * Interferência Prevista (HS): 0,00

ENGEMAN 1 - CLIENTE 1 (5-SOLUTION)

Fonte: Engerman. (2018)

Com isso, foi realizada as simulações, sendo três solicitações de serviços e suas respectivas ordens de serviço. As SSS serviram para simular as falhas ocorridas que precisariam de manutenção corretiva, e as Oss são os documentos para liberar a execução do serviço. Depois foram gerados os gráficos que mais representavam os relatórios, também gerados pelo software, para mostrar tanto a simulação da manutenção quanto de documentos para controle.

5. CONCLUSÃO

O trabalho agregou conhecimento na área de gestão da manutenção na parte de iluminação através de aplicações práticas de ferramentas que possibilitam o melhor gerenciamento das atividades e dos aspectos que compõem a gestão.

Para gerenciar as atividades do projeto foi utilizado o ciclo PDCA, onde definiu as ações em cada etapa do projeto, para que fosse entregue o objetivo do trabalho no prazo correto e pelo o que foi definido.

A partir da coleta de dados foi possível conhecer a área da iluminação do Campus, sua manutenção e seu impacto na Universidade, tanto pelo consumo quanto pelo gasto. Com esses

dados, foi visto quais ferramentas ajudariam no desenvolvimento de um plano de manutenção que busque contribuir com mais efetividade a realização da manutenção já exercida no Campus.

Na elaboração da tabela causa-consequência de iluminação trouxe maior conhecimento em entender como falhas podem ocasionar consequências significantes, e que justifica o incentivo a implementação de planos de manutenção nesta área, devido a seus diversos benefícios.

O plano de manutenção buscou trabalhar os três tipos de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva), mostrando assim como cada uma pode ter utilidade e eficácia para iluminação. Para melhor descrição usou-se a ferramenta 5W2H, que destrinchou como poderá ocorrer cada ação do plano.

A etapa de simulação teve grande contribuição prática ao projeto, devido a oportunidade de conhecer diversos softwares que buscam gerenciar planos de manutenção de maneira mais prática e fácil, e poder escolher um desses para realizar as devidas simulações. Mesmo com as limitações pela versão teste, pode-se entender o processo da gestão de manutenção, desde a solicitar serviço, por causa de falhas/causas ocorridas, gerar as ordens para atender os serviços e como os softwares possuem ferramentas que dão praticidade e agilidade nesse processo, como também oferecem muitas informações para analisar criticamente o modo da gestão que tem implementado. Outros pontos é que se exige responsáveis pela aprovação das solicitações e que é necessário várias informações e detalhes para que todo o processo não sofra com falhas de comunicação e tudo fica arquivado para posteriores análises.

Com essa visão geral da gestão através do software, confirma o quanto é importante para o Engenheiro de Produção está atento nas tecnologias que ajudam na efetividade de seu trabalho e como é importante para área de manutenção a sua utilização, como também o trabalho e aplicação do conhecimento de um engenheiro.

REFERÊNCIAS

- [1] LIMA, R. A. **Como a relação entre clientes e fornecedores internos à organização pode contribuir para a garantia da qualidade: o caso de uma empresa automobilística.** Ouro Preto: UFOP, 2006.
- [3] ISHIKAWA, K., **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa,** Editora Campos, Rio de Janeiro, 1993.

- [4] Abilux. (2015). **Abilux aponta medidas para reduzir o consumo de energia**, pp.4–6.
- [5] Wuttke, R. a, & Sellitto, M. a. (2008). **Cálculo da disponibilidade e da posição na curva da banheira de uma válvula de processo petroquímico**. Availability and Position in Bath-Tube Curve. *Revista Produção On Line*, VIII.
- [6] NEVES, Thiago Franca. **Importância da utilização do ciclo pdca para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística**. 2007
- [7] SLACK, Nigel et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- [8] Santos, T. S. dos, Batista, M. C., Pozza, S. A., & Rossi, L. S. (2015). **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais**. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 20(4), 595–602. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040125106>
- [9] VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental**. ISO 14000. 5 ed. Editora Senac: São Paulo, 2004
- [10] SELLITTO, M. **Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos**. *Produção*, v.15, n.1, p.44-59, 2005.
- [11] PINTO, A. K., Xavier, J. N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999
- [12] TROJA, Flavio; MARÇAL, R.F.M; BARAN, L. **Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério electre tri**. (2014). 16 a 19, 3699–3710.
- [13] Álvares, A.J., Amaya, E.J., Tonaco, R.P. (2007a). **“Sistema de Manutenção Baseada em Condição para Usina Hidrelétrica de Balbina.”** Congresso de Computação Aplicada CAIP’2007.
- [14] Costa, M. de A. (2013). **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. *Uff*, 104. Retrieved from http://www.uff.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf
- [15] PATTON, Jr Joseph D. **Preventive Maintenance**. Instrument Society of America, 1983.
- [16] TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na Manutenção - estratégias, otimização e gerenciamento**. Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996
- [17] **Engerman**. Disponível em <<http://engeman.com.br/pt-br/>> . Acesso em 05/10/2018.

[18] Endeavor. **5W2H: é hora de tirar as dúvidas e colocar a produtividade no seu dia a dia.** Disponível em <<https://endeavor.org.br/pessoas/5w2h/>> . Acesso em 05/10/2018