



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ROMERO ÁLAMO OLIVEIRA DE MEDEIROS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2013

ROMERO ÁLAMO OLIVEIRA DE MEDEIROS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido
à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Manutenção de Máquinas e Equipamentos

Orientador:

Professor Doutor George Rossany Soares de Lira

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2013

ROMERO ÁLAMO OLIVEIRA DE MEDEIROS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande como parte dos
requisitos necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Manutenção de Máquinas e Equipamentos

Aprovado em / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Doutor George Rossany Soares de Lira

Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho ao meu avô Pai Quinca,
que, apesar de não estar mais entre nós, nunca
me deixou desistir.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	6
2	Indústria Metalúrgica Silvana S/A	7
2.1	Processo Produtivo.....	8
3	Trabalhos Desenvolvidos	18
3.1	Verificação da Norma NBR 14913	18
3.1.1	Testes Realizados	19
3.2	Levantamento e Estudos da Manutenção	21
3.3	Criação de um Plano Mestre de Manutenção	22
3.3.1	Teoria da Manutenção	22
3.3.2	Desenvolvimento do Plano Mestre de Manutenção.....	25
3.3.3	Resultados.....	28
3.4	Adequação às Normas NBR 9077/2001 e NBR 13714/2000.....	28
3.4.1	Metalúrgica Silvana – Dados.....	28
3.4.2	Classificação das Edificações	29
3.4.3	Dimensionamento das Saídas de Emergência.....	30
3.4.4	Máxima Distância a Ser Percorrida	31
3.4.5	Número de Saídas.....	31
3.4.6	Cálculo da reserva técnica de incêndio (NBR 13714/2000)	32
3.4.7	Estudo do caso em alguns dos setores	33
3.4.7.1	Bloco A	33
3.4.7.2	Centro de distribuição	34
3.4.7.3	Injetoras.....	35
3.4.7.4	Cilindros.....	36
3.4.7.5	AUTO F10	36
3.4.7.6	AUTO F930	37
3.5	Projeto Luminotécnico do Setor de Cilindros.....	37
3.5.1	Objetivos.....	37
3.5.2	Descrição do setor de Cilindros	38
3.5.3	Medidas – Setor de Cilindros	38
3.5.4	Método dos lumens – NBR 5413.....	38
3.5.5	Utilizando o software DIALux	42
4	Conclusão	47
5	Referências Bibliográficas.....	48
6	Anexo A	49

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo do estágio supervisionado é fazer com que o aluno de graduação possa colocar em prática conhecimentos adquiridos durante o curso. O contato com técnicos e profissionais de diversas áreas é de suma importância para o desenvolvimento profissional do estagiário. Este relatório foi disposto de modo a descrever as atividades desenvolvidas na disciplina de Estágio Supervisionado do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

O estágio foi realizado na Indústria Metalúrgica Silvana S/A, com sede na cidade de Campina Grande – PB, entre os meses de maio e outubro de 2013. As atividades realizadas foram dispostas de maneira clara e objetiva, utilizando ilustrações e detalhando o passo a passo de cada uma delas.

O relatório inicia com um breve histórico sobre a empresa, sua estrutura física e os processos produtivos. Na segunda parte do relatório encontram-se as atividades realizadas: verificação da norma NBR 14913/2011, estudo e planejamento das manutenções, adequação às normas NBR 9077/2001 e NBR 13714/2000 e, também, o projeto luminotécnico de um dos setores da fábrica.

2 INDÚSTRIA METALÚRGICA SILVANA S/A

A Indústria Metalúrgica Silvana S/A, Figura 1, fundada há 46 anos está localizada na cidade de Campina Grande-PB. Sua principal atividade é a produção de artefatos metalúrgicos para construção civil - a empresa fabrica cerca de 1.500 tipos de produtos, com rigoroso padrão de qualidade.

Figura 1 – Indústria Metalúrgica Silvana.



Fonte: print screen do site Google Maps¹.

O principal objetivo da Indústria Metalúrgica Silvana é fornecer produtos que atendam às necessidades e expectativas dos seus clientes.

¹ Disponível em: <<https://maps.google.com.br/>> Acesso em dez. 2013.

2.1 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo da Indústria Metalúrgica Silvana é bastante diversificado, e interliga vários setores, são eles: corte, relaminação, perfil, telhas, cilindros, estamparia, parafusos, injetora, desengraxamento, pintura, zincagem, E.T.E. (Estação de Tratamento de Efluentes), polimento, cromagem, verniz, niquelagem, solda, montagem automática de dobradiças, encartelados, montagem e embalagem, montagem automática de fechadura 930, montagem automática F01, ferramentaria e manutenção.

a) Corte

Inicialmente as chapas laminadas de aço plano, na forma de bobinas, são desbobinadas e cortadas nos tamanhos pré-estabelecidos para cada peça a ser fabricada, conforme a Figura 2. Estas chapas cortadas são denominadas *blanks* e farão a alimentação das prensas.

Figura 2 – Bobinas e *blanks* de aço.



Fonte: Soldaviga².

b) Relaminação

Caso seja feito nos *blanks* algum trabalho de recorte, como, por exemplo, o corte de uma janela em uma chapa para estampagem de uma porta, esta peça passa a ser dita platina. Este trabalho é feito no setor de relaminação.

² Disponível em: <<http://www.soldaviga.com.br/>> Acesso em dez. 2013.

Figura 3 – Processo de relaminação.

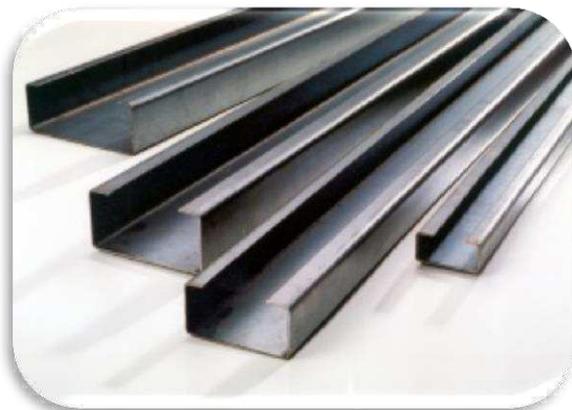


Fonte: Faisteel Central de Fitas de Aços, Ltda³.

c) Perfil

Neste setor as chapas de aço são utilizadas para produção do perfil, mais um produto que é comercializado pela Silvana. A Figura 4 ilustra perfis metálicos.

Figura 4 – Perfis metálicos.



Fonte: METALFORTE⁴.

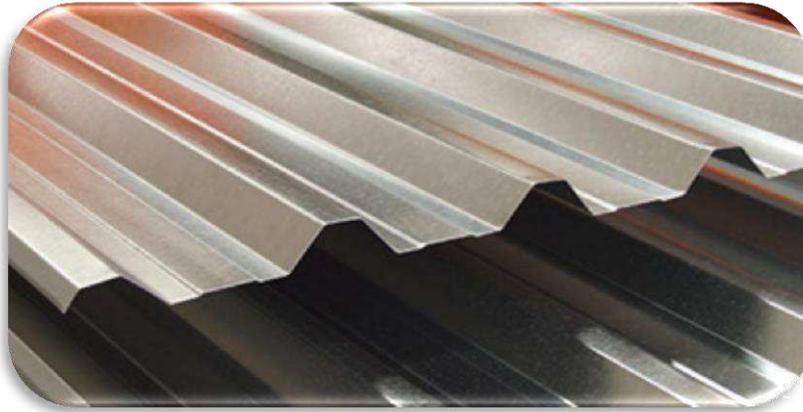
³ Disponível em: < <http://8182.br.all.biz/> > Acesso em dez. 2013.

⁴ Disponível em: < <http://www.metalforte.com.br/> > Acesso em dez. 2013.

d) Telhas

A Indústria Metalúrgica Silvana possui também este setor, que é onde as chapas de aço tomam a forma de telhas, conforme a Figura 5, que são fabricadas com o certificado de qualidade ISO 9001:2008.

Figura 5 – Telhas.



Fonte: Ananda Metais⁵

e) Cilindros

Aqui o segredo das fechaduras é colocado nos cilindros, ilustrados na Figura 6, utilizados nas fechaduras do tipo externa, sendo também o setor responsável pela ranhura inserida na chave para cada um dos cilindros fabricados.

Figura 6 – Cilindros Silvana.



Fonte: Indústria Metalúrgica Silvana S/A⁶.

⁵ Disponível em: < <http://www.anandametais.com.br> > Acesso em dez. 2013.

⁶ Disponível em: < <http://www.silvana.com.br> > Acesso em dez. 2013.

f) Estamparia

Nesta operação, os *blanks* ou platinas passam por uma série de pesadas prensas. A Figura 7 ilustra uma prensa parecida com as da fábrica. São 55 equipamentos onde é feita a conformação da chapa, dando-lhe o formato de uma tampa, aba, aro, entre outros.

Figura 7 – Prensa Chin Fong.



Fonte: Worcester Presses⁷

g) Parafusos

Neste setor são fabricados os parafusos, ilustrados na Figura 8, que farão a fixação das fechaduras, abas e outros produtos da Silvana.

Figura 8 – Parafusos.



Fonte: ARTPAR Parafusos⁸.

⁷ Disponível em: < <http://www.worcesterpresses.co.uk> > Acesso em dez. 2013.

⁸ Disponível em: < parafusosartpar.blogspot.com/ > Acesso em dez. 2013.

h) Injetoras

Aqui são produzidas as maçanetas e outras partes dos produtos da Indústria de diversos tamanhos e formas, fabricadas com a liga Zamac (liga de Zinco composta por quatro componentes metálicos: Alumínio (Al), Cobre (Cu), Magnésio (Mg) e Zinco (Zn)) em fornos que moldam seu formato através do processo de injeção.

Figura 9 – Barras de Zamac.



Fonte: Votorantim Metais⁹.

i) Desengraxamento

Para garantir um bom processo e para que as camadas galvânicas sejam totalmente depositadas é necessário um pré-tratamento químico. A limpeza das peças pode se dar por desengraxamento. As formas de utilização da cada desengraxante dependem das características da peça e da quantidade de graxa presente no material. Qualquer tipo de impureza pode prejudicar a galvanização, portanto é necessário que a peça esteja absolutamente isenta de graxas obtendo-se assim um estado quimicamente limpo. Basta uma pequena região com graxa e a aderência da camada não será bem realizada podendo eventualmente de soltar.

j) Pintura

As peças passam pelo setor da pintura antes de serem enviadas para embalagem, com o intuito de receber o acabamento adequado. Este processo é feito por ionização, como ilustrado na Figura 10.

⁹ Disponível em: < <http://www.vmetais.com.br> > Acesso em dez. 2013.

Figura 10 – Pintura eletrostática a pó.



Fonte: Pox Pintura¹⁰.

k) Zincagem

Aqui mais uma etapa do tratamento químico dos produtos é feita, recebendo banhos químicos em mais de quinze tanques. As duas linhas produtivas da zincagem são automatizadas por carros que levam as peças pré-acabadas para os tanques na sequência programada para correta galvanização das peças.

l) E.T.E.

Neste setor os produtos químicos utilizados na zincagem, cromagem e niquelagem são tratados e manipulados da forma correta, através de bombas e motores para movimentação entre os tanques.

m) Polimento

Mais um pré-tratamento é feito antes de colocar as camadas da pintura. Aqui cada parte recebe um polimento em centrífugas e/ou em máquinas semiautomáticas, como na Figura 11.

¹⁰ Disponível em: < <http://poxpintura.no.comunidades.net/index.php> > Acesso em dez. 2013.

Figura 11 – Máquina de polimento automático de maçanetas.



Fonte: Dongguan Jinzhu Machine Equipment Co.¹¹.

n) Cromagem

O cromo é um metal de cor branca, é muito duro, quando obtido por eletrodeposição. É resistente ao calor e não sofre embaçamento, e por isso é muito usado como acabamento decorativo de peças. Os banhos de cromo trabalham com anodos insolúveis de chumbo. O chumbo puro é atacado em demasia. É recomendado ligas de chumbo-estanho. Na prática, forma-se peróxido de chumbo.

o) Verniz

Mais uma camada é adicionada às peças. O verniz garante a durabilidade dos produtos da Silvana e que a pintura esteja sempre em bom estado. O verniz é um dos últimos passos do processo produtivo.

p) Niquelagem

Neste processo, o níquel é utilizado para revestir a superfície, como forma de acabamento ou de substrato para a deposição eletroquímica de outro metal, podendo ser aplicado em diversas áreas.

¹¹ Disponível em: < <http://dgjinzhu.en.alibaba.com/> > Acesso em dez. 2013.

q) Solda

Uma vez que todas as peças foram conformadas (estampadas), estas são reunidas formando um item estabelecido, que será levado à linha de solda. A maior parte das operações de solda são semi-automatizadas, que fazem o fechamento da peça, ou seja, tornam o conjunto estruturalmente estável.

r) Montagem Automática de Dobradiças

Este setor é responsável por montar, de forma automática, as dobradiças ilustradas na Figura 12. As máquinas recebem as abas e o pino e realizam o encaixe das mesmas, transformando-as em produtos acabados.

Figura 12 – Dobradiça.



Fonte: Indústria Metalúrgica Silvana S/A¹².

s) Encartelados

Aqui os produtos acabados são embalados em cartelas, como na Figura 13, para posteriormente serem distribuídos para os pontos de venda.

Figura 13 – Cartela com dobradiças Silvana.



Fonte: Bartofil Distribuidora¹³.

¹² Disponível em: < <http://www.silvana.com.br> > Acesso em dez. 2013.

¹³ Disponível em: < <http://www.bartofil.com.br> > Acesso em dez. 2013.

t) Montagem e Embalagem

Neste setor alguns insumos são agrupados e embalados devidamente. Como no caso das maçanetas, que são adicionadas ao espelho, aos parafusos, chaves e cilindros, sendo depois embalados em um único item.

u) Montagem Automática de fechaduras 930

Aqui as fechaduras da linha 930 ilustradas na Figura 14, uma das mais lucrativas para a Silvana, são montadas, reunindo as várias partes que a compõem.

Figura 14 – Fechadura 930 Silvana.



Fonte: Indústria Metalúrgica Silvana S/A¹⁴.

v) Montagem Automática F01

As fechaduras para ambientes externos, internos e banheiro, exemplificadas na Figura 15, são montadas de forma automática e com rigoroso padrão neste setor, com o suporte de máquinas com tecnologia italiana.

Figura 15 – Fechaduras para portas externas, de banheiro e internas.



Fonte: Cultura Mix.com¹⁵.

¹⁴ Disponível em: < <http://www.silvana.com.br> > Acesso em dez. 2013.

¹⁵ Disponível em: < <http://imoveis.culturamix.com/dicas/quais-os-tipos-de-trincos-e-fechaduras> > Acesso em dez. 2013.

w) Ferramentaria

Um fator de suma importância para o setor de estamparia é o desenvolvimento e a fabricação do ferramental das prensas. Na maioria das vezes, isto é feito pelas próprias fábricas que possuem quadros especializados para desenvolvimento e fabricação das ferramentas. Estas ferramentas consistem em blocos de aço usinados com o contorno das peças a serem estampadas, formando os moldes. Este molde é chamado ferramenta ou ferramental ou ainda almofada, existindo um para a parte superior e outro para a parte inferior das prensas. Geralmente, a parte inferior da prensa é fixa, enquanto a superior desce sobre a chapa de aço (ou *blank* ou platina ou painel), conformando-a. O grau de complexidade da peça vai determinar o número de operações necessárias para que seja obtida a forma final, e, portanto, o número de ferramentas. O desenvolvimento das ferramentas é uma atividade importante, envolvendo capacidade de engenharia e conhecimento da tecnologia, além de mão de obra experiente.

x) Manutenção

O que mantém toda a fábrica funcionando devidamente é o setor da Manutenção. Com seu corpo de engenheiros, mecânicos e eletricitas, este setor funciona continuamente para corrigir falhas nas máquinas, realizar manutenções preventivas e garantir a eficiência da Indústria Metalúrgica Silvana S/A. É neste setor que o estágio supervisionado foi realizado, onde foi possível conviver diariamente com os colaboradores responsáveis pelos trabalhos de manutenção, interagindo, criando e desenvolvendo o Plano Mestre de Manutenção Preventiva. O colaborador que solicita um atendimento de manutenção deve preencher um documento com as informações descritas no próximo capítulo. Por essa razão, a equipe de manutenção deve estar sempre em um local específico para ser encontrada facilmente e atender à produção de imediato, eliminando as emergências e sempre se preocupando em deixar o equipamento trabalhando em suas características originais, de acordo com seu projeto de fabricação.

Após o conserto e liberação do equipamento para a produção, o supervisor deve estudar a causa da avaria e, se possível, sugerir alguma providência ou modificação no projeto da máquina para que o tipo de avaria ocorrida, e solucionada, não se repita.

3 TRABALHOS DESENVOLVIDOS

3.1 VERIFICAÇÃO DA NORMA NBR 14913

Ao iniciar o estágio na Indústria Metalúrgica Silvana, além de conhecer os setores da fábrica, apresentou-se ao estagiário a norma NBR 14913/2011. O principal objetivo desta atividade foi a familiarização com os testes a que são submetidas as fechaduras fabricadas na metalúrgica.

As fechaduras de embutir tratadas por esta Norma são aquelas utilizadas nas portas de edificações em geral, podendo ser externas, internas, de banheiro ou de perfil estreito, com a função de propiciar o controle de acesso, segurança e estética ao ambiente [1].

Na Indústria Metalúrgica Silvana, um grande controle de qualidade é feito em corpos de prova retirados aleatoriamente dos lotes acabados, com intuito de verificar que todos os produtos estejam em conformidade com a qualidade exigida pela ABNT. Para não depender apenas de terceiros para testar os seus produtos, a Silvana desenvolveu sua mesa de testes, onde todos os fatores exigidos são colocados à prova, seguindo a norma NBR 14913/2011.

As fechaduras de embutir são constituídas basicamente de mecanismo através do qual se consegue fechar ou abrir a porta ou portão, sendo acionado por maçaneta, puxador, chave ou tranqueta, e seus respectivos acabamentos, os quais conferem ao produto características estéticas e anatômicas, podendo incluir puxador, chapatesta, falsa testa, contratesta, maçaneta, espelho, roseta, entrada e tranqueta [1].

Os testes realizados pela Silvana levam em consideração o tipo de fechadura fabricada e se enquadram nas seguintes classificações:

- i. Quanto à utilização – Tráfego médio:
Fechaduras de embutir utilizadas em edificações de tráfego médio estão autorizadas a espaços como portas de consultórios médicos,

portas de escritórios de serviços, portas de residências unifamiliares, portas de comunicação entre cômodos, etc.

- ii. Quanto à segurança – Segurança média:
Conjunto fechadura embutir cuja lingueta resista a um esforço lateral de 3 kN, exercido pela contratesta.
- iii. Quanto ao grau de resistência à corrosão – Grau 4:
Fechaduras de embutir utilizadas em ambientes com condições excepcionalmente severas, como em regiões litorâneas e industriais.

3.1.1 TESTES REALIZADOS

Para realizar os testes descritos na norma NBR 14913/2011, devem-se utilizar seis corpos de prova, que constituirão uma unidade de produto, seguindo a sequência e agrupamento de ensaios descrito na Tabela 1 retirada da norma:

Tabela 1 – Sequência e agrupamento de ensaios para verificação das características mecânicas [1].

Corpos de Prova	Sequência e agrupamento de ensaios
CP1	Primeiro ensaio: resistência a um esforço aplicado à maçaneta. Segundo ensaio: funcionamento do trinco por ataque lateral. Terceiro ensaio: manobra e resistência da lingueta submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta.
CP2	Primeiro ensaio: introdução e retirada da chave. Segundo ensaio: manobra e resistência do trinco submetido a um esforço lateral exercido pela contratesta.
CP3	Primeiro ensaio: funcionamento da lingueta por rotação da chave.
CP4	Primeiro ensaio: resistência a um momento aplicado ao cubo e funcionamento do trinco comandado pelo cubo. Segundo ensaio: resistência da lingueta a um esforço contrário ao seu avanço. Terceiro ensaio: resistência a um momento aplicado à chave.
CP5	Primeiro ensaio: resistência à corrosão para avaliação do revestimento, conforme 7.14.1 da norma.
CP6	Primeiro ensaio: resistência à corrosão para avaliação do funcionamento

(conjunto fechadura montado em cepo), conforme 7.14.2 da norma.

Os testes que são realizados se encontram na Tabela 2. Os procedimentos detalhados dos ensaios encontram-se no Anexo A e na norma referenciada.

Tabela 2 – Testes realizados na fábrica[1].

Teste Realizado	Objetivo Principal
Manobra da lingueta submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta	Simula o empenamento de uma porta
Resistência da lingueta submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta	Simula uma tentativa de arrombamento
Manobra do trinco submetido a um esforço lateral exercido pela contratesta	Simula o empenamento de uma porta
Resistência do trinco submetido a um esforço lateral exercido pela contratesta	Simula uma tentativa de arrombamento
Funcionamento do trinco por ataque lateral	Simula o fechamento de uma porta sem o acionamento da maçaneta
Funcionamento da lingueta e recolhimento do trinco por rotação da chave/rolete	Verifica a durabilidade
Resistência a um momento aplicado ao cubo	Simula quando uma criança se pendura na maçaneta
Funcionamento do trinco comandado pelo cubo	Verifica o desgaste e a durabilidade da mola do cubo
Resistência da lingueta a um esforço contrário ao seu avanço	Simula uma tentativa de arrombamento
Introdução e retirada da chave	Verifica a durabilidade
Resistência a um momento aplicado à chave	Simula o esforço gerado pela mão quando se força a chave
Resistência a um esforço aplicado à maçaneta do tipo alavanca	Simula o esforço humano quando se puxa uma porta trancada

As manutenções podem ser divididas segundo suas características como está mostrado adiante.

- Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva corresponde ao estágio mais primitivo da manutenção mecânica. Entretanto, como é praticamente impossível acabar totalmente com as falhas, a manutenção corretiva ainda existe. É definida como um conjunto de procedimentos que são aplicados a um equipamento fora de ação ou parcialmente danificado, com o objetivo de que ele volte ao trabalho, no menor espaço de tempo e custo possível. É, portanto, uma manutenção não planejada, de reação, no qual a correção de falha ou de baixo desempenho se dá de maneira aleatória, ou seja, sem que a ocorrência fosse esperada. Implica em altos custos, porque causa perdas na produção e geralmente a extensão dos danos aos equipamentos é maior [2]. É importante observar que pode englobar desde a troca de um simples parafuso de fixação quebrado como substituir todo um sistema elétrico em pane. Pode-se dividir este tipo de manutenção da seguinte forma:

- i. Inesperada: Tem o objetivo de localizar e reparar defeitos repentinos em equipamentos que operam em regime de trabalho contínuo.
- ii. Ocasional: Consiste em fazer consertos de falhas que não param a máquina. Ocorrem quando há parada de máquina, por outro motivo que não defeito, como por exemplo, no caso de atraso na entrega de matéria-prima.

- Manutenção Preventiva

Como no caso da manutenção corretiva, as paradas de máquinas não planejadas podem afetar consideravelmente a produção da Indústria. Sendo assim, criou-se a ideia de planejar e programar a manutenção para que as máquinas estejam sempre com todas as suas partes funcionando corretamente: bem reguladas, lubrificadas, sem peças desgastadas ou quebradas, sem restos de produção no interior da máquina, etc. Em suma, a manutenção preventiva é o estágio inicial da manutenção planejada, e obedece a um padrão previamente esquematizado. Ela estabelece paradas periódicas com a

finalidade de permitir os reparos programados, assegurando assim o funcionamento perfeito da máquina por um tempo predeterminado [3].

Com a utilização deste tipo de manutenção em detrimento da manutenção corretiva, podemos citar algumas vantagens:

- i. Paradas programadas ao invés de paradas imprevistas.
- ii. Maior vida útil do equipamento.
- iii. Maior preço em uma eventual troca do equipamento.
- iv. Maior qualidade do produto final.
- v. Diminuição de horas extras.

Por outro lado existem as prováveis desvantagens:

- i. Maior número de pessoas envolvidas na manutenção.
- ii. Folha de pagamento mais elevada.
- iii. Possibilidade de introdução de erros durante as intervenções.

Analisando seus prós e contras, ve-se que não há dúvida de que as vantagens são muito superiores que as desvantagens, principalmente no que se refere ao custo anual da manutenção.

- **Manutenção Preditiva**

Manutenção Preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam os seus desgaste ou processo de degradação. Trata-se da manutenção que prediz as condições e o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos. [2]

Este tipo de manutenção é uma fase bem avançada de um plano mestre de manutenção, no que se refere ao processo no qual a intervenção sobre um equipamento ou sistema somente é realizado quando este apresente uma mudança na sua condição de operação. Significa prever as condições de funcionamento dos equipamentos permitindo sua operação contínua pelo maior tempo possível. Todo o controle se dá pela observação destas condições, como por exemplo, pela observação do nível de ruído

de um determinado mancal de rolamento ou pela temperatura de uma área predeterminada da máquina. Os objetivos deste tipo de manutenção são inúmeros, comparados ao método da manutenção meramente corretiva ou da preventiva. Com esta nova ideia, é possível determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de uma máquina. Com relação aos tipos de manutenção anteriores, podemos citar várias vantagens:

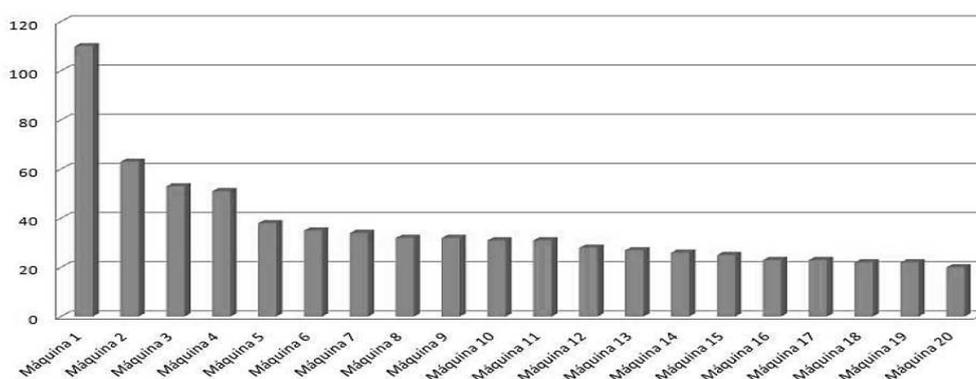
- i. Elimina desmontagens desnecessárias para inspeção.
- ii. Aumenta o tempo de disponibilidade dos equipamentos.
- iii. Reduz o trabalho de emergência não planejado.
- iv. Impede o aumento dos danos.
- v. Aproveita a vida útil total dos componentes e de um equipamento.
- vi. Aumenta o grau de confiança no desempenho do equipamento.

3.3.2 DESENVOLVIMENTO DO PLANO MESTRE DE MANUTENÇÃO

Com base nos dados recolhidos através das Ordens de Serviço e nas informações do estado mecânico da máquina, do manual das mesmas e da sua importância dentro do sistema produtivo, foi criado um Plano Mestre de Manutenção (PMM) para garantir uma programação de manutenções preventivas até o fim do ano de 2013.

Utilizando a tabela dinâmica com todos os dados cadastrados, foram feitos vários gráficos que apontavam quais máquinas estavam entre as que mais solicitavam manutenções corretivas, as máquinas que possuíam os maiores tempo de parada para manutenção, entre outros indicadores, e foi definida uma lista de máquinas com o estado precário. Na Figura 18 um exemplo de gráfico com dados fictícios é ilustrado.

Figura 18 – Quantidade de Ordens de Serviço por Equipamento Crítico.



mecânicos e eletricitas. O detalhamento e o prazo estipulado foram definidos e o resultado final para cada equipamento foi apresentado como na Figura 20.

Figura 20 – Detalhamento para a máquina 21.

Silvana		FICHA DE INSPEÇÃO - REGISTRO																														
SETOR: ESTAMPARIA - 12410		EQUIPAMENTO										Máquina 21										SIMBOLO	MANUTENÇÃO PREVENTIVA									
EXECUTANTE RESPONSÁVEL:		EXECUTANTE 1					EXECUTANTE 2					EXECUTANTE 3					DATA DE INÍCIO			DATA FINAL			DATA FINAL REAL									
ITEM	DESCRIÇÃO	DIAS ÚTEIS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Desmontar máquina.																															
2	Desmontar desbobinador e enrolador.																															
3	Verificar as peças que precisam de substituição ou fabricação.																															
4	Retirar a mesa e verificar o estado do cilindro.																															
5	Recuperar o sistema hidráulico: mangueiras, vedações, anéis O-ring, etc.																															
6	Substituir peças danificadas no desbobinador e enrolador: rolamentos, motores, etc.																															
7	Recuperar motores de corrente contínua: motor, eixo, etc.																															
8	Limpar as tubulações e mangueiras.																															
9	Verificar o estado das colunas.																															
10	Substituir pinos e buchas fricção.																															
11	Substituir as gavetas.																															
12	Recuperar o sistema elétrico da máquina.																															
13	Recuperar sistema pneumático.																															
14	Recuperar o estado das ferramentas utilizadas na máquina. (Ferramentaria)																															
15	Recuperar o estado do alimentador: gavetas e freio.																															
16	Remontar a máquina.																															
17	Remontar o enrolador e desbobinador.																															
18	Aparar todo o terminal e as conexões dos fios.																															
19	Lubrificar as engrenagens da máquina.																															
20	Trancar o eixo da máquina.																															
21	Revisar o trabalho executado, realizar testes e regulagem da máquina e liberar para produção.																															
OBSERVAÇÕES:																																

Feito todo o detalhamento para as máquinas escolhidas no plano mestre de manutenção, foram definidas as peças que deveriam estar no almoxarifado na data que a manutenção preventiva iniciasse. Estas listas foram enviadas ao setor de compras e podem ser vistas como no exemplo da máquina 8 na Figura 21.

Figura 21 – Peças de reposição para a máquina 8.

Prensa	Descrição	Qtd.	Conjunto
Máquina 8	Correia Plana LT208 4080 x 70	1	Corpo
	Gaxeta 6-39407086-472 B	1	Corpo
	Retentor R5 32328	1	Excêntrico
	Retentor R5 28119	1	Excêntrico
	Rolamento 61838	2	Excêntrico
	Rolamento 6022	1	Excêntrico
	Rolamento 30205	2	Martelo
	Disco Duplo 300901961	2	Fricção
	Kit para FKPM 1100	1	Fricção
	Válvula dupla de segurança 3/4" BSP	1	Pneumática
	Silenciador para válvula dupla de segurança	1	Pneumática
	Gaxeta U53 6940	1	UR
	Rolamento 6008-Z	2	UR
Gaxeta SEU 1/2 101981	1	UR	

O plano mestre de manutenção entrou em execução na data planejada e, estando todos os passos prontos, acompanhou-se o cronograma estipulado para garantir que tudo

estava sendo feito corretamente, seguindo os passos da ficha de inspeção e se estava dentro do prazo programado.

3.3.3 RESULTADOS

Com o início da execução do PMM, foi possível observar o impacto causado nos índices apontados através do levantamento das Ordens de Serviço já no mês de Setembro, onde as manutenções corretivas na máquina mais problemática caíram de 17 (dezessete) no mês de agosto para apenas 9 (nove) no mês de setembro. O que significa uma redução de mais de 52%. Outro exemplo pode ser visto nos custos, partes importantes nas linhas da zincagem, que ao apresentarem problemas acarretam em um custo direto na produção da indústria em estudo. Neste caso, com uma média de 5 paradas por mês no anos de 2013, apenas uma parada foi provocada por falha nos custos no mês de setembro do mesmo ano. Em mais este caso a redução foi visível.

Por esses e outros motivos, todos os custos gerados pelo Plano Mestre de Manutenção Preventiva como: mão de obra, peças para reposição, retirada da máquina para desmontagem e inspeção etc., serão compensados em pouco tempo com eficiência e qualidade no processo produtivo.

3.4 ADEQUAÇÃO ÀS NORMAS NBR 9077/2001 E NBR 13714/2000

As normas NBR 9077 e NBR 13714 referem-se às saídas de emergência em edifícios fixando requisitos de segurança necessários, tamanho e quantidade de saídas, classificando as edificações quando a natureza, as dimensões, entre outros, e também sobre a instalação de mangotes, suas localizações, etc. O estudo do caso, os cálculos, tabelas e medidas necessárias serão apresentados a seguir.

3.4.1 METALÚRGICA SILVANA – DADOS

As dimensões da Indústria Metalúrgica Silvana S/A, bem como a área do maior edifício, podem ser visto abaixo:

- Área total instalada: 22.229,60 m².
- Área do maior pavimento: Bloco A com 7517,004 m².

3.4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Verificando a planta de cada bloco e analisando a norma NBR 9077/2001, foi possível classificar as edificações que fazem parte do complexo industrial em estudo. O maior pavimento foi utilizado como base, visto que se a norma for seguida com base no pior caso, os outros pavimentos também irão satisfazer a mesma norma. Definimos:

i. Quanto à ocupação

De acordo com a Tabela 2 da NBR 9077, o maior pavimento, bloco A, pode ser classificado como “ocupação industrial, comercial de alto risco, atacadista e depósitos que apresentam médio potencial de incêndio” I-1. O setor das injetoras, devido ao funcionamento em altas temperaturas e risco de explosão, pode ser considerado como “Locais onde há alto risco de incêndio pela existência de quantidade suficiente de materiais perigosos” I-2. Assim pode-se classificar a fábrica de modo mais seguro como I-2 [4].

ii. Quanto à altura

De acordo com a tabela 2 da NBR 9077, o maior pavimento, bloco A, é classificado como edificação térrea – K. Mas alguns setores como o RH, PCP/Compras e o centro de distribuição estão acima de 1 m e abaixo de 6 m, e, são consideradas edificações baixas – L. Neste relatório, toda instalação será considerada térrea [4].

iii. Quanto às dimensões em planta

De acordo com a tabela 3 da NBR 9077, o maior pavimento, bloco A, é classificado como grande pavimento com área superior a 750 m² – Q. A área total da instalação é de mais de 22 mil metros, logo, é classificada como edificação muito grande – W [4].

iv. Quanto às características construtivas

De acordo com a tabela 4 da NBR 9077, o maior pavimento, bloco A, pode ser classificado como prédio ou edificação onde a propagação do fogo é difícil – Z. Consideraremos todos os pavimentos nesta classificação [4].

3.4.3 DIMENSIONAMENTO DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Com a população de cada edificação retirada dos dados do setor de Recursos Humanos, podemos dimensionar as saídas de emergência de cada bloco como abaixo:

i. Largura das saídas

De acordo com a seção 4.4.1.2 da NBR 9077, a largura das saídas é calculada pela fórmula:

$$N = P/C$$

N = número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro;

P = população, conforme coeficiente da Tabela 5 do Anexo da norma e critérios das seções 4.3 e 4.4.1.1 da norma;

C = capacidade da unidade de passagem, conforme Tabela 5 do Anexo da norma 9077/2001.

Tabela 3 – Determinação das unidades de passagem de alguns setores.

Setor/ Bloco	Área (m ²)	Capacidade da unidade de passagem – C (Portas e acessos)	Valores X (m ²)	População estimada real (1 pessoa por X m ²)	População estimada NBR 9077 (1 pessoa por 10 m ²)	Número de unidades de passagem - N	N inteiro
Bloco A	7517,004	100	36,67	205	752	752/100	8
Cilindros	144,045	100	9,00	16	15	15/100	1
Injetoras	582,196	100	97,03	6	59	59/100	1
F10	550,74	100	15,30	36	55	55/100	1
CD	3135,16	100	156,76	20	314	314/100	4

Caso consideremos o centro de distribuição (CD) como depósito de baixo risco J, conforme a Tabela 1 do Anexo da mesma norma, obtêm-se a Tabela 4.

Tabela 4 – Determinação das unidades de passagem de alguns setores.

Setor/ Bloco	Área (m ²)	Capacidade da unidade de passagem – C (Portas e acessos)	Valores X (m ²)	População estimada real (1 pessoa por X m ²)	População estimada NBR 9077 (1 pessoa por 30 m ²)	Número de unidades de passagem - N	N inteiro
CD	3135,16	100	156,76	20	105	105/100	2

ii. Larguras mínimas a serem adotadas

Seguindo a norma, definimos que a largura mínima a ser adotada será de 1,10 m para duas unidades de passagem.

3.4.4 MÁXIMA DISTÂNCIA A SER PERCORRIDA

A edificação foi classificada como edificação onde a propagação do fogo é difícil – Z. De acordo com a Tabela 6 do anexo da norma, as distâncias máximas permitidas na ausência de chuveiros automáticos são:

Tabela 5 – Distâncias máximas permitidas.

Saída única	Mais de uma saída
30 metros	40 metros

3.4.5 NÚMERO DE SAÍDAS

O número mínimo de saídas exigido para os diversos tipos de ocupação, em função da altura, dimensões em planta e características construtivas de cada edificação, acha-se na Tabela 7 do Anexo da norma.

Tabela 6 – Número mínimo de saídas.

Número mínimo de saídas

3.4.6 CÁLCULO DA RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO (NBR 13714/2000)

A reserva de incêndio deve ser prevista para permitir o primeiro combate, durante determinado tempo. Após este tempo considera-se que o Corpo de Bombeiros mais próximo atuará no combate, utilizando a rede pública, caminhões-tanque ou fontes naturais. Para qualquer sistema de hidrante ou de mangotinho, o volume mínimo de água da reserva de incêndio deve ser determinado conforme indicado:

$$V = Q \times t \quad (1)$$

Em que Q é a vazão de duas saídas do sistema aplicado, conforme a Tabela 1 da norma NBR 13714, em litros por minuto.

t é o tempo de 60 minutos para sistemas dos tipos 1 e 2, e de 30 minutos para sistema do tipo 3.

V é o volume da reserva em litros [5].

Temos que: $Q = 300 + 300 = 600 \text{ L/min}$

$t = 60 \text{ min}$

Logo: $V = 600 \times 60 = 36000 \text{ L}$

Tabela 7 – Tipos de Sistemas [5].

Tipo	Esguicho	Mangueiras		Saídas	Vazão L/min
		Diâmetro mm	Comprimento máximo m		
1	Regulável	25 ou 32	30	1	80 ¹⁾ ou 100 ²⁾
2	Jato compacto Ø16 mm ou regulável	40	30	2	300
3	Jato compacto Ø25 mm ou regulável	65	30	2	900

¹⁾ Ver D.2.
²⁾ Ver D.3.
NOTAS
1 Os diâmetros dos esguichos e das mangueiras são nominais.
2 As vazões correspondem a cada saída.

Tabela 8 – Tipo de sistema a ser utilizado em relação ao tipo de ocupação [5].

Tabela D.1 (conclusão)					
Grupo	Ocupação/uso	Sistema	Divisão	Descrição	Exemplos
H	Serviços de saúde e institucionais	1 ²⁾	-	Hospitais em geral	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (Inclui-se alojamento com ou sem adestramento), asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, reformatórios sem celas, hospitais, casas de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura, quartéis, centrais de polícia, delegacias distritais, postos policiais, hospitais psiquiátricos, reformatórios, prisões em geral e instituições assemelhadas
I	Industrial, atacadista e depósitos	2	I-1 Baixo risco	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentam baixo potencial de incêndio	Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de baixo risco de incêndio, tais como fábricas em geral, onde os materiais utilizados não são combustíveis e os processos não envolvem a utilização intensiva de materiais combustíveis
			I-2 Médio risco	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentam médio potencial de incêndio. Depósitos sem conteúdo específico	Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de médio risco de incêndio, tais como marcenarias, fábricas de caixas, de colchões, subestações, lavanderias a seco, estúdios de TV, impressoras, fábrica de doces, heliportos, oficinas de conserto de veículos e outros
		3	I-3 Alto risco	Locais onde há alto risco de incêndio pela existência de quantidade suficiente de materiais perigosos	Fábricas e depósitos de explosivos, gases e líquidos inflamáveis, materiais oxidantes e outros definidos pelas normas brasileiras, tais como destilarias, refinarias (exceto petróleo, terminais e bases de distribuição de derivados e petroquímicos) e elevadores de grãos, tintas, borrachas e outros

¹⁾ Ver D.2.
²⁾ Ver D.3.
³⁾ Ver D.4.

3.4.7 ESTUDO DO CASO EM ALGUNS DOS SETORES

3.4.7.1 BLOCO A

No estudo feito no tópico 3.4.3 foi verificado que seriam necessárias 8 unidades de passagem, equivalente a 4,40 metros, convertidas em saídas de emergência para satisfazer a norma. No bloco A temos:

- 04 portões continuamente abertos:
 - i. Portão 01 – 5 metros de largura;
 - ii. Portão 02 – 4,8 metros de largura;
 - iii. Portão 03 – 4,8 metros de largura;
 - iv. Portão 04 – 4,8 metros de largura.

- Duas portas com abertura no sentido contrário ao trânsito de saída, com largura inferior a duas unidades de passagem, 0,92 e 0,95 metros.

Já os acessos à parte externa atendem aos requisitos da norma no que se diz respeito à largura dos corredores.

Medidas Tomadas:

No bloco em questão, algumas medidas deverão ser tomadas para adequação à norma NBR 9077. As mudanças estão listadas abaixo:

- i. Remover as grades existentes em 02 dos 04 portões possibilitando o uso desses como saídas de emergência;
- ii. Utilização das duas portas centrais do bloco como saídas de emergência, uma vez que o bloco é muito grande e, pela tabela da máxima distância a ser percorrida, vemos que apenas os 04 portões não atendem a distância máxima de 40 metros;
- iii. Para utilizar as portas centrais como saídas de emergência é preciso aumentar a largura para no mínimo 1,10 metros e mudar o sentido de abertura da porta, uma vez que ela abre no sentido contrário ao trânsito de saída.

3.4.7.2 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Para o centro de distribuição, utilizando o mesmo estudo feito no tópico 3.4.3, foi verificado que seriam necessárias 4 unidades de passagem, equivalente a 2,20 metros, convertidas em saídas de emergência para satisfazer a norma. No centro de distribuição temos:

- 01 portão de acesso do tipo corrediço que, no horário de funcionamento fica aberto continuamente, mas, possui portão interno gradeado (1,21 metros) que é fechado todo o tempo. Este portão abre no sentido contrário ao trânsito de saída.

Medidas Tomadas:

Para adequação a norma NBR 9077, as seguintes medidas devem ser tomadas:

- i. A única saída que pode ser utilizada como saída de emergência, a porta principal, precisa possibilitar a fácil abertura no sentido do trânsito de saída e não pode ser fechada com ferrolho, portanto é necessário mudar o sentido de abertura e o modo como a porta é fechada;
- ii. Esta única saída não atende as normas no que diz respeito à distância máxima percorrida de 30 metros (apenas uma saída). É necessário abrir uma saída de emergência no portão correção que fica oposto à porta principal;
- iii. Entre a porta principal e o portão correção existe um gradeado fechado por um portão de largura com 1,48 metros que, para atender às normas e possibilitar o fácil escoamento, deve estar destravado e abrir no sentido de trânsito de saída.

3.4.7.3 INJETORAS

No estudo feito no tópico referente ao dimensionamento das saídas de emergência, foi verificada que uma unidade de passagem seria necessária, equivalente a 0,55 metros, convertida em saídas de emergência para satisfazer a norma. No entanto, cada saída deve ter, no mínimo, duas unidades de passagem, equivalente a 1,10 metros. No setor de injetoras temos:

- 01 portão de acesso do tipo correção que, no horário de funcionamento fica aberto continuamente e tem 2,88 metros de largura.

Medidas Tomadas:

Para adequação mínima da norma é necessária que a medida abaixo seja implementada:

- i. O portão de acesso já atenderia às condições da norma, mas por questão de segurança, poderemos utilizar 1,10 metros dos 5,10 metros do portão correção dos fundos que, também, fica continuamente aberto para criar uma saída de emergência com uma escada.

3.4.7.4 CILINDROS

No estudo feito no tópico 3.4.3, verificamos que seria necessária uma unidade de passagem, equivalente a 0,55 metros, convertida em saídas de emergência para satisfazer a norma. No entanto, cada saída deve ter, no mínimo, duas unidades de passagem, equivalente a 1,10 metros. No setor de cilindros temos:

- 01 portão de acesso do tipo correção que, no horário de funcionamento fica fechado continuamente.

Medidas Tomadas:

Devemos realizar a seguinte modificação para atender a norma:

- i. A única saída que pode ser utilizada como saída de emergência poderia ser uma abertura no único portão que dá acesso ao setor. Ele é grande o suficiente para ser aplicada os 1,10 metros necessários para satisfazer a norma.

3.4.7.5 AUTO F10

No setor de AUTO F10, e com base nos cálculos obtidos no tópico 2.3.3 deste trabalho, podemos analisar a situação deste bloco. Aqui temos três saídas, sendo:

- 01 porta com 1,14 metros de largura.
- 01 portão de acesso do tipo correção que, no horário de funcionamento fica fechado continuamente.
- 01 porta de acesso, que não é muito utilizada, de 0,92 metros de largura e que fica fechada continuamente.

Medidas Tomadas:

Deve-se, em relação a este bloco, tomar a seguinte medida para adequação da norma NBR 9077:

- i. A porta com 1,14 metros de largura e abertura no sentido do trânsito de saída atende aos termos da norma, porém é necessário transformá-la em saída de emergência.

3.4.7.6 AUTO F930

No setor de AUTO F930, temos:

- 01 portão de acesso que, no horário de funcionamento, fica fechado continuamente.

Medidas Tomadas:

Para adequação mínima da norma, deve-se realizar a seguinte medida:

- i. O portão que dá acesso ao setor é grande o suficiente para ser utilizado como saída de emergência, porém é necessário que ele seja adequado para esta situação com abertura facilitada e no sentido do trânsito de saída.

3.5 PROJETO LUMINOTÉCNICO DO SETOR DE CILINDROS

3.5.1 OBJETIVOS

- Propor novo projeto luminotécnico de acordo com a norma NBR 5413;
- Utilizar o software Dialux e comparar os resultados obtidos.

3.5.2 DESCRIÇÃO DO SETOR DE CILINDROS

O setor de Cilindros é responsável por colocar o segredo das fechaduras nos cilindros, sendo também o setor responsável pela ranhura inserida na chave para cada um dos cilindros fabricados.

3.5.3 MEDIDAS – SETOR DE CILINDROS

- Comprimento = 14,85 m;
- Largura = 9,70 m;
- Altura = 4,30 m;
- Altura do plano de trabalho = 0,75 m;
- Altura da luminária = 0,15 m;
- Pé-direito útil = $4,3 - 0,75 - 0,15 = 3,40$ m.

3.5.4 MÉTODO DOS LUMENS – NBR 5413

i. Classificação de iluminância média

De acordo com a Tabela 9 o setor de Cilindros pode ser classificado como “Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios” – Classe B. Esta mesma tabela estabelece a iluminância baixa, média e alta iguais, respectivamente, a 500, 750 e 1000 luxes.

Tabela 9 – Iluminância por classe de tarefas visuais [6].

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Para determinar a iluminância média é preciso calcular os pesos, de acordo com a Tabela 10, e somá-los aritmeticamente.

Tabela 10 – Fatores determinantes da iluminância adequada [6].

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

- Idade – Inferior a 40 anos – peso -1;
- Velocidade e precisão – Crítico – peso +1;
- Refletância do fundo da tarefa – 30 a 70% - peso 0;
- Soma dos pesos = 0, logo pode-se classificar a iluminância média do recinto em 750 luxes.

ii. Cálculo do índice do local

Dado pela seguinte equação:

$$K = \frac{(C \times L)}{(C+L) \times A} \quad (2)$$

Onde:

- C – comprimento do local
- L – largura do local
- A – altura entre a luminária e o plano de trabalho

Substituindo os valores encontramos um índice do local $K = 1,63$.

iii. Escolha do tipo de lâmpada e luminária

No setor temos seis luminárias do tipo TCK 431, ilustrada na Figura 23, cada uma com duas lâmpadas do tipo Philips TLTRS-110W-ELD, conforme especificações da Tabela 11.

Figura 22 – Luminária Philips TCK 431 [7].



Tabela 11 – Lâmpadas fluorescentes tubulares Philips [7].

Lâmpadas Fluorescentes Tubulares TLD, TLT e TLE Standard										
Código Comercial	Potência (W)	Base	Temperatura de cor (K)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência luminosa (lm/W)	Índice de reprodução de cor (IRC)	Vida mediana (horas)	Dimensões em mm	Reator N°	
								Ø Comprimento		
TLD Extra Luz do Dia										
TLD15W-ELD	15	G13	5.000	800	53	70	7.500	28,0 451,6	5, 6	
TLD30W-ELD-2S	30	G13	5.000	2.000	67	70	7.500	28,0 908,8	-	
TLD-18W-54	18	G13	6.200	1.050	58	72	7.500	28,0 604,0	9, 10, 45, 49, 53, 59, 102, 105, 108, 109, 118, 121, 124, 125	
TLD-36W-54	36	G13	6.200	2.500	69	72	7.500	28,0 1213,6	13, 14, 47, 51, 55, 61, 103, 106, 119, 122	
TLDRS16W-CO-2S	16	G13	4.100	1.070	67	66	7.500	28,0 604,0	16, 17, 26, 27, 44, 48, 52, 58, 72, 102, 105, 108, 109, 118, 121, 124, 125	
TLDRS32W-CO-2S	32	G13	4.100	2.350	73	66	7.500	28,0 1213,6	20, 21, 30, 31, 38, 42, 46, 50, 54, 60, 73	
TLT Extra Luz do Dia										
TLTRS20W-ELD-2S	20	G13	5.000	1.100	55	70	7.500	33,5 604,0	9, 10, 18, 19, 28, 29, 45, 49, 53, 59	
TLRS40W-ELD-2S	40	G13	5.000	2.600	65	70	7.500	33,5 1213,6	13, 14, 22, 23, 32, 33, 47, 51, 55, 61	
TLRS-65W-LD	65	G13	6.200	4.100	63	72	7.500	40,5 1514,3	15, 56, 62	
TLTRS110W-ELD-NG	110	R17D	5.000	7.600	69	70	7.500	33,5 2385,2	24, 25, 34, 35, 57, 63	
TLE Standard										
TLE22W-54	22	G10Q	6.200	1.050	48	72	9.000	28,0 Ø 147,6	-	
TLE32W-54	32	G10Q	6.200	1.750	55	72	9.000	28,0 Ø 236,5	-	
TLE40W-54	40	G10Q	6.200	2.500	62	72	9.000	28,0 Ø 338,1	-	

iv. Determinação do fator de utilização FU

Para calcular o fator de utilização é preciso estimar as refletâncias do recinto de acordo com a Tabela 12 e associar estes valores ao índice do local K calculado anteriormente. Pode-se assumir que o teto na cor branca e o piso na cor verde escuro possuam refletâncias, respectivamente, de 70% e 10%. As paredes, apesar de serem

brancas, possuem janelões de vidro e partes concretadas e assim foi considerada uma refletância média de 50%.

Tabela 12 – Refletâncias do recinto.

	Branco	Claro	Médio	Escuro
Teto	80%	70%	50%	30%
Parede		50%	30%	10%
Piso			30%	10%

Como $K = 1,63$ e os valores de refletância do teto, parede e piso, respectivamente, são 70%, 50% e 10% foi escolhido o valor mais próximo para K na Tabela 13 que corresponde a 1,5 e assim foi encontrado um $FU = 0,59$.

Tabela 13 – Fator de utilização da luminária escolhida [7].

Fator de Área K	80			70			50		30		0
	50	50	30	50	50	30	30	10	30	10	0
K	30	10	10	30	10	30	10	10	10	10	0
0.60	.38	.36	.30	.37	.36	.31	.29	.25	.29	.25	.24
0.80	.47	.44	.37	.46	.43	.38	.37	.32	.36	.32	.30
1.00	.54	.50	.44	.53	.49	.45	.43	.38	.42	.38	.36
1.25	.61	.56	.50	.59	.55	.52	.48	.44	.48	.44	.42
1.50	.66	.60	.54	.65	.59	.58	.53	.49	.52	.49	.47
2.00	.74	.66	.62	.72	.65	.66	.60	.56	.59	.56	.54
2.50	.80	.70	.66	.78	.70	.72	.64	.61	.63	.60	.58
3.00	.84	.73	.70	.81	.72	.76	.68	.65	.66	.64	.62
4.00	.89	.77	.74	.86	.76	.82	.72	.69	.70	.68	.66
5.00	.92	.79	.76	.89	.78	.85	.74	.72	.73	.71	.69

v. Determinação do fator de manutenção FM

O fator de manutenção relaciona o fluxo emitido no fim do período de manutenção da luminária e o fluxo luminoso inicial da mesma. Para determinar o fator de manutenção seguimos a Tabela 14 e obtemos o valor $FM = 0,88$.

Tabela 14 – Fator de manutenção FM

Tipo de Ambiente	Período de Manutenção (h)		
	2 500	5 000	7 500
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

vi. Determinação da quantidade de luminárias

Para calcular a quantidade de luminárias N substituímos os valores encontrados anteriormente na seguinte equação:

$$N = \frac{E \times S}{\varphi \times FU \times FM} \quad (3)$$

Em que N – número de luminárias.

E – iluminância média desejada.

S – área do recinto.

φ – fluxo luminoso total da luminária.

FU – fator de utilização.

FM – fator de manutenção.

Logo, o número de luminárias necessárias foi de N = 14 luminárias.

3.5.5 UTILIZANDO O SOFTWARE DIALUX

O DIALux é um software destinado ao cálculo de iluminação, desde os cálculos mais simples até os mais avançados. É completamente gratuito e utilizado atualmente por mais de 300.000 profissionais em todo o mundo. Está disponível em mais de 26 idiomas diferentes em todo o mundo, inclusive o português.

Seus benefícios em resumo:

- Planejamento da iluminação de forma simples, eficaz e profissional;
- Os dados mais recentes de luminárias dos principais fabricantes do mundo;

- Sempre disponível gratuitamente;
- Cenários coloridos com LED ou outras luminárias com mudança de cor;
- Projetos luminotécnicos em edifícios inteiros, incluindo ambientes externos;

i. Setor de Cilindros no software DIALux

Foi construído um modelo 3D utilizando as informações obtidas de medidas e refletâncias. A Figura 23 ilustra como as informações foram inseridas no DIALux.

Figura 23 – Dados do projeto, medidas e refletâncias.

The image shows a screenshot of the DIALux software interface, specifically the 'Room Geometry' and 'Reflection factors' sections. The 'Room Geometry' section includes input fields for Length (a): 14.850 m, Width (b): 9.700 m, Height: 4.300 m, and a checkbox for 'Use L-Shaped Room'. Below this, there are input fields for 'c': 4.800 m and 'd': 4.800 m. A 'Drawing' preview shows a rectangular room with dimensions 'a' and 'b' labeled. The 'Reflection factors' section has three rows: Ceiling (70% Standard Ceiling), Walls (50% Standard Wall), and Ground (10% User defined). The 'Room Parameters' section includes a 'Reference Values' dropdown set to 'Application example' and a 'Maintenance factor' input field set to 0.88. The 'Workplane' section has input fields for Height: 0.750 m and Wall zone: 1.000 m.

As informações do conjunto luminária-lâmpadas utilizadas no setor não constavam no catálogo virtual atual da fabricante, logo, foi necessário escolher dentre as luminárias e lâmpadas disponíveis a que mais se aproximava com relação ao fluxo luminoso de 15200 lumens por luminária.

Foi escolhido o conjunto luminária-lâmpadas ilustrado na Figura 24 com as devidas informações detalhadas.

Figura 24 – Luminária escolhida no software DIALux.



As Figuras 25 e 26 ilustram o modelo do setor feito no DIALux.

Figura 25 – Modelo 3D do setor de Cilindros.

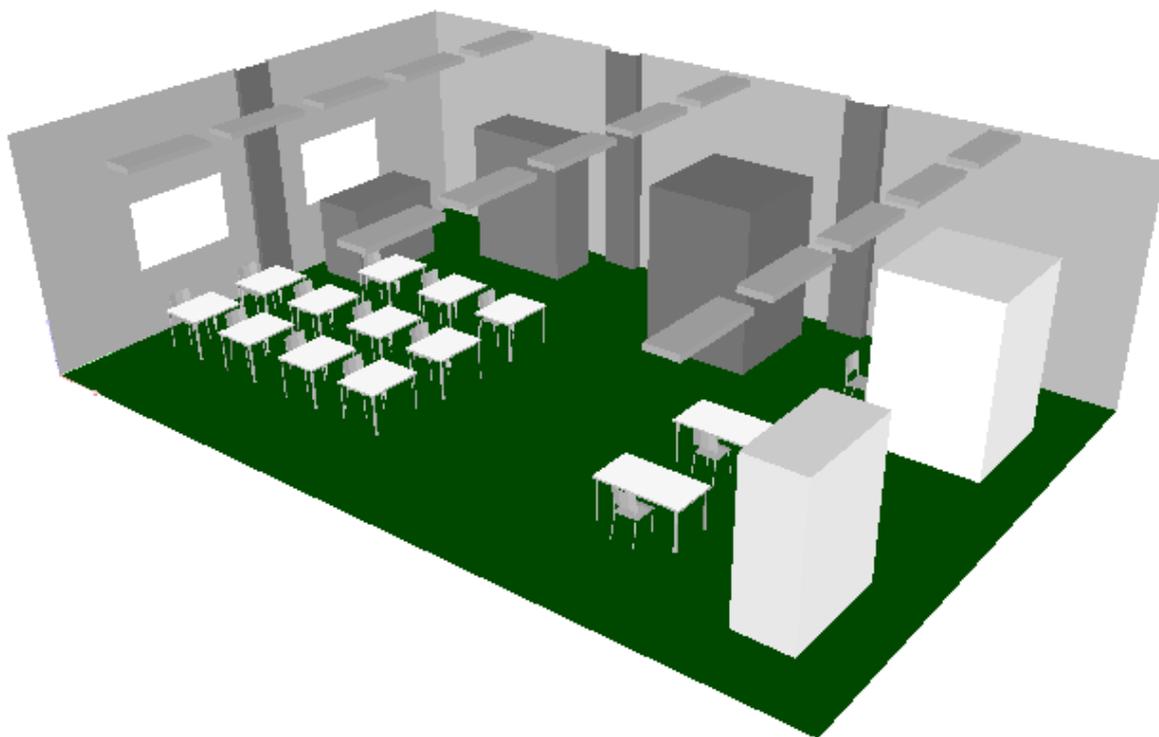
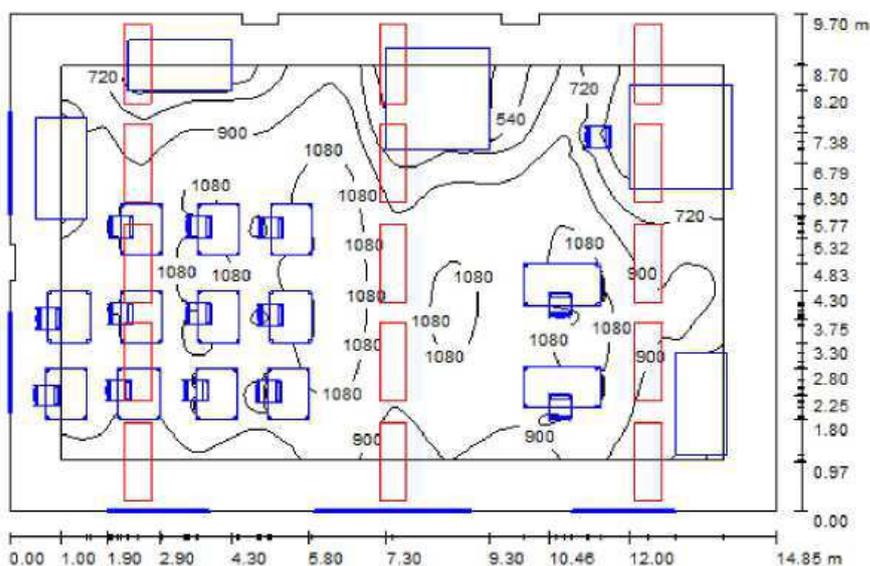


Figura 26 – Modelo 3D do setor de Cilindros.



Utilizando a iluminância média de 750 lux encontrada no método dos lumens, o programa DIALux faz automaticamente a distribuição e calcula o número de luminárias. A vista superior com a distribuição das luminárias e as linhas de isolux está ilustrada na Figura 27. O plano de trabalho em escala de cores falsas e legenda pode ser visto na Figura 28.

Figura 27 – Distribuição das luminárias com as linhas de isolux sobre o plano de trabalho.

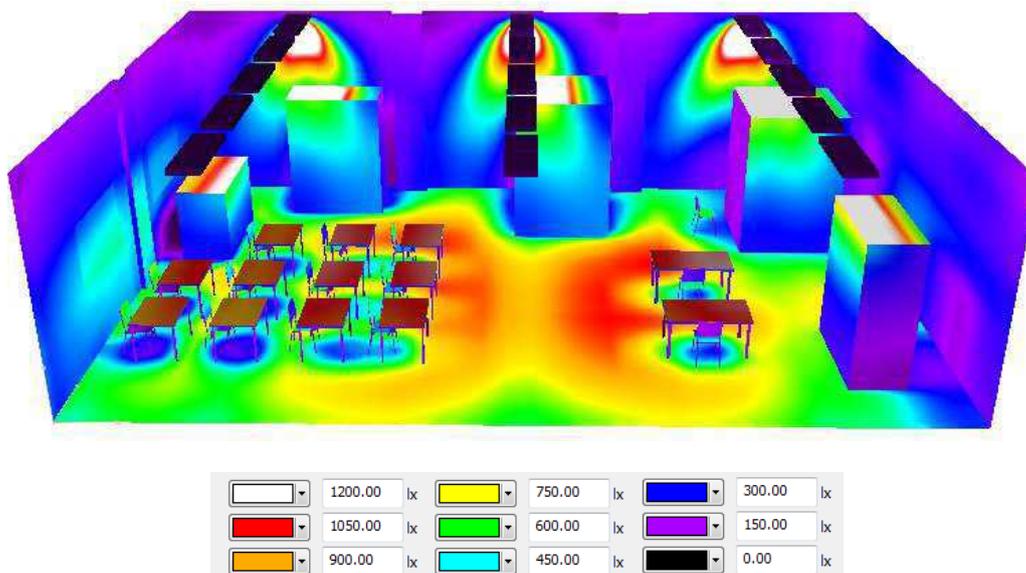


Height of Room: 4.300 m, Mounting Height: 4.300 m, Maintenance factor: 0.88

Values in Lux, Scale 1:125

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
Workplane	/	929	340	1194	0.366

Figura 28 – Nível de iluminância em escala de cores falsas.



- ii. Método dos lumens utilizando o conjunto luminária-lâmpadas do projeto no DIALux

Para efeito de comparação foi feito o passo a passo do método dos lumens com o conjunto luminária-lâmpadas ilustrados na Figura 24.

Para calcular a quantidade de luminárias N utiliza-se a Equação 3 e os valores abaixo:

E – iluminância média desejada = 750 luxes

S – área do recinto = 144,045 m²

φ – fluxo luminoso total da luminária = 15720 lm

FU – fator de utilização = 0,62

FM – fator de manutenção = 0,88

Tabela 15 – Fator de utilização da luminária escolhida [7].

Room Index k	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.43	0.41	0.43	0.42	0.41	0.36	0.36	0.33	0.36	0.33	0.31
0.80	0.52	0.48	0.51	0.49	0.48	0.43	0.43	0.40	0.42	0.39	0.38
1.00	0.58	0.54	0.57	0.55	0.53	0.49	0.48	0.45	0.48	0.45	0.44
1.25	0.64	0.59	0.63	0.60	0.58	0.54	0.53	0.51	0.53	0.50	0.49
1.50	0.69	0.62	0.67	0.64	0.62	0.58	0.57	0.54	0.56	0.54	0.52
2.00	0.75	0.67	0.73	0.70	0.67	0.63	0.63	0.60	0.62	0.60	0.58
2.50	0.80	0.70	0.77	0.73	0.69	0.67	0.66	0.64	0.65	0.63	0.62
3.00	0.83	0.72	0.80	0.75	0.71	0.69	0.68	0.66	0.67	0.66	0.64
4.00	0.85	0.74	0.84	0.78	0.74	0.72	0.71	0.69	0.69	0.68	0.66
5.00	0.88	0.76	0.86	0.80	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.68

Logo, o número de luminárias necessárias foi de N = 13 luminárias.

4 CONCLUSÃO

Não há como quantificar a importância do estágio supervisionado para o aluno. Apesar da curta duração foi possível consolidar alguns conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia. As atividades realizadas possibilitaram um maior contato com a prática, vivendo situações que não eram possíveis no ambiente universitário.

O convívio com técnicos e engenheiros de diferentes áreas foi imprescindível para obter um maior conhecimento na área industrial. Trabalhar em um ambiente com diversas pessoas de diferentes personalidades e classes sociais, com pressão dos seus superiores, no intuito de buscar eficiência e qualidade dos processos industriais, só nos faz crescer profissionalmente e aprender a contornar situações adversas do dia a dia em uma indústria, como por exemplo, uma manutenção corretiva em um processo crítico que muda a rotina e, a partir daí, todas as atenções se voltam para o processo até que ele seja reestabelecido.

Enfim, espera-se que o curso de engenharia elétrica possa oferecer num futuro próximo alguma disciplina com foco em gestão e manutenção industrial, visto que, diversos profissionais formados nesta área atuam no meio industrial, como é no caso da metalúrgica Silvana.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ABNT. NBR 14913 – Fechaduras de embutir – Requisitos, classificação e métodos de ensaio – Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2011.

[2] MORO, Norberto, AURAS, André P. Introdução à Gestão de Manutenção, Florianópolis, 2007.

[3] PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. Manutenção Função Estratégica, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001.

[4] ABNT. NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios – Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2000.

[5] ABNT. NBR 13714 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio – Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2000.

[6] ABNT. NBR 5413 – Iluminação de interiores – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1992.

[7] Site: <http://www.iar.unicamp.br>, Iluminância e Cálculo Luminotécnico. Acessado em 25/11/2013.

6 ANEXO A

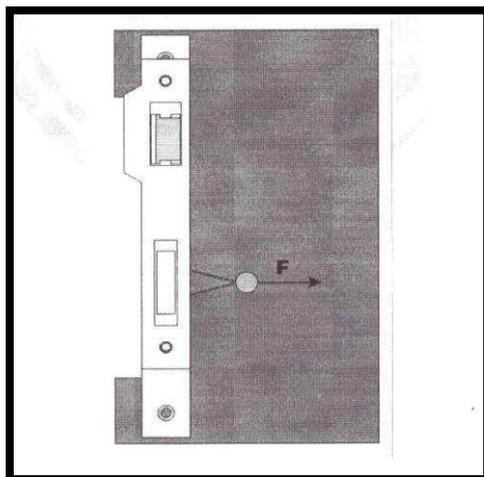
TESTES REALIZADOS CONFORME A NORMA NBR 14913

a) Manobra da lingueta submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta

Este ensaio visa observar se a lingueta funciona corretamente quando está submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta, simulando, por exemplo, o esforço lateral causado pelo empenamento da porta, conforme esquematizado na Figura 16. Deve-se utilizar um corpo de prova considerado em perfeitas condições de uso e proceder como abaixo:

- i. Instalar a fechadura na posição de trabalho.
- ii. Fixar a contratesta no acessório do dispositivo na posição de trabalho.
- iii. Aplicar uma força de 150 N sobre o acessório.
- iv. Manobrar a lingueta utilizando todas as modalidades disponíveis (pela chave, rolete e tranqueta) com torque de 2,4 N.m.

Figura 29 – Manobra da lingueta submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta [1].



b) Resistência da lingueta submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta

A lingueta, caixa e chapatesta são submetidas a esforços laterais para verificar a resistência da fechadura ao arrombamento. Para passar nesse teste, sendo a fechadura embutir fabricada na Silvana classificada quanto à segurança como média, é necessário que ela suporte 3 kN de força no esforço lateral, segundo a Tabela A-1.

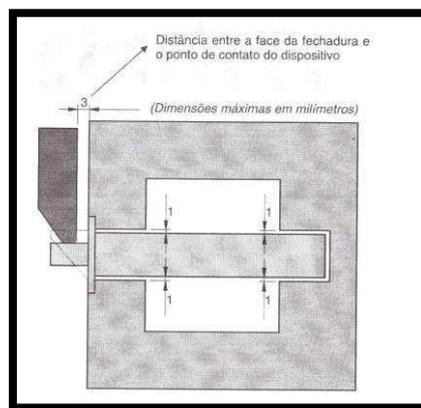
Tabela 16 – Resistência da lingueta submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta [1].

Grau de segurança declarado na embalagem da fechadura	Utilização da fechadura	Esforço lateral kN
Máxima	Porta externa, interna e de banheiro	10
Muito alta	Porta externa, interna e de banheiro	7
Alta	Porta externa, interna e de banheiro	5
Média	Porta externa, interna e de banheiro	3
Mínima	Porta interna e de banheiro	2

Este teste, esquematizado na Figura 30, é realizado diariamente em um corpo de prova e seguindo os procedimentos listados a seguir:

- i. A fechadura é instalada com o trinco retraído e a lingueta totalmente avançada.
- ii. É aplicada uma força lateral de 3 kN conforme a norma exige para fechaduras embutir de segurança média.
- iii. O esforço deve ser aplicado a, no máximo, 3 milímetros da chapatesta ou falsa testa. O esforço deve durar 10 segundos após atingir a carga de 3 kN, com um curso máximo de 10 milímetros.
- iv. Caso não for possível aplicar a carga no curso máximo de 10 milímetros, a fechadura é considerada reprovada.

Figura 30 – Resistência da lingueta submetida a um esforço lateral exercido pela contratesta [1].



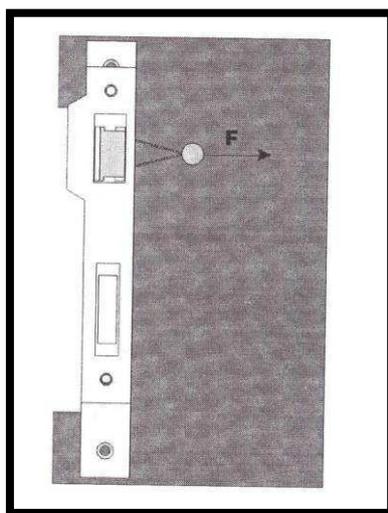
c) Manobra do trinco submetido a um esforço lateral exercido pela contratesta

Como no primeiro teste, o objetivo deste é verificar o funcionamento do trinco quando ele é submetido a um esforço lateral exercido pela contratesta, como esquematizado na Figura 31. Tal teste serve de simulação para, por exemplo, o esforço lateral causado por empenamento da porta quando a lingueta está totalmente retraída.

O corpo de prova retirado do estoque final também é submetido a este teste através dos procedimentos abaixo:

- i. Coloca-se a fechadura na posição de trabalho com a lingueta retraída.
- ii. A contratesta é fixada no acessório do dispositivo, de modo que o trinco fique encaixado em seu alojamento.
- iii. Aplica-se uma força de 150 N sobre este acessório.
- iv. O trinco é então manobrado através do cubo com um torque máximo de 7 N.m, valor a ser atingido em até 5 segundos e que, quando recuado, não pode projetar-se mais que 1,5 milímetros da chapatesta ou falsa testa.

Figura 31 – Manobra do trinco submetido a um esforço lateral exercido pela contratesta [1].

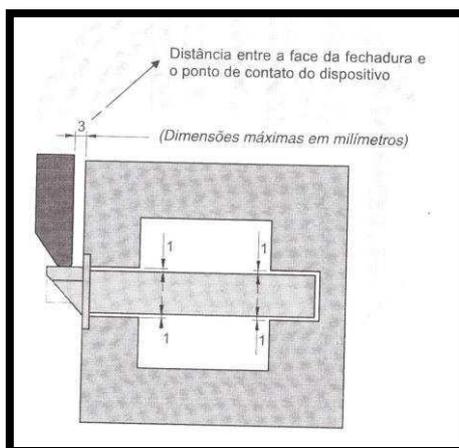


d) Resistência do trinco submetido a um esforço lateral exercido pela contratesta

Aqui, similar ao segundo teste, o trinco, a caixa e a chapatesta são submetidos a esforços laterais para verificar a resistência ao arrombamento, Figura 32. Os procedimentos seguidos pela Silvana para este teste são listados abaixo:

- i. A fechadura é posicionada na mesa de testes com a lingueta retraída.
- ii. Aplica-se uma força de 2 kN no trinco, durante 10 segundos.
- iii. O esforço é aplicado a, no máximo, 3 milímetros da chapatesta.

Figura 32 – Resistência do trinco submetido a um esforço lateral exercido pela contratesta [1].



e) Funcionamento do trinco por ataque lateral

Lembrando que o tráfego da fechadura embutir Silvana é classificado como médio, o teste deve ser realizado por 300.000 ciclos, com uma frequência de 35 ciclos/min a 45 ciclos/min. A velocidade do impacto deve estar entre 0,6 m/s a 0,8 m/s. Este teste verifica a durabilidade do trinco e da sua mola, simulando o fechamento da porta sem o acionamento da maçaneta conforme esquematizado na Figura 33. Os procedimentos para realização do teste foram descritos abaixo:

- i. A fechadura é instalada na posição de trabalho. A distância máxima entre as lâminas do dispositivo e a chapatesta deve ser de 3 milímetros.
- ii. O dispositivo é acionado e a fechadura é deixada parada para que a lâmina do dispositivo acerte o trinco lateralmente, verificando sua funcionalidade. O número de ciclos desejado é de 300.000, numa frequência entre 35 ciclos/min a 45 ciclos/min.
- iii. Após o número total de ciclos previsto, a fechadura é retirada e verifica-se seu funcionamento de acordo com as regras da norma. Deve-se observar também a projeção do trinco retraído, sendo admissível um valor igual ou superior a 1,5 milímetros.

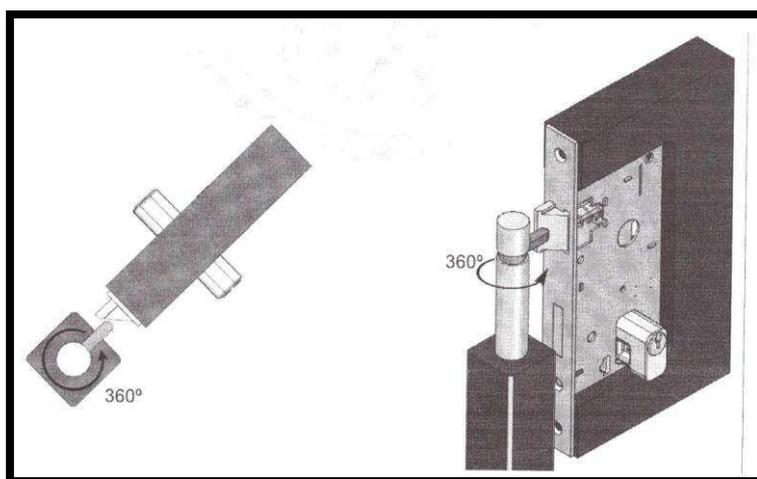


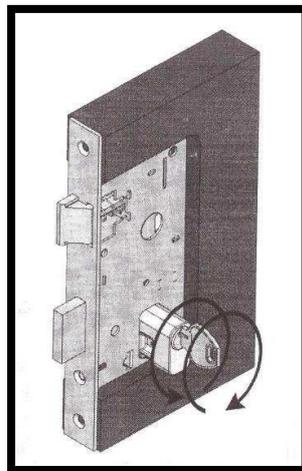
Figura 33 – Funcionamento do trinco por ataque lateral [1].

f) Funcionamento da lingueta e recolhimento do trinco por rotação da chave/rolete

Visto que o tráfego é médio, realizamos 75.000 ciclos neste teste (dado retirado da norma). A fechadura embutir deve funcionar através da rotação da chave/rolete, conforme ilustrado na Figura 34, pela quantidade de ciclos citada, ensaiadas a uma frequência de 35 ciclos/min a 45 ciclos/min. Aqui se verifica o funcionamento da lingueta e o recolhimento da chave, provando a durabilidade da fechadura. Os procedimentos são:

- i. Instalar a fechadura na mesa de testes.
- ii. Acionar o dispositivo que gira a chave/rolete do limite do recolhimento do trinco até o limite da lingueta na frequência especificada.
- iii. Para o caso de tráfego leve, deve ser realizada uma avaliação parcial quando o número de ciclos atingir 35.000. No momento da avaliação parcial, deve-se lubrificar o cilindro de acordo com a norma.
- iv. O ensaio deve continuar até atingir o número de ciclos previsto ou alguma avaria acontecer.
- v. Concluído o número total de ciclos, verificou-se a fechadura com o intuito de comparar seu funcionamento com o descrito nas seções 6.1, 6.2 e 6.5 da norma.

Figura 34 – Funcionamento da lingueta e recolhimento do trinco por rotação da chave/rolete [1].

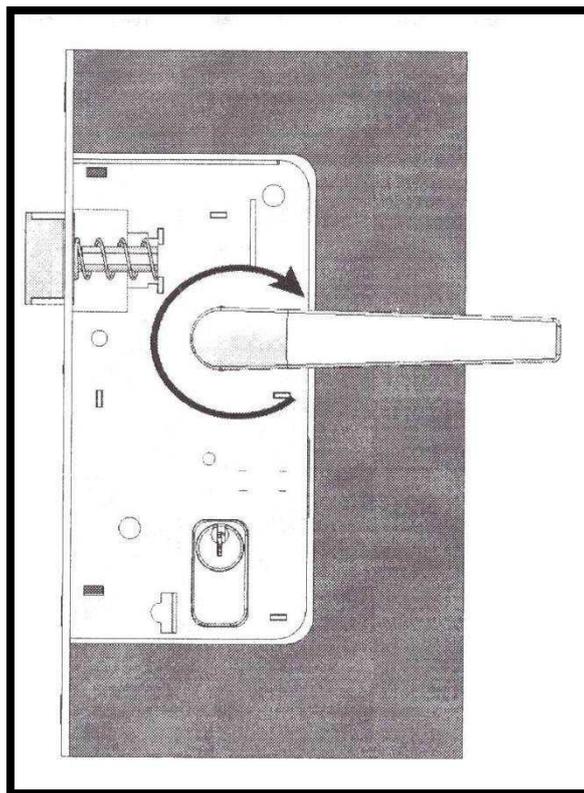


g) Resistência a um momento aplicado ao cubo

Segundo a norma, os cubos das fechaduras embutir devem resistir ao momento de 10 N.m durante 60 segundos, sem apresentar deformação permanente. Este teste simula, por exemplo, quando uma criança se pendura na maçaneta, conforme ilustrado na Figura 35. Abaixo são listados os procedimentos utilizados na bancada de testes da Silvana:

- i. A fechadura é instalada.
- ii. Aplica-se ao cubo um momento de 10 N.m durante 60 segundos.
- iii. Verifica-se se a fechadura segue a característica funcional descrita na seção 6.6 da norma.

Figura 35 – Resistência a um momento aplicado ao cubo [1].



h) Funcionamento do trinco comandado pelo cubo

Este ensaio consiste em submeter as molas do cubo a uso prolongado, verificando o desgaste e a durabilidade. A fechadura deve resistir a 300.000 ciclos, numa frequência de 35 ciclos/min a 45 ciclos/min. A fechadura visualmente considerada em perfeitas condições do funcionamento é submetida a este teste através dos procedimentos:

- i. Instalação da fechadura na posição de trabalho conforme ilustrado na Figura 36.
- ii. Aciona-se o dispositivo de teste de modo que ele aplique a força a uma distância entre 6 e 7 centímetros com relação ao eixo do cubo. Permite-se que a repetição de abrir e fechar o trinco através do cubo ocorra 300.000 vezes na frequência especificada. Depois regula o dispositivo até o fim de curso do cubo, sem forçá-lo.
- iii. Para o caso da maçaneta do tipo bola, o dispositivo utilizado é o de tipo T, ilustrado na Figura 37.
- iv. Para a maçaneta do tipo alavanca, o dispositivo é o de tipo L, ilustrado na Figura 38.
- v. Caso ocorram avarias, o ensaio é interrompido.
- vi. Após o número total de ciclos, a fechadura é retirada e seu funcionamento é analisado através das características descritas nas seções 6.3, 6.5 e 6.6 da norma. A variação angular da maçaneta não pode ser superior a 10° , independente da posição inicial, e também neste caso, a projeção do trinco retraído não pode ser superior a 1,5 milímetros.

Figura 36 – Funcionamento do trinco comandado pelo cubo [1].

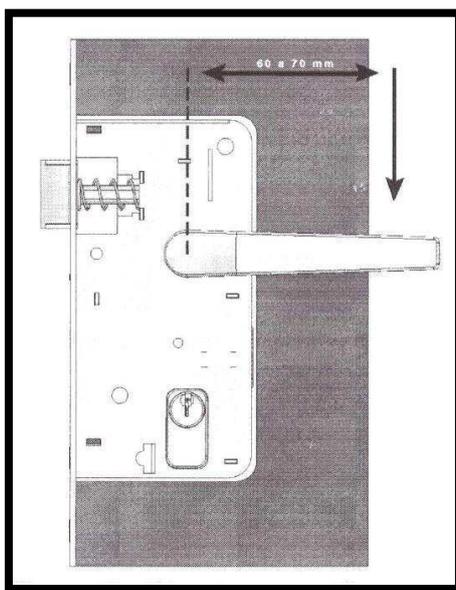


Figura 37 – Dispositivo padrão tipo “T” para realização do ensaio nas maçanetas do tipo bola [1].

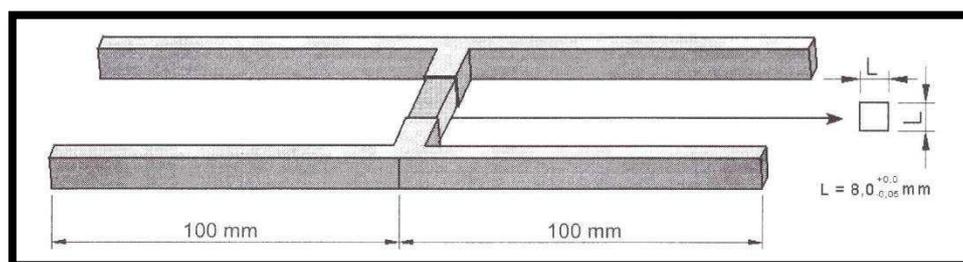
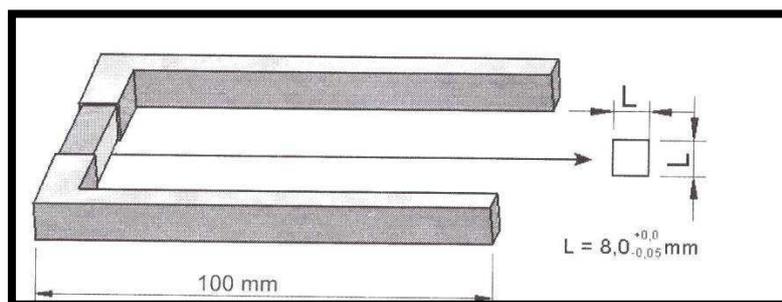


Figura 38 – Dispositivo padrão tipo “L” para realização do ensaio nas maçanetas tipo alavanca [3].

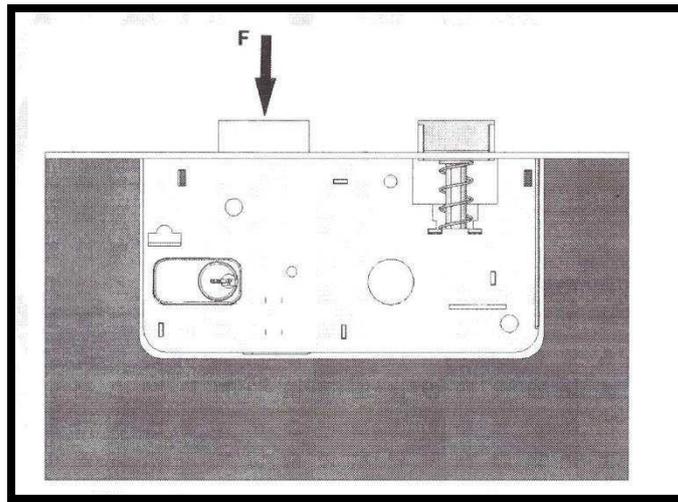


i) Resistência da lingueta a um esforço contrário ao seu avanço

Neste ensaio, a lingueta é submetida a um esforço contrário ao seu avanço para verificar a resistência da fechadura ao arrombamento. No caso da fechadura de embutir Silvana, os testes são realizados com uma força de 1 kN, o que garante seu uso também em espaços externos. O teste é realizado da seguinte forma:

- i. Instala-se a fechadura na posição horizontal com a lingueta totalmente projetada, como esquematizado na Figura 39.
- ii. Carrega-se o dinamômetro progressivamente para aplicar um esforço de 1 kN, durante 10 segundos, no sentido contrário ao avanço da lingueta.
- iii. É verificado se a lingueta retornou ou não a sua posição original.

Figura 39 – Resistência da lingueta a um esforço contrário ao seu avanço [1].

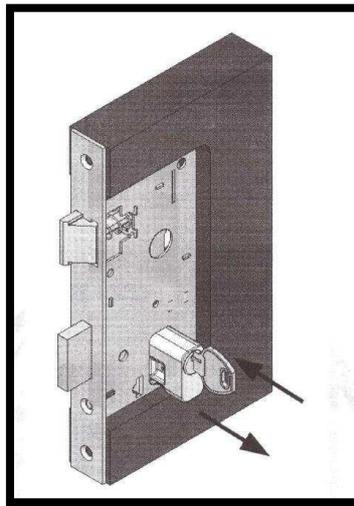


j) Introdução e retirada da chave

A fechadura de embutir de tráfego médio deve resistir a 75.000 operações de introdução e retirada da chave do cilindro. Para testar tal situação, o teste foi feito da seguinte forma:

- i. Fixou-se o cilindro na posição de trabalho ilustrada na Figura 40.
- ii. Na frequência de 35 ciclos/min a 45 ciclos/min, a ação de introdução e retirada da chave do cilindro foi executada até 75.000 vezes.
- iii. Quando o contador atingiu 35.000, foi feita uma avaliação funcional que consiste em realizar um giro de 360° na chave e verificar se é possível retirá-la. Também foi feita a lubrificação do cilindro após a avaliação funcional. Como não ocorreram problemas na retirada da chave, o teste prosseguiu até 75.000 repetições.
- iv. Chegando ao número desejado, a fechadura foi retirada e todas as suas características estavam mantidas.

Figura 40 – Introdução e retirada da chave [1].

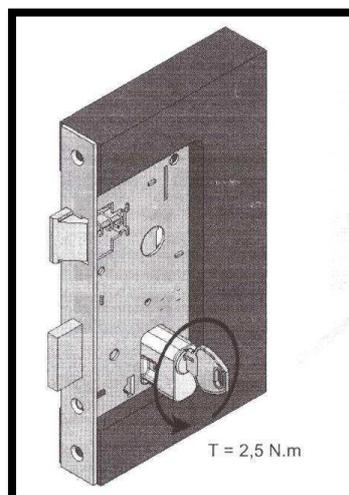


k) Resistência a um momento aplicado à chave

A chave de perfil estreito que é utilizada em fechaduras do tipo embutir devem resistir a um momento de 2,5 N.m durante 5 segundos, quando aplicado em sua cabeça. O ensaio para este teste simula o esforço gerado pela mão quando se força a chave no seu fim de curso. Os procedimentos são:

- i. A chave é introduzida no cilindro e avança-se totalmente a lingueta conforme esquematizado na Figura 41.
- ii. Aplica-se sobre a cabeça da chave, no sentido do avanço da lingueta, um momento de 2,5 N.m por 5 segundos.

Figura 41 – Resistência a um momento aplicado à chave [1].



l) Resistência a um esforço aplicado à maçaneta do tipo alavanca

Este método de ensaio força a maçaneta simulando o esforço humano quando se puxa uma porta trancada ou travada. O teste é realizado da seguinte forma:

- i. O corpo de prova é fixado de acordo com a Figura 42.
- ii. É feita uma leitura inicial do ponto distante 7 centímetros do cubo da maçaneta.
- iii. Aplica-se uma força equivalente a 240 N, durante 60 segundos, distante 7 centímetros do cubo da maçaneta. Este esforço é aplicado no sentido de puxar a maçaneta.
- iv. Depois realiza-se uma segunda medida no mesmo ponto escolhido no item ii. É verificado se não houve ruptura nem variação de altura maior que 0,7 milímetros.

Figura 42 – Resistência a um esforço aplicado à maçaneta do tipo alavanca [1].

