

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CÂMPUS MEDIANEIRA  
GERÊNCIA DE ENSINO E PESQUISA  
TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

RAFAEL DE OLIVEIRA

**ADEQUAÇÃO DE UM ELEVADOR MONTA-CARGA NA NORMA  
REGULAMENTADORA-12**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA  
2016

RAFAEL DE OLIVEIRA

**ADEQUAÇÃO DE UM ELEVADOR MONTA-CARGA NA NORMA  
REGULAMENTADORA-12**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a disciplina de Trabalho de Diplomação, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial, do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, promovido pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Amauri Massochin

MEDIANEIRA  
2016

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente a Deus ao qual nós buscamos como referência para tudo em nossas vidas.

Ao meu professor orientador que se dispôs a me ajudar, realizando todo o suporte necessário para que se concretizasse esse trabalho.

A toda ajuda seja ela um incentivo qualquer, um simples gesto de apoio, motivação, a minha namorada que me ajudou com todo suporte necessário, conhecimento, e sempre me incentivou a nunca desistir.

E também a minha família que sempre me deu uma boa base, estrutura e educação para buscar sempre mais o conhecimento, pois isso é uma coisa que nunca podem nos tirar.

Ao meu colega de trabalho Felipe de Oliveira, que me ajudou a realizar algumas das atividades nas quais tive dificuldade.

“A persistência é o caminho do êxito.”  
**Charles Chaplin**

## RESUMO

OLIVEIRA, Rafael; Adequação de um elevador monta-carga na norma regulamentadora 12. 2016. 52f Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

Esse trabalho apresenta a adequação de um elevador monta-carga na norma regulamentadora-12, que visa a segurança total do equipamento e de seu operador. Foram substituídas peças antigas que apresentavam falhas por componentes modernos e que possuem um desempenho satisfatório, a lógica de programação foi totalmente modificada utilizando um controlador logico programável SCHMERSAL PSCBR-C-100, que é muito utilizado para essa função de segurança, travas magnéticas com duplo contato evitam qualquer situação de risco ao operador, estrutura totalmente modificada, utilizando aço inoxidável devido as condições insalubres do ambiente. As modificações deixaram o equipamento em condições de uso evitando qualquer tipo de risco ao operador, que foi o foco principal dessa implantação.

**Palavras-chave:** Elevador Monta-Carga. Norma Regulamentadora 12. Segurança.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Rafael; Adequacy of an elevator mounts-load in the standard regulatory 12. 2016. 52f Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira 2016.

This work presents the adaptation of an elevator ride-load in the standard regulatory-12, which seeks the complete safety of the equipment and its operator. antique pieces have been replaced have been damaged by modern components and have satisfactory performance, programming logic has been completely modified using a programmable logical controller SCHMERSAL PSCBR-C-100, which is widely used for this safety function, magnetic locks with double contact avoid any risk to the operator, totally modified structure using stainless steel because of unhealthy environmental conditions. The changes have left the equipment in working condition avoiding any risk to the operator, which was the main focus of this implementation.

**Key-words:** Elevator Mounts-Load. Standard Regulatory 12. Safety.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BRDE.	Banco Regional de desenvolvimento do extremo Sul.
NR-12	Norma Regulamentadora 12.
a.C.	Antes de Cristo.
CLP	Controlador Logico Programável.
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica.
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura.
NR – 11	Norma Regulamentadora -11
IHM	Interação Homem-Máquina
E/S	Entrada/Saída
SIL	<i>Safety integrity level</i>
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
ISO	Organização Internacional para Padronização
PLCs	<i>Programmable Logic Controller</i>
TIG	<i>Tungsten Inert Gas</i>
WIG	<i>Wolfranium Inert Gas</i>
GTAW	<i>Gas Tungsten Arc Welding</i>
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung e.V.</i> (DIN) (em português: Instituto Alemão para Normatização)
Ms	milissegundos
HTL/TTL	<i>Time to Live</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
mA	miliamperes
A	Ampere
N	<i>Newton</i>
IP	grau de proteção
Vdc	volt corrente continua
Vac/dc	volt corrente alternada/ corrente direta
NA	norma aberta

NF	normal fechado
Mm	milímetros
$\Omega$ .	<i>Ohms</i>
G	condutância
V	Volt
LED	<i>Light Emitting Diode</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de Soldagem .....	18
Figura 2 - Porta Inferior do Elevador. ....	21
Figura 3 - Painel Antigo .....	22
Figura 4 - CLP Segurança SCHMERSAL PSCBR .....	24
Figura 5 - Sensor Fim-de-Curso SCHMERSAL.....	25
Figura 6 - Trava Eletromagnética SCHMERSAL AZM-415. ....	25
Figura 7 - Trava Eletromagnética SCHMERSAL AZM-415 Interna .....	26
Figura 8 - Botoeiras Antivandalismo com Led .....	27
Figura 9 - Porta com Estrutura em Aço Inox .....	28
Figura 10 - Símbolos Utilizados na Linguagem de Programação.....	29
Figura 11 - Parte da Programação em Blocos .....	30
Figura 12 - Linguagem de Programação .....	31
Figura 13 - Lógica de Programação Destrava Porta .....	32
Figura 14 - Lógica de Sinalização Led Destruvar Porta .....	33
Figura 15 - Lógica de Programação Sobe/Desce.....	34
Figura 16 - Botoeira Reset Centro Painel.....	35
Figura 17 - Fluxograma de Funcionamento .....	36
Figura 18 - Orientações Para uso do Elevador Monta Carga.....	38
Figura 19 - Procedimento de Trabalho.....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais Utilizados na Implantação do Sistema.....	20
Tabela 2 - Custo da Implantação Total .....	39

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA</b> .....	11
2.1 ELEVADORES.....	11
2.1.1 ORIGEM DO ELEVADOR.....	12
2.2 CLP DE SEGURANÇA .....	13
2.3 AUTOMAÇÃO .....	15
2.4 AÇO INOX.....	15
2.5 SOLDA TIG.....	17
<b>3 ADEQUAÇÃO DO ELEVADOR</b> .....	20
3.1 SISTEMA ANTES DA ADEQUAÇÃO.....	21
3.2 COMPONENTES UTILIZADOS NO PROJETO .....	22
3.2.1 Controlador SCHMERSAL PROTECT PSCBR-C-100.....	23
3.2.2 Sensor Fim de Curso Schmersal .....	24
3.2.3 Travas Eletromagnéticas.....	25
3.2.4 Botoeiras Antivandalismo com LED .....	27
3.2.5 Proteções Móveis do Equipamento.....	28
3.3 IMPLANTAÇÃO DO PROJETO .....	29
<b>4. CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO</b> .....	39
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	41
APÊNDICE A - NR-12 Dispositivos de partida, acionamento e parada.....	43

## 1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento constante de cooperativas situadas na região oeste do Paraná, grandes investimentos estão sendo realizados. Segundo o site do BRDE, as cooperativas estão crescendo a um ritmo de 18% nos últimos 10 anos impulsionados pelo apoio financeiro do governo, fazendo com que as empresas ampliem suas plantas fabris, conforme aumentem sua produção ou diversifiquem seus produtos. Desta forma, a necessidade de instalação de novos pavimentos, inferiores ou superiores, resultam de um cuidado especial, para os equipamentos que realizam uma função muito importante em grande parte dos setores, tanto para reposição de matéria prima quanto na expedição de material já processado. Para tal finalidade os elevadores de carga em muitas vezes passam despercebidos, sendo fonte de riscos aos operadores quando o equipamento se encontra em determinadas situações, tais como, portas destravadas, avisos sonoros e placas de indicação não disponíveis para informação, comandos elétricos que não atendem as normas, tudo isso pode se tornar um agravante para um acidente de trabalho, resultando em consequências gravíssimas ou até mesmo a morte do colaborador.

Este trabalho tem a finalidade de mostrar as adequações necessárias de um elevador de carga segundo a NR-12, que seja utilizado diariamente em uma Indústria Alimentícia do oeste do Paraná, mostrando os problemas de segurança encontrados nestes equipamentos e sua solução para diminuir o risco de acidentes.

Essa política de prevenção passou a ser adotada pela empresa, visando adequar corretamente suas máquinas segundo as normas estabelecidas e deixando o colaborador apto a desenvolver seu trabalho sem risco algum a sua saúde, evitando despesas extras como pagamento de benefícios previdenciários ou até mesmo multas pelo não cumprimento das normas, e acidentes.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

### 2.1 ELEVADORES

A necessidade de locomover objetos e pessoas esteve presente no desenvolvimento da humanidade. Um exemplo seria alimentos que se carregavam e cavalos. Outro, seria como os egípcios faziam para retirar água do rio Nilo. Desciam um recipiente suspenso por uma corda, controlada manualmente. Com a Revolução Industrial, continuou-se tendo esses transportes, porém com a inovação da eletricidade. Facilitando e modernizando os processos. (CLARO, 2002)

Já em 550 a.C., uma das sete maravilhas do mundo antigo: os jardins suspensos da Babilônia, foram construídos com o intuito de agradar a esposa de Nabucodonosor. Os jardins possuíam um curioso sistema de bombeamento das águas do rio Eufrates até o terraço dos jardins para irrigação das plantas. Na história da Grécia, aproximadamente em 450 a.C., já era possível observar as primeiras ideias para a construção de um elevador. Com roldanas, guindastes, grua e o cabrestante. Porém, essa construção se concretizou durante a construção de outra das sete maravilhas do mundo antigo, o Colosso de Rodas, na década de 290 a.C (CLARO,2002)

Com o crescimento do comércio e setor civil sentiu-se a necessidade da modernização e aperfeiçoamento no modo de transporte. Grandes pensadores, como por exemplo, Aristóteles e Filon, descreveram diferentes formas de transporte com o uso de roldanas, manivelas sem mesmo saber precisamente o valor da carga a ser transportada.

Em 110 a.C., Heron de Alexandria listou cinco tipos de objetos utilizáveis para mover cargas; guincho, alavanca, polia cunha e rosca-sem-fim. E nesta mesma época, Vitruvio criou o primeiro guincho manual, considerado o “primeiro” elevador de cargas (CLARO,2002).

### 2.1.1 ORIGEM DO ELEVADOR

Segundo dados fornecidos pela empresa Mega Sul Elevadores (2012), o princípio de uma plataforma suspensa dentro de uma cabine vertical para o transporte de pessoas ou materiais pesados foi descrito pela primeira vez pelo arquiteto romano Vitruvius, no século I a.C.

A elevação era obtida utilizando um contrapeso, que subia e descia sob o controle de uma roldana movida por uma manivela do lado de fora da plataforma. É provável que esses elevadores tenham sido utilizados nas casas romanas com vários andares, onde teriam sido operados por escravos.

O primeiro elevador conhecido foi o que o rei Luís XV mandou instalar, em 1743, no Palácio de Versalhes, ligava os seus aposentos ao de sua amante, senhora de Chateauroux, no andar de baixo. Não se sabe o nome do inglês que, em 1800, pensou em utilizar um motor a vapor para mover os elevadores. Este motor era instalado no teto e controlava o enrolar e desenrolar do cabo ao redor de um cilindro.

Em 1851, o americano Elisha Graves Otis (1811-61) inventou um sistema de segurança que impedia que o cabo balançasse, prendendo-o num trilho e bloqueando-o com uma serie de garras. Isso permitia o uso do equipamento também por pessoas. Para mostrar a eficiência de sua invenção. Em 1854, ele mandou cortar o cabo de um elevador que ele mesmo pilotava.

O primeiro elevador de passageiros foi inaugurado por ele (Elisha Graves Otis) em 23 de março de 1857 numa loja de cinco andares em Nova York. Em 1867, o francês Leon François Edoux inventou o elevador de coluna hidráulica. O mesmo Edoux construiu, em 1889, um elevador de 160 metros de altura para a Torre Eiffel. Esses elevadores eram 20 vezes mais rápidos do que seus predecessores, que trabalhavam com tração. Em 1880, a empresa alemã Siemens & Halske utilizou energia elétrica na tração dos elevadores, subindo 22 metros em 11 segundos. O uso de eletricidade permitiu a introdução de interruptores para controlar o elevador em 1894.

## 2.2 CLP DE SEGURANÇA

Sistemas CLP de segurança trazem a programabilidade e a flexibilidade dos sistemas CLP tradicionais para aplicações de segurança complexas. Sua natureza programável significa que aplicações de segurança podem agora ser resolvidas com software em vez de sistemas de relés em cascata grandes e ligados por cabos. Isso torna atividades como Zone Control e procedimentos de acesso a máquinas simplificadas muito mais fáceis de se realizar. Módulos de segurança E/S são conectados a CLPs de segurança por meio de redes certificadas, reduzindo custos de fiação e permitindo que informações de diagnóstico avançado sejam monitoradas pelo CLP de segurança e compartilhadas com sistemas IHM. Isso resulta em custos reduzidos associados com fiação, localização de falhas e gerenciamento de equipamentos de produção, os benefícios dos CLPs de segurança incluem:

- a) *Flexibilidade*: CLPs de segurança são sistemas programáveis. Isso permite que os engenheiros de controle facilmente projetem aplicações nas quais o comportamento do sistema de segurança pode ser flexível e baseado no modo como a máquina está operando atualmente, a zona da máquina que está sendo acessada ou a tarefa que um operador ou técnico de manutenção está realizando. Isso significa que os CLPs de segurança podem ser usados para resolver aplicações que são difíceis, se não impossíveis, de resolver com sistemas de relés de segurança tradicionais.
- b) *Produtividade*: A programação flexível dos CLPs de segurança permite que os engenheiros de controle criem modos de manutenção de operação com capacidade de “encerramento limitado”, permitindo um acesso mais rápido a equipamentos de produção e tempos mais curtos de reinício, que ajudam a reduzir o tempo parado. O diagnóstico extensivo também auxilia na localização de falhas e conserto do sistema, melhorando o tempo médio entre reparações e reduzindo ainda mais o tempo parado e melhorando a produtividade.
- c) *Simplificação da Fiação*: Dispositivos de entrada e saída de segurança são conectados diretamente a módulos de segurança E/S. Esses módulos se comunicam com CLPs de segurança por meio de um único cabo de rede. Em aplicações que precisam de lógica ou têm dispositivos de segurança

distribuídos pelo equipamento, os sistemas de CLPs de segurança podem reduzir a quantidade de fiação e o esforço de comissionamento necessário para instalar e ligar o equipamento de produção.

- d) *Diagnóstico*: Os sistemas de CLP de segurança realizam verificações de diagnóstico internas e externas várias vezes por segundo. Módulos de segurança E/S também realizam verificações nos dispositivos de entrada e saída conectados. Essa informação pode ser facilmente disponibilizada para operadores e pessoal de manutenção, o que significa que a fonte exata de um evento de segurança pode frequentemente ser rapidamente identificada e a ação adequada pode ser tomada, reduzindo o tempo médio entre reparações, fazendo a máquina retornar à produção mais cedo.
- e) *Integração*: Os CLPs de segurança possibilitam que fabricantes de máquinas pensem na segurança como parte do controle normal da máquina, não como apenas uma peça que é adicionada no final. Como CLPs de segurança se comunicam em redes de automação padrão, eles permitem um fácil intertravamento entre o sistema de controle padrão e o sistema de segurança. Alguns sistemas de segurança são tão integrados que podem realizar todo o controle padrão da máquina (sequencial, de movimento, ...) mais o controle de segurança, tudo a partir de uma unidade.
- f) *Confiabilidade*: Sistemas de CLP de segurança são projetados especificamente para um alto tempo médio entre falhas e uma baixa probabilidade de falha sob solicitação.
- g) *Expansibilidade*: Sistemas de CLP de Segurança são facilmente expandidos. Módulos de E/S adicionais podem ser adicionados ao sistema e o código da aplicação pode ser facilmente modificado e expandido pelos engenheiros de controle.
- h) *Segurança*: Todos os CLPs de segurança têm uma “Assinatura de Segurança” associada a eles, um identificador que muda sempre que qualquer parte da configuração de segurança ou programa é modificado. Isso permite que verificações localizadas rápidas determinem que o sistema de segurança ainda está como era quando foi entregue. Além disso, alguns CLPs de segurança têm diversas camadas de proteção por senha para permitir que somente pessoal autorizado realize mudanças.

- i) *Certificação de Segurança*: CLPs de segurança são projetados para atender a padrões rígidos para sistemas de segurança programáveis. Para demonstrar sua adequação, eles são certificados por agências de testes profissionais para assegurar que atendem ao padrão adequado. Todos os sistemas de segurança Rockwell Automation são certificados pelo Grupo TÜV Rheinland para uso em aplicações de até SIL 3 per IEC 61508, ISO 13849-1.

## 2.3 AUTOMAÇÃO

A automação teve início nas linhas de montagem automotiva na década de 20, a partir desta época os avanços nesta área cresceram o que proporcionou um aumento na qualidade e quantidade de produção e redução de mão de obra e custos.

Segundo Silveira, P.R (2010), o avanço da automação está ligado à microeletrônica, à pneumática e à hidráulica, onde surgiram os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), que substituíram dispositivos mecânicos e contadores, diminuindo o consumo de energia, facilitando sua manutenção e instalação nos painéis de comando. A automação ocorre quando, um conceito e um conjunto de técnicas são unidas e constroem sistemas ativos capazes de atuar com eficiência ótima em determinados processos. Nestes processos, as informações provenientes do próprio sistema servem como parâmetros para efetuar o controle.

A partir dos anos 80, a evolução tecnológica dos CLPs, que atingiram um alto grau de integração, tanto no número de pontos como no tamanho físico, possibilitou o fornecimento de minis e micros CLPs, Georgini, M. (2006).

## 2.4 AÇO INOX

O inox, é um tipo de aço contendo pelo menos 10,5% de cromo, com composição química balanceada para ter uma melhor resistência à corrosão. A corrosão é a inimiga natural dos metais. Os aços comuns reagem com o oxigênio do ar formando uma camada superficial de óxido de ferro. Essa camada é extremamente

porosa e permite a continua oxidação do aço produzindo a corrosão, popularmente conhecida como "ferrugem".

Uma camada extremamente fina denominada camada passiva, contínua, estável e muito resistente formada sobre a superfície do Aço Inox, pela combinação do Oxigênio do ar com o Cromo do aço e que o protege contra a corrosão do meio ambiente.

Formação e característica da Camada Passiva aparece espontaneamente quando há presença de Cromo e Oxigênio. A formação é extremamente rápida, isto é, instantânea (Cromo e Oxigênio têm muita afinidade).

É muito estável (não se desprende) e está presente em toda a superfície do aço, não é porosa (bloqueia a ação do meio agressivo), e é praticamente invisível.

Cuidar bem do inox significa cuidar bem da Camada Passiva.

As principais famílias do Aço Inox são: Austeníticos – Ferríticos – Martensíticos.

Principais Atributos do Aço Inox:

- a) Alta resistência à corrosão
- b) Resistência mecânica adequada
- c) Facilidade de limpeza/Baixa rugosidade superficial
- d) Aparência higiênica
- e) Material inerte
- f) Facilidade de conformação
- g) Facilidade de união
- h) Resistência a altas temperaturas
- i) Resistência a temperaturas criogênicas (abaixo de 0 °C)
- j) Resistência às variações bruscas de temperatura
- k) Acabamentos superficiais e formas variadas
- l) Forte apelo visual (modernidade, leveza e prestígio)
- m) Relação custo/Benefício favorável
- n) Baixo custo de manutenção
- o) Material reciclável

Considerações importantes ao trabalhar com o Aço Inox:

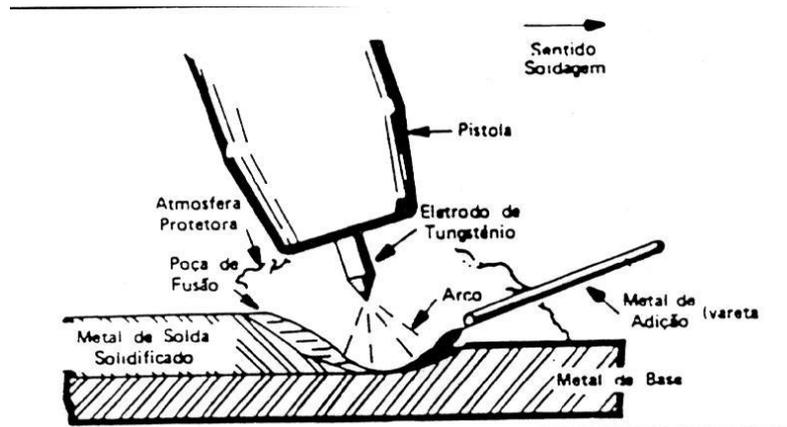
- a) Conheça o material
- b) Conheça as famílias do material
- c) Conheça o projeto onde será aplicado o Aço Inox
- d) Conheça os acabamentos superficiais disponíveis
- e) Mantenha suas instalações organizadas e limpas
- f) Adote uma identificação precisa
- g) Adote o planejamento da produção

## 2.5 SOLDA TIG

Sua fabricação conta também com um processo de soldagem, que por sua vez consegue realizar a junção das peças de inox realizando um acabamento de muita importância na peça, pois a solda, TIG uma abreviação de Tungsten Inert Gas (gás inerte tungstênio), trabalha com um gás onde ele evita o contato de eventuais sujeiras e resíduos que possam danificar a solda, como podemos observar na figura 01.

TIG é o processo de soldagem ao arco elétrico com proteção gasosa que utiliza eletrodo de tungstênio, um gás inerte, para proteger a poça de fusão, em que tungstênio é o material de que é feito o eletrodo e gás inerte refere-se ao gás que não reage com outros materiais. Na Alemanha, o processo TIG é conhecido como WIG, sigla de Wolfranium Inert Gas. O processo TIG apresenta variantes, tais como a soldagem TIG por pontos, TIG por corrente pulsada e TIG com arame quente ou "hot wire". O processo TIG também é conhecido por GTAW ou Gas Tungsten Arc Welding (soldagem a arco com gás tungstênio).

No processo TIG, o aquecimento é obtido por meio de um arco elétrico gerado com auxílio de um eletrodo não consumível de tungstênio o qual não deve se fundir para evitar defeitos ou descontinuidades no cordão de solda. O eletrodo e a poça de fusão são protegidos por uma atmosfera gasosa constituída de gás inerte, isto é, um gás que não reage com outros materiais, ou uma mistura de gases inertes, geralmente argônio ou hélio.



**Figura 1 - Processo de Soldagem**

**Fonte: Infosolda Processo TIG.**

O processo TIG permite soldar materiais com ou sem material de adição. Dependendo da aplicação da solda, é possível adicionar material à poça de fusão; nesse caso, o material deverá ser compatível com o metal de base.

O processo TIG foi desenvolvido na década de 40 para soldagem de aços inoxidáveis e de ligas de alumínio e magnésio; atualmente, é utilizado para soldar praticamente todos os metais.

O processo TIG é utilizado na soldagem de todos os tipos de juntas e chapas, principalmente as de espessura menor que 10mm. É um processo adequado a quase todos os metais, em especial titânio, zircônio, ligas de alumínio e magnésio, aços ligados, inoxidáveis, ligas de níquel e ligas especiais. É um processo bastante utilizado para soldagem de tubos, na indústria aeroespacial e nuclear e em trabalhos de reparação devido à facilidade em controlar o processo e à possibilidade de utilizar material de adição.

Este processo tem a vantagem de apresentar cordões de solda de alta qualidade, sem escória e sem respingos e pode ser empregado em todas as posições

e tipos de junta. Em razão de admitir um controle preciso de entrega térmica, a soldagem TIG é a mais adequada para unir metais de pequena espessura, para fazer cordões em componentes sensíveis ao calor, para trabalhos de manutenção e também para soldar pontos em chapas finas.

Uma desvantagem no processo TIG é que o trabalho só pode ser realizado em local coberto ou protegido; se utilizada no campo, a soldagem TIG sofre a influência da circulação de ar no local e a proteção fornecida pelo gás inerte é prejudicada; outra desvantagem é que na soldagem de chapas grossas sua produtividade é baixa.

### 3 ADEQUAÇÃO DO ELEVADOR

O elevador de carga, está situado em uma posição estratégica da indústria pois além de fornecer a matéria prima para os setores necessário, ele também atua como forma de escoar a produção já processada dos demais setores, agilizando a produção e deixando ambientes menos carregado o que dificulta a movimentação de pessoas, e materiais.

A tabela 01 a seguir demonstra todos os materiais utilizados para a adequação do elevador monta carga.

MATERIAS UTILIZADOS	QUANTIDADE
TUBO 40X40 INOX	6
TELA ONDULADA 1/4 INOX	4
SENSORES FIM DE CURSO SCHMERSAL	2
TRAVAS ELETROMAGNETICAS SCHMERSAL	2
BOTOEIRA PVC 3 FUROS	2
BOTOEIRA DE EMERGENCIA TIPO COGUMELO	2
BOTOES ANTIVANDALISMO INOX COM LED	5
CHAVE SECCIONADORA	1
CONTATOR SCHNEIDER 25A	2
RELÉ METALTEX 24 V	12
BASE DE RELÉ 24 V	12
DISJUNTOR SCHNEIDER 25 A	1
DISJUNTOR MONOFASICO SIEMENS 10ª	2
FORNE SCHMERSAL 100/240VAC 2,5ª	1
CLP SCHMERSAL PROTECT PSCBR-C- 100	1

**Tabela 1 - Materiais Utilizados na Implantação do Sistema**

### 3.1 SISTEMA ANTES DA ADEQUAÇÃO

O sistema que estava instalado no elevador apresentava diversas falhas. O elevador contava com um sistema de relé programável, (Siemens Logo), e também sensores indutivos para indicação de posicionamento em cada andar, botoeiras de emergência e sensores nas portas para identificação de portas abertas/fechadas.

Um dos grandes problemas apresentados por esse sistema instalado, nas partes móveis que são as portas de segurança dos andares, apresentavam espaços onde pessoas poderiam adentrar a parte da cabine de carregamento com o equipamento em funcionamento, não acionando sensores de segurança o que pode vir a causar acidentes graves. Os sensores das portas fechadas são do tipo indutivo o que podem ser facilmente burlados com objetos metálicos fazendo assim que a porta fique aberta sem segurança alguma. A estrutura dos portões, estava bastante danificada devido a corrosão do aço carbono material utilizado na antiga construção.



**Figura 2 - Porta Inferior do Elevador.**

Na parte de lógica da programação as deficiências apresentadas eram recorrentes principalmente nas paradas de emergência, quando pressionado a botoeira de emergência o elevador parava no local em que se encontrava, logo se por algum motivo a botoeira fosse despressionada o sistema operacional continuava o seu ciclo até o final sem uma possível inspeção visual do equipamento antes de retornar suas funções, no qual seria necessário um botão de reset para a função, o que deixaria o equipamento parado, até um próximo comando, tanto para elevar quanto para descer.

Além disso os componentes utilizados para a construção do antigo quadro de comando possuíam vários componentes que já estavam ultrapassados, dificultando assim a reposição de peças caso fossem danificados, como podemos ver na figura 03, o quadro contava com relés antigos e também uma identificação de cabos bastante precária.



**Figura 3 - Painel Antigo**

### 3.2 COMPONENTES UTILIZADOS NO PROJETO

Todos os componentes utilizados nessa adequação foram selecionados para atender as exigências de segurança do local de trabalho atendendo as normas regulamentadoras.

### 3.2.1 Controlador SCHMERSAL PROTECT PSCBR-C-100

Os controladores de segurança SCHMERSAL PSCBR 10/11 e 100 se adequam as necessidades da NR12 e as principais normas relativas à segurança: ISO13849-1.

Suas características são:

- a) CLP modular
- b) Certificado pela TUV Rheinland Alemã
- c) Bornes removíveis
- d) Programação em blocos
- e) Fixação padrão trilho DIN
- f) Sinalização de Status e Falhas
- g) Comunicação através dos principais protocolos do mercado

Seus benefícios são:

- a) Produto compacto
- b) Fácil instalação
- c) Entradas rápidas (2ms)
- d) Entradas analógicas

Os controladores PSCBR possuem como base um sistema modular, que oferece ao usuário grande variedade de cartões de entradas e saídas, atendendo aos mais diversos segmentos industriais, metalúrgicas, farmacêuticas, de embalagens, de robôs e máquina em geral. Para facilitar ainda mais a programação, o software contém blocos próprios para trabalhar com os principais dispositivos de segurança: cortinas de luzes, chaves eletromecânicas. Comando bi manual, sensores, botão de emergência, entre outros.

Além do monitoramento de dispositivos de segurança em geral, o PSCBR também pode monitorar encoder incremental, encoder com resolver.



**Figura 4 - CLP Segurança SCHMERSAL PSCBR**

O modelo instalado no elevador para fazer o monitoramento de segurança PSCBR-C-100 modelo CPU modular possui 14 entradas seguras 20mA, 20 entradas/saídas configurável, saídas de segurança a transistor 250mA 2, e também 2 a relé 2A, 6 saídas auxiliares a transistor 250mA e 2 saídas pulsadas para monitoramento de curto-circuito.

### 3.2.2 Sensor Fim de Curso Schmersal

Os sensores usados no nosso projeto foram os sensores fim de curso, que são chaves acionadas mecanicamente, por meio de um rolete mecânico, ou gatilho (rolete escamoteável), fazendo com que seus contatos sejam invertidos ao serem acionadas, ajustados corretamente atendem as necessidades do local a serem instalados, e posicionados corretamente fazem com que o elevador atinja o nível do piso superior quanto inferior.



**Figura 5 - Sensor Fim-de-Curso SCHMERSAL**

### 3.2.3 Travas Eletromagnéticas



**Figura 6 - Trava Eletromagnética SCHMERSAL AZM-415.**

Esse modelo de trava eletromagnética foi escolhido para o sistema devido a sua confiabilidade, e compatibilidade com o modelo de controlador lógico escolhido o CLP SCHMERSAL PSCBR-100.

Devido a sua robustez, força de bloqueio 3500 N, IP 67, força de retenção ajustável até 400N. A linha AZM 415, apresenta várias opções para poder adaptar-se a todo o tipo de necessidade:

- a) Rearme através de chave
- b) Desbloqueio através de botão
- c) Desbloqueio através de seletor de chave
- d) Placa de montagem para fácil instalação
- e) Força de retenção ajustável presente em todos os modelos
- f) Tensão de trabalho 12vdc,24vac/dc 110vac e 230vac.
- g) 6 possíveis elementos de contato escolha: NA e NF, de abertura forçada
- h) Bloqueio e desbloqueio por tensão.

Adequado a portas de correr, permite o feixe com segurança evitando desajustes não desejados, como o sistema de segurança do CLP, atua com duplo canal ao destravar e travar a porta ele abre/fecha dois de seus contatos internamente, isso deixa a porta do elevador totalmente segura para operação, pois não há possibilidades de algum colaborador tentar "burlar" o sistema de acionamento da máquina, fazendo com que a porta somente abra quando o elevador chegue ao seu andar.



**Figura 7 - Trava Eletromagnética SCHMERSAL AZM-415 Interna**

### 3.2.4 Botoeiras Antivandalismo com LED

Botoeiras específicas foram instaladas devido a umidade do ambiente e robustez, também adequadas a normas de segurança, botões de alta resistência, corpo de aço inox e vedação interna contra entrada de líquidos, furação para painel de 22mm.

Especificações:

- a) Alta resistência de contato inicial 100m om máximo.
- b) Vida elétrica estendida 50.000 operações por minuto
- c) Resistência de isolação 1 G  $\Omega$  mínimo. 500v
- d) Rigidez dielétrica 1500VCA/VAC – 1 minuto
- e) Temperatura de operação -20 a 70 graus
- f) Grau de proteção IP-65
- g) Possui uma ligação com um contato NA e outro NF, contato para ligação do LED sinalizador.

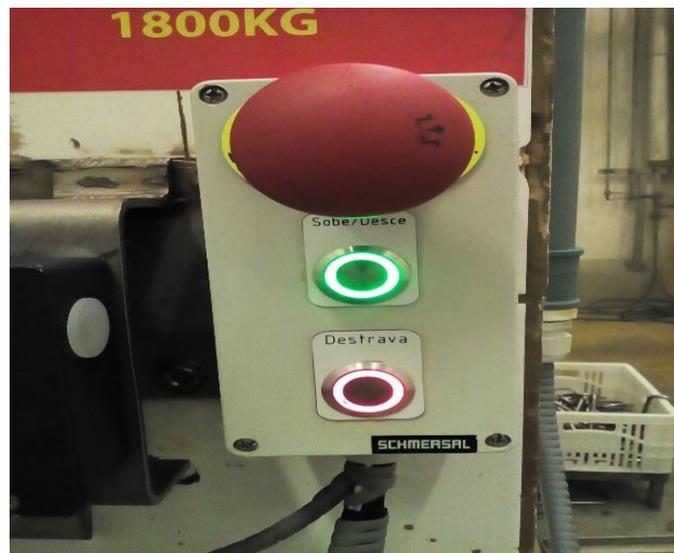


Figura 8 – Botoeiras Antivandalismo com Led

### 3.2.5 Proteções Móveis do Equipamento

A fabricação de peças para as proteções móveis do elevador foram confeccionadas por uma terceirizada, que trabalha para a empresa realizando este tipo de serviço. Como grande parte das estruturas do elevador eram de aço carbono, optou-se pela fabricação das proteções já nos requisitos de segurança adequada, pelo material aço inox. Sua composição atende as necessidades da empresa, pois por se tratar de um ambiente com muita umidade, ele é o que mais suporta este tipo de ambiente insalubre.



**Figura 9 – Porta com Estrutura em Aço Inox**

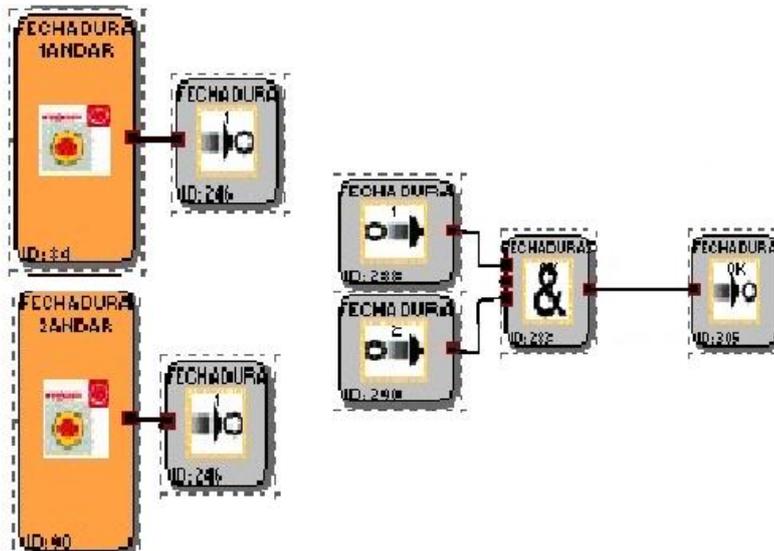
### 3.3 IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

O quadro foi desenvolvido no setor que é responsável pela manutenção rotineira do equipamento, o setor Elétrica, incorporando componentes modernos e de maior durabilidade. A retirada do relé programável LOGO SOFT SIEMENS, e instalado um CLP de segurança SCHMERSAL PSCBR-C-100-BR adequado as normas de segurança. A figura 10, mostra todos os blocos utilizados para realizar a programação do elevador monta-carga ao lado de cada figura sua respectiva definição toda linguagem.



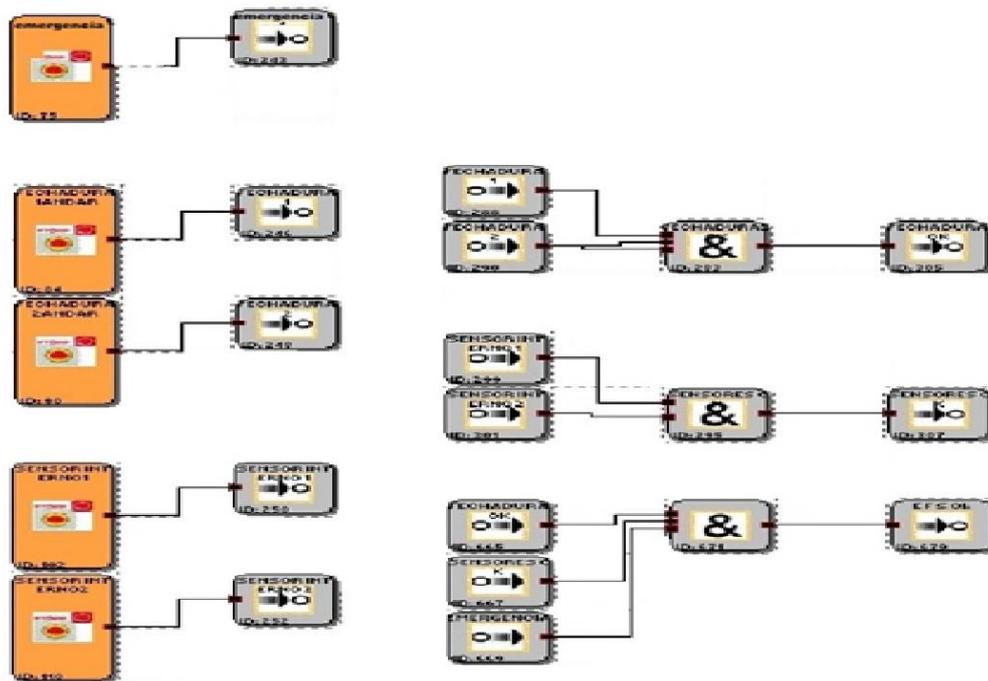
Figura 10 - Símbolos Utilizados na Linguagem de Programação.

A figura 11, mostra parte da linguagem em blocos pré-definidos pelo próprio software MODULAR PSCBR-C-100-BR,



**Figura 11 - Parte da Programação em Blocos**

Na figura 11 é possível identificar a parte lógica de programação das duas travas de segurança onde, ao se encontrarem fechadas, ambas mandam um sinal 0 ou 1 para o BIT de entrada, esse por sua vez repassa o sinal para o BIT de saída lógica que chega até porta lógica “E”, deixando essa ação coerente para o funcionamento.



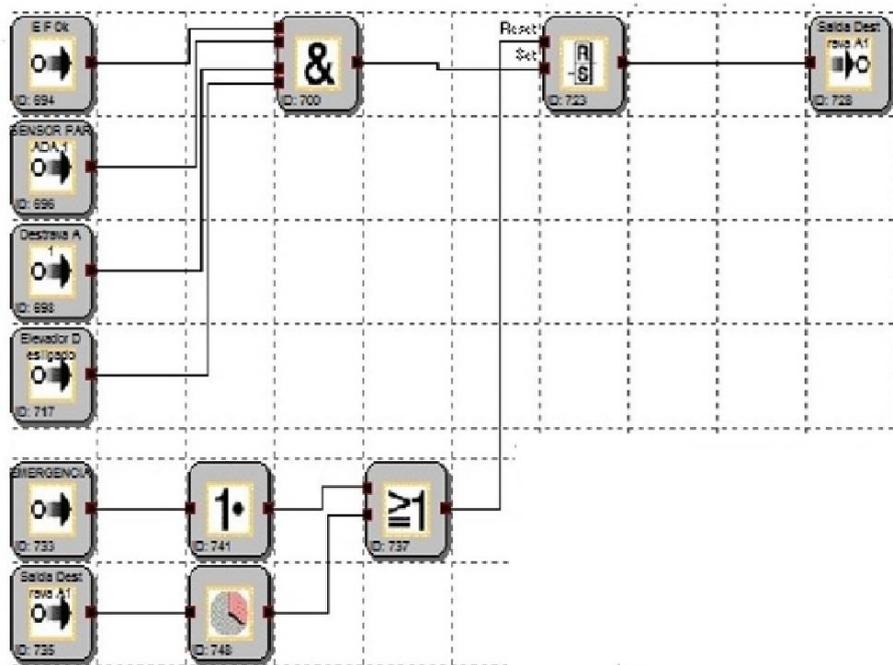
**Figura 12 - Linguagem de Programação**

A figura 12 demonstra a primeira parte lógica da programação, que faz referência aos componentes de segurança onde é interpretado da seguinte maneira; O CLP de segurança inspeciona as entradas do botão de emergência, as duas fechaduras e os dois sensores internos de posicionamento. As três portas lógicas “E”, liberam a condição para o processo seguinte de operação.

A primeira lógica representa o sinal das fechaduras, se as duas fechaduras estiverem fechadas elas enviarão um sinal 1 para a entrada de memória da porta lógica, que posteriormente repassa esse sinal para outra condição.

A segunda porta lógica recebe o sinal dos sensores internos, que ao receber o sinal 1, deixa apto a realizar o restante da programação.

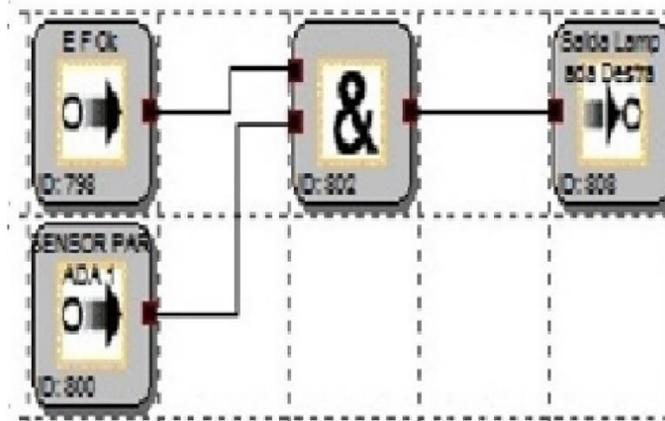
A terceira porta lógica recebe o sinal dos três Bits de saída, onde devido a programação simplifica o bit de emergência, fechaduras e sensores internos para uma única saída, a saída EFS.



**Figura 13 - Lógica de Programação Destrava Porta**

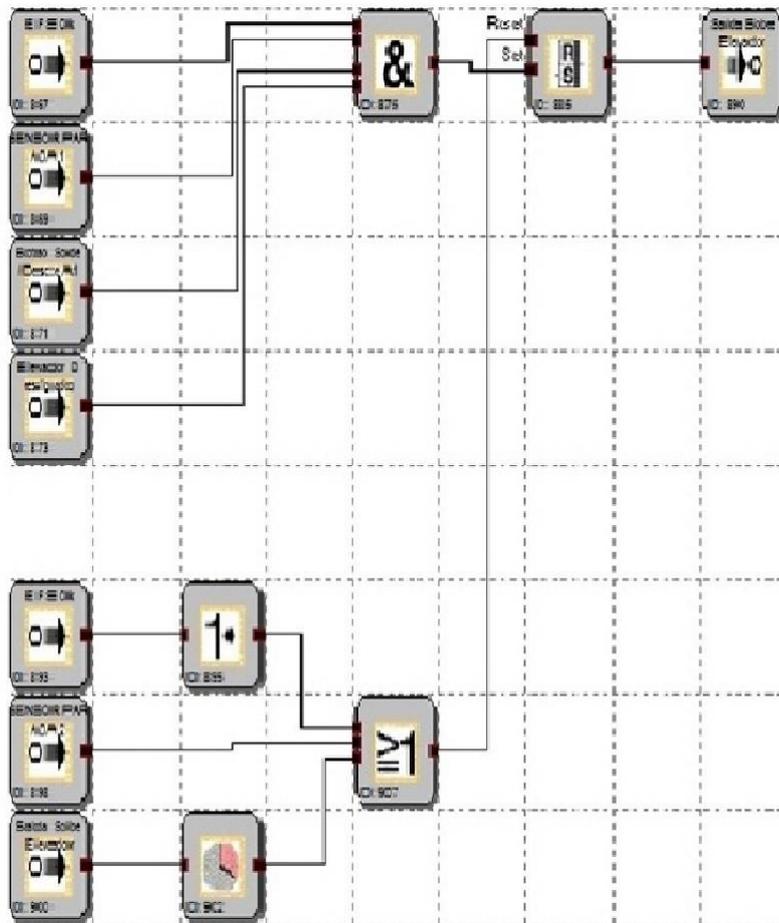
A figura 13 representa a lógica de destravar a porta de segurança, uma porta lógica “E” define a condição que pode ser interpretada a seguinte maneira, se o bit de emergência/fechaduras, elevador estiver parado, e o sensor do andar estiver acionado ao pressionar o botão de destravar a porta a condição irá mandar um sinal para o Bit de saída de memória que imantará a bobina liberando a trava magnética. A programação de parada de emergência e trava de segurança representada na parte final da figura 13 demonstra que se a emergência for pressionada, ele trava o elevador a qualquer momento sobrepondo a qualquer lógica, o bit de saída de memória da emergência sempre irá mandar um sinal 1, pois como está instalado em um contato NF, a porta lógica inversora anula o sinal positivo para 0, e ao pressionar ele inverte a função.

Ao pressionar o botão de destravar um sinal é enviado a bobina da trava e outro para um temporizador que se por algum motivo o operador não destravar a porta em 10 segundos, automaticamente ele irá travar evitando assim que a porta fique aberta.



**Figura 14 - Lógica de Sinalização Led Destruvar Porta**

A figura 14 representa a parte de sinalização do LED para destravar a porta, se a emergência/fechadura e o elevador chegar no sensor de parada do andar desejado ele acionará o LED, sinalizando que o elevador já chegou no andar e pode ser manuseado corretamente.



**Figura 15 -Lógica de Programação Sobe/Desce**

A figura 15 representa a movimentação do elevador, a porta lógica “E” recebe o sinal da saída de memória da emergência/fechadura/sensor, do sensor de parada, que é o sensor que o elevador monta-carga se encontra, e o sinal de elevador desligado, ao pressionar o botão de sobe/desce ele irá mandar um sinal para entrada de memória que irá acionar k1 e k2 movimentando o elevador.

Uma porta lógica “OU” define a opção de parada de emergência ou parada normal, ao receber um sinal do Bit de saída de emergência/fechadura/sensor, esse sinal passa por uma porta inversora que se por algum motivo o sinal for perdido ele irá fazer com que o elevador pare instantaneamente, sendo assim somente possível dar continuidade resolvendo o problema apresentado e pressionando o botão de emergência que por sua vez inspeciona todas as entradas da lógica de programação. Se não ocorrer nenhum problema o elevador irá se movimentar normalmente e irá para somente no sensor de parada desejado, outra opção de segurança que está na

lógica e a parada de emergência temporizada se por algum motivo o sinal do sensor de posição do andar não acionar, logo que foi pressionado para movimentar o elevador, um sinal é enviado para um temporizador que serve como segurança, digamos que o elevador demore 40 segundos para realizar sua movimentação esse temporizador irá estar programado para pará-lo em 43 segundos servindo como uma parada em caso de perda de sinal, indicando falha e somente resetado quando resolvido o problema de sinal.

Foram Instalados, chave seccionadora na porta do painel onde apenas tem-se o acesso ao interior do quadro quando a mesma está desligada, pois com um sistema de trava mecânica ela prende a porta do painel, relés de maior durabilidade e fácil instalação, botão de reset com indicação luminosa na porta do painel, figura 16 , esse botão resetará toda a ação de emergência que ocorreu no equipamento, ao pressionar essa botoeira apenas resetará o equipamento se toda a lógica de segurança estiver corretamente, conforme sugere a Norma Regulamentadora 12.63. A parada de emergência deve exigir rearme, ou reset manual, a ser realizado somente após a correção do evento que motivou o acionamento da parada de emergência.

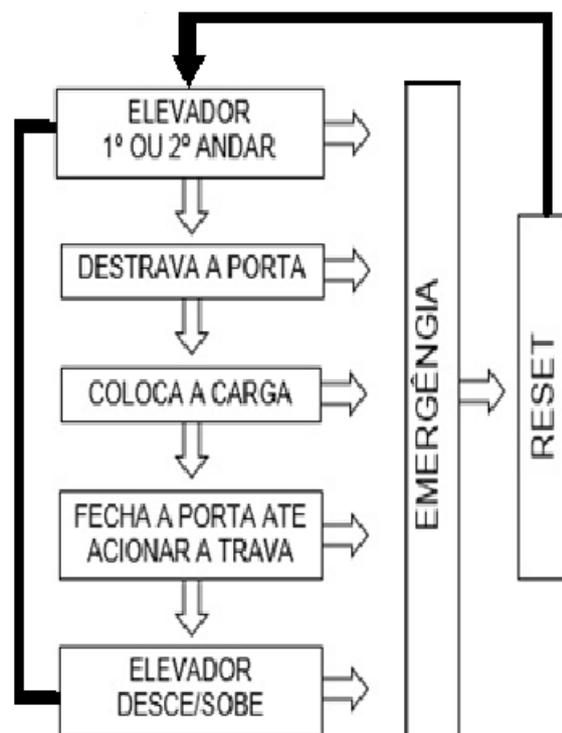


**Figura 16 - Botoeira Reset Centro Painel**

As botoeiras em aço inox com LED de indicação, também estão de acordo as normas pois além de sinalizar onde o elevador se encontra, possui um contato NA, e

outro NF o que possibilita o Intertravamento evitando que o operador consiga efetuar uma ação indevida, o inox da estrutura da peça faz com que a umidade existente no ambiente não danifique o material, eventualmente aumentando a vida útil da peça.

As travas eletromagnéticas instaladas no equipamento realizam uma função muito importante, por fornecer dois contatos, NA interligados diretamente com o CLP, a ação de abrir a porta só ocorre quando o elevador estiver corretamente no nível evitando que a mesma abra fora de posição, impossibilitando também algum tipo de sabotagem da trava pois um contato depende do outro na lógica de programação do CLP. Quando o elevador chega ao seu andar definido a botoeira de destravar o elevador acende o LED, sinalizando assim que o operador pode abrir a porta, se acionado a botoeira de destravar e o operador não abrir a porta, após alguns segundos ele trava novamente automático deixando-o sempre fechado mesmo estando sem uso, os cabos foram todos anilhados corretamente fazendo assim uma melhor identificação, para possíveis manutenções futuras, segue abaixo um fluxograma de funcionamento do monta-carga, figura 17.



**Figura 17 - Fluxograma de Funcionamento**

As proteções móveis do equipamento, as portas, foram confeccionadas com um material que suporte a situação insalubre do ambiente, o aço inox. A fabricação desses componentes foi destinada a uma empresa terceirizada, que atua no processo de soldagem e fabricação; cantoneiras e telas foram dimensionadas para que abrangessem toda a área do local, evitando assim espaços para possíveis riscos de acidentes.

Para melhor manuseio do elevador foram criados manuais de orientações e utilização ao lado das portas para que o colaborador possa estar ciente com relação aos procedimentos a serem tomados para realizar suas tarefas. A figura 18 mostra as orientações para uso do elevador, trazendo a categoria, capacidade máxima de trabalho e algumas ações de operação. A figura 19 ilustra o procedimento padrão para se operar elevador monta-carga.

Todo esse processo de implantação demorou 2 meses para ser realizado, devido a necessidade de não parar o equipamento durante a produção. Primeiramente foram fabricadas todas as partes fora do local destinado, portas e quadro de comando e posteriormente aplicados ao local, levando exatos dois dias para a conclusão da instalação e realização de testes.

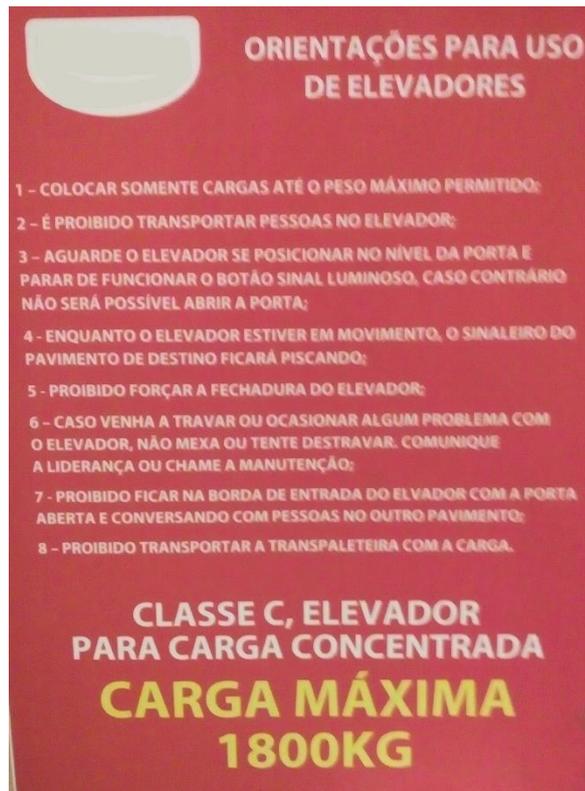


Figura 18 - Orientações Para Uso do Elevador Monta Carga.

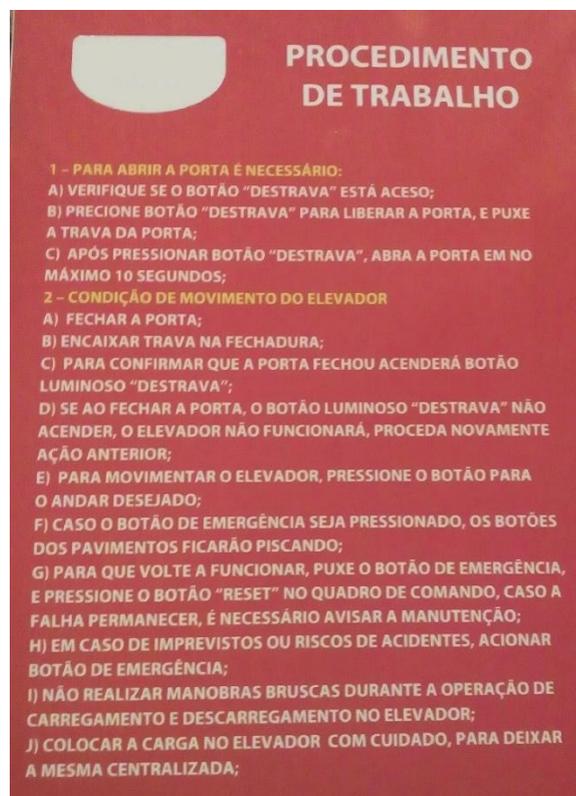


Figura 19 - Procedimento de Trabalho

#### 4. CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

O custo total do projeto levando em consideração algumas peças que ainda foram utilizadas do antigo sistema como inversor de frequência, quadro de comando que fora trocado somente o espelho, motor e caixa redutora, cabos de sustentação e a estrutura da caixa do elevador, estão dispostos na tabela 02.

MATERIAS UTILIZADOS	QUANTIDADE	VALOR
TUBO 40X40 INOX 6 M	6	R\$ 720
TELA ONDULADA 1/4 INOX	4	R\$ 600
SENSORES FIM DE CURSO SCHMERSAL	2	R\$ 220
TRAVAS ELETROMAGNETICAS SCHMERSAL	2	R\$ 4.600
BOTOEIRA PVC 3 FUIROS	2	R\$ 66
BOTOEIRA DE EMERGENCIA TIPO COGUMELO	2	R\$ 42
BOTOES ANTIVANDALISMO INOX COM LED	5	R\$ 620
CHAVE SECCIONADORA	1	R\$ 140
CONTATOR SCHNEIDER 25A	2	R\$ 341
RELÉ METALTEX 24 V	12	R\$ 180
BASE DE RELÉ 24 V	12	R\$ 110
DISJUNTOR SCHNEIDER 25 A	1	R\$ 270
DISJUNTOR MONOFASICO SIEMENS 10 <sup>a</sup>	2	R\$ 45
FONTE SCHMERSAL 100/240VAC 2,5 <sup>a</sup>	1	R\$ 450
CLP SCHMERSAL PROTECT PSCBR-C-100	1	R\$ 8.000
MAO DE OBRA FUNCIONÁRIOS TERCERIZADOS	80 hrs	R\$ 3.600
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 20.004</b>

**Tabela 2 - Custo da Implantação Total**

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como se trata de uma empresa antiga que está em constante ampliação, algumas reformas para deixar o equipamento mais seguro e modernizado vem acontecendo com bastante frequência, buscando assim uma maior vida útil e harmonizando o ambiente de trabalho empresa/colaborador pois assim a empresa proporciona ao colaborador um ambiente de trabalho seguro para que ele possa desenvolver o seu trabalho corretamente.

Com as modificações realizadas no elevador monta-carga, o equipamento passou a operar com maior segurança, evitando assim todo e qualquer risco de acidente grave relacionado a possíveis falhas tanto na parte lógica quanto na parte física da implantação. As medidas adotadas que visaram a segurança do operador foram todas seguidas conforme orienta a norma regulamentadora-12.

A norma regulamentadora-12 que se encontra no apêndice B, pode-se aplicar a diversos tipos de máquina, possibilitada através de sua leitura e interpretação, mas o importante é salientar que as normas estão em constante mudança, fazendo assim que o profissional de manutenção sempre realize novos reparos para adequações.

## REFERÊNCIAS

ABINOX. **Abc do Aço Inox**. Disponível em: <<http://www.abinox.org.br/aco-inox-abc-do-aco-inox.php>>. Acesso em 26 de Abril. 2016.

BIOMETRIA STORE. **Botoeira Anti-vandalismo**. Disponível em: <<http://biometria.com.br/site/products-page/acessorios/botoeira-anti-vandalismo>>. Acesso em: 01 de Maio. 2016

CLARO, Anderson. **Transportes Verticais**, 2002. Disponível em: <[http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2002-2/Transportes\\_Verticais/index.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2002-2/Transportes_Verticais/index.htm)>. Acesso em: 03 de Dez. 2015.

GEORGINI, Marcelo. **Automação Aplicada**: descrição e implementação de sistemas seqüenciais com plcs. São Paulo: Editora Érica, 2006.

GUIA TRABALHISTA. **NR12**. Disponível em: <[http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12.htm#Sistemas\\_de\\_seguranca\\_](http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12.htm#Sistemas_de_seguranca_)>. Acesso em 30 de Abr. 2016.

MEGASUL ELEVADORES. **A Origem dos Elevadores**. Disponível em: <<http://megasulelevadores.blogspot.com.br/search?updated-max=2011-07-12T19:08:00-03:00&max-results=7&start=21&by-date=false>>. Acesso em 25 de Abril. 2016.

PARANÁ PORTAL. **BRDE**. Disponível em: <<http://acervo.paranaportal.com.br/blog/tag/brde/page/2/>>. Acesso em: 30 de Março. 2016

ROCKWELL AUTOMATION. **Características Gerais das Soluções de Segurança Programáveis.** Disponível em:

<<http://www.ab.com/pt/epub/catalogs/3377539/5866177/5985760/6388285/7757299/introduction.html>>. Acesso em 02 de Maio. 2016.

SCHMERSAL. **CLP de Segurança PSC-BR 10/100.** Disponível em:

<<http://www.schmersal.com.br/produtos/seguranca/produto/action/detail/product/clp-de-seguranca-psc-br-10100/>>. Acesso em: 01 de Maio. 2016

SILVEIRA, Paulo R. da; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto.** São Paulo: Editora Érica, 2010.

## APENDICE A - NR-12 Dispositivos de partida, acionamento e parada.

12.24. Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que:

- a) não se localizem em suas zonas perigosas;
- b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador;
- c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
- d) não acarretem riscos adicionais; e
- e) não possam ser burlados.

12.25. Os comandos de partida ou acionamento das máquinas devem possuir dispositivos que impeçam seu funcionamento automático ao serem energizadas.

12.26. Quando forem utilizados dispositivos de acionamento do tipo comando bimanual, visando a manter as mãos do operador fora da zona de perigo, esses devem atender aos seguintes requisitos mínimos do comando:

- a) possuir atuação síncrona, ou seja, um sinal de saída deve ser gerado somente quando os dois dispositivos de atuação do comando -botões- forem atuados com um retardo de tempo menor ou igual a 0,5 s (cinco segundos);
- b) estar sob monitoramento automático por interface de segurança;
- c) ter relação entre os sinais de entrada e saída, de modo que os sinais de entrada aplicados a cada um dos dois dispositivos de atuação do comando devem juntos se iniciar e manter o sinal de saída do dispositivo de comando bimanual somente durante a aplicação dos dois sinais;
- d) o sinal de saída deve terminar quando houver desacionamento de qualquer dos dispositivos de atuação de comando;
- e) possuir dispositivos de comando que exijam uma atuação intencional a fim de minimizar a probabilidade de comando acidental;
- f) possuir distanciamento e barreiras entre os dispositivos de atuação de comando para dificultar a burla do efeito de proteção do dispositivo de comando bimanual; e
- g) tornar possível o reinício do sinal de saída somente após a desativação dos dois dispositivos de atuação do comando.

12.27. Nas máquinas operadas por dois ou mais dispositivos de comando bimanuais, a atuação síncrona é requerida somente para cada um dos dispositivos de comando bimanuais e não entre dispositivos diferentes que devem manter simultaneidade entre si.

12.28. Os dispositivos de comando bimanual devem ser posicionados a uma distância segura da zona de perigo, levando em consideração:

- a) a forma, a disposição e o tempo de resposta do dispositivo de comando bimanual;
- b) o tempo máximo necessário para a paralisação da máquina ou para a remoção do perigo, após o término do sinal de saída do dispositivo de comando bimanual; e
- c) a utilização projetada para a máquina.

12.29. Os comandos bimanuais móveis instalados em pedestais devem:

- a) manter-se estáveis em sua posição de trabalho; e
- b) possuir altura compatível com o posto de trabalho para ficar ao alcance do operador em sua posição de trabalho.

12.30. Nas máquinas e equipamentos cuja operação requeira a participação de mais de uma pessoa, o número de dispositivos de acionamento simultâneos deve corresponder ao número de operadores expostos aos perigos decorrentes de seu acionamento, de modo que o nível de proteção seja o mesmo para cada trabalhador.

12.30.1. Deve haver seletor do número de dispositivos de acionamento em utilização, com bloqueio que impeça a sua seleção por pessoas não autorizadas.

12.30.2. O circuito de acionamento deve ser projetado de modo a impedir o funcionamento dos comandos habilitados pelo seletor enquanto os demais comandos não habilitados não forem desconectados.

12.30.3. Os dispositivos de acionamento simultâneos, quando utilizados dois ou mais, devem possuir sinal luminoso que indique seu funcionamento.

12.31. As máquinas ou equipamentos concebidos e fabricados para permitir a utilização de vários modos de comando ou de funcionamento que apresentem níveis de segurança diferentes, devem possuir um seletor que atenda aos seguintes requisitos:

- a) bloqueio em cada posição, impedindo a sua mudança por pessoas não autorizadas;
- b) correspondência de cada posição a um único modo de comando ou de funcionamento;

c) modo de comando selecionado com prioridade sobre todos os outros sistemas de comando, com exceção da parada de emergência; e

d) a seleção deve ser visível, clara e facilmente identificável.

12.32. As máquinas e equipamentos, cujo acionamento por pessoas não autorizadas possam oferecer risco à saúde ou integridade física de qualquer pessoa, devem possuir sistema que possibilite o bloqueio de seus dispositivos de acionamento.

12.33. O acionamento e o desligamento simultâneo por um único comando de um conjunto de máquinas e equipamentos ou de máquinas e equipamentos de grande dimensão devem ser precedidos de sinal sonoro de alarme.

12.34. Devem ser adotadas, quando necessárias, medidas adicionais de alerta, como sinal visual e dispositivos de telecomunicação, considerando as características do processo produtivo e dos trabalhadores.

12.35. As máquinas e equipamentos comandados por radiofrequência devem possuir proteção contra interferências eletromagnéticas acidentais.

12.36. Os componentes de partida, parada, acionamento e outros controles que compõem a interface de operação das máquinas devem:

a) operar em extra-baixa tensão de até 25V (vinte e cinco volts) em corrente alternada ou de até 60V (sessenta volts) em corrente contínua; e

b) possibilitar a instalação e funcionamento do sistema de parada de emergência, conforme itens 12.56 a 12.63 e seus subitens.

12.37. O circuito elétrico do comando da partida e parada do motor elétrico de máquinas deve possuir, no mínimo, dois contatores com contatos positivamente guiados, ligados em série, monitorados por interface de segurança ou de acordo com os padrões estabelecidos pelas normas técnicas nacionais vigentes e, na falta destas, pelas normas técnicas internacionais, se assim for indicado pela análise de risco, em função da severidade de danos e frequência ou tempo de exposição ao risco.

## Sistemas de segurança

12.38: As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e

dispositivos de segurança interligados, que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

12.38.1: A adoção de sistemas de segurança, em especial nas zonas de operação que apresentem perigo, deve considerar as características técnicas da máquina e do processo de trabalho e as medidas e alternativas técnicas existentes, de modo a atingir o nível necessário de segurança previsto nesta Norma.

12.39: Os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender aos seguintes requisitos:

- a) Ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes; 25
- b) Estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado;
- c) Possuir conformidade técnica com o sistema de comando a que são integrados;
- d) Instalação de modo que não possam ser neutralizados ou burlados;
- e) Manterem-se sob vigilância automática, ou seja, monitoramento, de acordo com a categoria de segurança requerida, exceto para dispositivos de segurança exclusivamente mecânicos; e
- f) Paralisação dos movimentos perigosos e demais riscos quando ocorrerem falhas ou situações anormais de trabalho.

12.40: Os sistemas de segurança, de acordo com a categoria de segurança requerida, devem exigir rearme, ou reset manual, após a correção da falha ou situação anormal de trabalho que provocou a paralisação da máquina.

12.41: Para fins de aplicação desta Norma, considera-se proteção o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser:

- a) Proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas; *(Alterada pela Portaria MTE n.º 1.893, de 09 de dezembro de 2013)*
- b) Proteção móvel, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar a dispositivos de intertravamento.

12.42: Para fins de aplicação desta Norma, consideram-se dispositivos de segurança os componentes que, por si só ou interligados ou associados a proteções, reduzam os riscos de acidentes e de outros agravos à saúde, sendo classificados em:

- a) Comandos elétricos ou interfaces de segurança: dispositivos responsáveis por realizar o monitoramento, que verificam a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema e impedem a ocorrência de falha que provoque a perda da função de segurança, como relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e controlador lógico programável - CLP de segurança;
- b) Dispositivos de intertravamento: chaves de segurança eletromecânicas, com ação e ruptura positiva, magnéticas e eletrônicas codificadas, optoeletrônicas, sensores indutivos de segurança e outros dispositivos de segurança que possuem a finalidade de impedir o funcionamento de elementos da máquina sob condições específicas;
- c) Sensores de segurança: dispositivos detectores de presença mecânicos e não mecânicos, que atuam quando uma pessoa ou parte do seu corpo adentra a zona de perigo de uma máquina ou equipamento, enviando um sinal para interromper ou impedir o início de funções perigosas, como cortinas de luz, detectores de presença optoeletrônicas, laser de múltiplos feixes, barreiras óticas, monitores de área, ou scanners, batentes, tapetes e sensores de posição;
- d) Válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de mesma eficácia;
- e) Dispositivos mecânicos, como: dispositivos de retenção, limitadores, separadores, empurradores, inibidores, defletores e retráteis; e
- f) Dispositivos de validação: dispositivos suplementares de comando operados manualmente, que, quando aplicados de modo permanente, habilitam o dispositivo de acionamento, como chaves seletoras bloqueáveis e dispositivos bloqueáveis.

12.43: Os componentes relacionados aos sistemas de segurança e comandos de acionamento e parada das máquinas, inclusive de emergência, devem garantir a manutenção do estado seguro da máquina ou equipamento quando ocorrerem flutuações no nível de energia além dos limites considerados no projeto, incluindo o corte e restabelecimento do fornecimento de energia.

12.44: A proteção deve ser móvel quando o acesso a uma zona de perigo for requerido uma ou mais vezes por turno de trabalho, observando-se que:

- a) A proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento quando sua abertura não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco;
- b) A proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio quando sua abertura possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco.

12.45: As máquinas e equipamentos dotados de proteções móveis associadas a dispositivos de intertravamento devem:

- a) Operar somente quando as proteções estiverem fechadas;
- b) Paralisar suas funções perigosas quando as proteções forem abertas durante a operação; e
- c) Garantir que o fechamento das proteções por si só não possa dar início às funções perigosas.

12.46: Os dispositivos de intertravamento com bloqueio associados às proteções móveis das máquinas e equipamentos devem:26

- a) Permitir a operação somente enquanto a proteção estiver fechada e bloqueada;
- b) Manter a proteção fechada e bloqueada até que tenha sido eliminado o risco de lesão devido às funções perigosas da máquina ou do equipamento; e
- c) Garantir que o fechamento e bloqueio da proteção por si só não possa dar início às funções perigosas da máquina ou do equipamento.

12.47: As transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, acessíveis ou expostos, devem possuir proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, que impeçam o acesso por todos os lados.

12.47.1: Quando utilizadas proteções móveis para o enclausuramento de transmissões de força que possuam inércia, devem ser utilizados dispositivos de intertravamento com bloqueio.

12.47.2: O eixo cardã deve possuir proteção adequada, em perfeito estado de conservação em toda a sua extensão, fixada na tomada de força da máquina desde a cruzeta até o acoplamento do implemento ou equipamento.

12.48: As máquinas e equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes, projeção de materiais, partículas ou substâncias, devem possuir proteções que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores.

12.49: As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança:

- a) Cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas;
- b) Ser constituídas de materiais resistentes e adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas;
- c) Fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos;
- d) Não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções;
- e) Não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;
- f) Resistir às condições ambientais do local onde estão instaladas;
- g) Impedir que possam ser burladas;
- h) Proporcionar condições de higiene e limpeza;
- i) Impedir o acesso à zona de perigo;
- j) Ter seus dispositivos de intertravamento protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão, se necessário;
- k) Ter ação positiva, ou seja, atuação de modo positivo; e
- l) Não acarretar riscos adicionais.

12.50: Quando a proteção for confeccionada com material descontínuo, devem ser observadas as distâncias de segurança para impedir o acesso às zonas de perigo, conforme previsto no Anexo I, item A.

12.51: Durante a utilização de proteções distantes da máquina ou equipamento com possibilidade de alguma pessoa ficar na zona de perigo, devem ser adotadas medidas adicionais de proteção coletiva para impedir a partida da máquina enquanto houver pessoas nessa zona.

12.52: As proteções também utilizadas como meio de acesso por exigência das características da máquina ou do equipamento devem atender aos requisitos de resistência e segurança adequados a ambas as finalidades.

12.53: Deve haver proteção no fundo dos degraus da escada, ou seja, nos espelhos, sempre que uma parte saliente do pé ou da mão possa contatar uma zona perigosa.

12.54: As proteções, dispositivos e sistemas de segurança devem integrar as máquinas e equipamentos, e não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim.

12.55: Em função do risco, poderá ser exigido projeto, diagrama ou representação esquemática dos sistemas de segurança de máquinas, com respectivas especificações técnicas em língua portuguesa.

12.55.1: Quando a máquina não possuir a documentação técnica exigida, o seu proprietário deve constituí-la, sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado e com respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura - ART/CREA.

#### Dispositivos de parada de emergência.

12.56. As máquinas devem ser equipadas com um ou mais dispositivos de parada de emergência, por meio dos quais possam ser evitadas situações de perigo latentes e existentes.

12.56.1: Os dispositivos de parada de emergência não devem ser utilizados como dispositivos de partida ou de acionamento.

12.56.2: Excetua-se da obrigação do subitem 12.56.1 as máquinas manuais, as máquinas auto propelidas e aquelas nas quais o dispositivo de parada de emergência não possibilita a redução do risco.

12.57: Os dispositivos de parada de emergência devem ser posicionados em locais de fácil acesso e visualização pelos operadores em seus postos de trabalho e por outras pessoas, e mantidos permanentemente desobstruídos.

12.58: Os dispositivos de parada de emergência devem:

- a) Ser selecionados, montados e interconectados de forma a suportar as condições de operação previstas, bem como as influências do meio;
- b) Ser usados como medida auxiliar, não podendo ser alternativa a medidas adequadas de proteção ou a sistemas automáticos de segurança;
- c) Possuir acionadores projetados para fácil atuação do operador ou outros que possam necessitar da sua utilização;

- d) Prevalecer sobre todos os outros comandos;
- e) Provocar a parada da operação ou processo perigoso em período de tempo tão reduzido quanto tecnicamente possível, sem provocar riscos suplementares;
- f) Ser mantidos sob monitoramento por meio de sistemas de segurança; e
- g) Ser mantidos em perfeito estado de funcionamento.

12.59: A função parada de emergência não deve:

- a) Prejudicar a eficiência de sistemas de segurança ou dispositivos com funções relacionadas com a segurança;
- b) Prejudicar qualquer meio projetado para resgatar pessoas acidentadas;
- c) Gerar risco adicional.

12.60: O acionamento do dispositivo de parada de emergência deve também resultar na retenção do acionador, de tal forma que quando a ação no acionador for descontinuada, este se mantenha retido até que seja desacionado.

12.60.1: O desacionamento deve ser possível apenas como resultado de uma ação manual intencionada sobre o acionador, por meio de manobra apropriada;

12.61: Quando usados acionadores do tipo cabo, deve-se:

- a) Utilizar chaves de parada de emergência que trabalhem tracionadas, de modo a cessarem automaticamente as funções perigosas da máquina em caso de ruptura ou afrouxamento dos cabos;
- b) Considerar o deslocamento e a força aplicada nos acionadores, necessários para a atuação das chaves de parada de emergência; e
- c) Obedecer à distância máxima entre as chaves de parada de emergência recomendada pelo fabricante.

12.62: As chaves de parada de emergência devem ser localizadas de tal forma que todo o cabo de acionamento seja visível a partir da posição de desacionamento da parada de emergência.

12.62.1: Se não for possível o cumprimento da exigência do item 12.62, deve-se garantir que, após a atuação e antes do desacionamento, a máquina ou equipamento seja inspecionado em toda a extensão do cabo.

12.63: A parada de emergência deve exigir rearme, ou reset manual, a ser realizado somente após a correção do evento que motivou o acionamento da parada de emergência.

12.63.1: A localização dos acionadores de rearme deve permitir uma visualização completa da área protegida pelo cabo.

Procedimentos de trabalho e segurança:

12.130: Devem ser elaborados procedimentos de trabalho e segurança específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, a partir da análise de risco.

12.130.1: Os procedimentos de trabalho e segurança não podem ser as únicas medidas de proteção adotadas para se prevenir acidentes, sendo considerados complementos e não substitutos das medidas de proteção coletivas necessárias para a garantia da segurança e saúde dos trabalhadores.

12.131: Ao início de cada turno de trabalho ou após nova preparação da máquina ou equipamento, o operador deve efetuar inspeção rotineira das condições de operacionalidade e segurança e, se constatadas anormalidades que afetem a segurança, as atividades devem ser interrompidas, com a comunicação ao superior hierárquico.

12.132: Os serviços em máquinas e equipamentos que envolvam risco de acidentes de trabalho devem ser planejados e realizados em conformidade com os procedimentos de trabalho e segurança, sob supervisão e anuência expressa de profissional habilitado ou qualificado, desde que autorizados.

12.132.1: Os serviços em máquinas e equipamentos que envolvam risco de acidentes de trabalho devem ser precedidos de ordens de serviço - OS - específicas, contendo, no mínimo:

- a) A descrição do serviço;
- b) A data e o local de realização;
- c) O nome e a função dos trabalhadores; e
- d) Os responsáveis pelo serviço e pela emissão da OS, de acordo com os procedimentos de trabalho e segurança.