

**UNIRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM GUINCHO ELETROME CÂNICO**

**FLORENCIO NUNES DE OLIVEIRA FILHO**

**Orientador: Prof. DIOGO BATISTA FERNANDES**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
Mecânica da UniRV – Universidade de Rio  
Verde, como parte das exigências para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Mecânica.

**RIO VERDE-GO**

**2014**

**UNIRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM GUINCHO ELETROME CÂNICO**

**FLORENCIO NUNES DE OLIVEIRA FILHO**

**Orientador: Prof. DIOGO BATISTA FERNANDES**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
Mecânica da UniRV – Universidade de Rio  
Verde, como parte das exigências para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Mecânica.

**RIO VERDE-GO**

**2014**

**UNIRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**GUINCHO ELETROMECAÂNICO**

**FLORENCIO NUNES DE OLIVEIRA FILHO**

Esta monografia foi julgada adequada para a obtenção do grau de **BACHAREL EM ENGENHARIA MECÂNICA** e aprovada em sua forma final.

---

**Prof. Esp. Diogo Batista Fernandes**

Orientador

---

**Prof. Esp. Daniel Fernando da Silva**

Examinador

**Prof. Dr. Warley Augusto Pereira**

Examinador

---

**Prof. Ms. Joao Pires de Moraes**

Diretor da Faculdade de Engenharia Mecânica

**Rio Verde-GO**

**2014**

**DEDICO** ao meu pai Florêncio Nunes de Oliveira (*in memorian*) e à minha mãe Maria Alves de Araújo (*in memorian*) que mesmo na sua ignorância do saber por falta de oportunidade sempre me incentivou a buscar o conhecimento, à minha esposa Raquel Nogueira Nunes, à minhas filhas Larissa e Thais pelo apoio e compreensão.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde, força e sabedoria para superar as dificuldades.

A minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu orientador Professor: Diogo Batista Fernandes, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e apoio.

A todos os professores da faculdade de engenharia mecânica, e a todos os colegas e amigos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, meu muito obrigado!

## RESUMO

OLIVEIRA FILHO, Florêncio Nunes de. **Desenvolvimento e avaliação de um guincho eletromecânico**. 2014. 47f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - UniRV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2014\*.

Guincho Eletromecânico é uma máquina capaz de realizar trabalhos de elevação de cargas na indústria em serviços de manutenções, com eficiência, agilidade e segurança (limitado ao peso de 900 kg) em locais de difícil acesso, onde ficar inviável o uso de munks ou guindastes, reduzindo a fadiga humana e contribuindo com a maior produtividade. Também é uma máquina de fácil transporte, pois é uma máquina compacta que pode ser transportada em carrinho de quatro rodas e para localidades distantes em camionetes, ou pik-up. É um equipamento capaz de substituir carretilhas com cordas em elevações de cargas com mais eficiência. Para o desenvolvimento foram realizadas pesquisas em livro, internet e cálculos de acordo com a literatura para o dimensionamento dos constituintes como redutor, motor, tambor, eixo, cabo de aço, acoplamentos. Após a montagem dos mesmos foram feitos testes de içamentos com o guincho eletromecânico, comparando com os cálculos utilizados e obtendo resultado satisfatório.

## PALAVRAS-CHAVE

Força, içamento, potência.

---

\* Orientador: Prof. Diogo Batista Fernandes - UniRV.

## **ABSTRACT**

OLIVEIRA FILHO, Florêncio Nunes de. **Development and evaluation of an electromechanical winch.** 2014. 47f. Monograph (Degree in Mechanical Engineering) - UniRV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2014\*\*.

Electromechanical winch is a machine that is capable of performing the work of lifting loads (limited to the weight of 900 kg) in the industry of maintenance services with efficiency, flexibility and safety in places of hard access. It reaches places where the use of Munks or cranes is infeasible, reducing human fatigue and contributing to higher productivity. It is also a machine easy to transport because it is compact and can be transported by cars, or even by small trucks, and pickups as well. It is a device capable of replacing reels with ropes for elevation of loads more efficiently. To develop the device books, and internet researches were done and also calculations according to the literature for the design of the constituents such as reducer, motor, drum, shaft, steel cable, couplings. After the installation of these constituents lifting tests were made with the electromechanical winch, compared to the calculations used and obtaining a satisfactory result.

## **KEY-WORDS**

Force, raise, power.

---

\*\* Leader: Prof. Diogo Batista Fernandes - UniRV.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Componentes básicos de um cabo de aço .....	15
FIGURA 2	Índice para a escolha do gancho .....	16
FIGURA 3	Tambor .....	17
FIGURA 4	Indicadores para polias e tambores .....	17
FIGURA 5	Tipos de rolamentos em mancais .....	21
FIGURA 6	Guincho eletromecânico .....	23
FIGURA 7	Dimensões da patesca .....	25
FIGURA 8	Dimensões do tambor .....	26
FIGURA 9	Redutor .....	27
FIGURA 10	Motor .....	30
FIGURA 11	Eixo .....	32
FIGURA 12	MancalSN512 .....	34
FIGURA 13	Acoplamento .....	34
FIGURA 14	Guincho Eletromecânico montado .....	39

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Tipos de aço Utilizado em eixos .....	20
QUADRO 2	Carga de ruptura .....	24
QUADRO 3	Seleção do redutor .....	29
QUADRO 4	De irreversibilidade .....	29
QUADRO 5	Fatores R e T .....	35
QUADRO 6	Índice para escolha do tamanho dos acoplamentos .....	36

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Justificativa.....	12
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Geral .....	12
1.2.2 Específicos.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1 Desenvolvimento do projeto do guincho eletromecânico .....	14
2.2 Divisão do projeto .....	14
2.3 Constituintes de um guincho eletromecânico.....	14
2.3.1 Cabo de aço .....	14
2.3.2 Gancho.....	15
2.3.3 Roldana.....	16
2.3.4 Tambor .....	16
2.3.5 Redutor .....	18
2.3.6 Motor .....	19
2.3.7 Eixo.....	19
2.3.8 Mancais.....	20
2.3.9 Acoplamentos .....	21
2.3.10 Acionamento elétrico.....	22
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	23
3.1 Cabo de aço .....	23
3.2 Gacho.....	24
3.2.1 Dimensões da Patesca com Gancho .....	25
3.3 Tambor .....	25
3.4 Redutor .....	26
3.5 Motor .....	30
3.6 Eixo.....	31
3.7 Mancal .....	33

	10
3.8 Acoplamento.....	33
3.9 Força do Guincho .....	36
3.9.1 Montagem do guincho eletromecânico.....	38
4 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS .....	41
ANEXOS .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

Na última década o Brasil tem apresentado um grande crescimento no setor de construção civil, de acordo com o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014), o setor se mantém entre os maiores geradores de emprego e renda, nos últimos anos.

Atualmente o volume de obras na construção civil tem crescido significativamente, devido à demanda por moradias, que impõe um forte ritmo de produção das construtoras com a verticalização das habitações nas grandes metrópoles.

Com isso, tem-se exigido cada vez mais o uso de equipamentos eficientes e capazes de atender aos curtos prazos impostos à execução das obras.

Neste contexto, a necessidade de maior rapidez e precisão na execução de serviços em canteiro de obras, sempre induz ao desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Entre os equipamentos que sofrem inovações tecnológicas, estão àqueles empregados na elevação de cargas, que se movem por tração mecânica: elevadores de materiais.

Tais equipamentos trabalham sob condições severas e devem possuir durabilidade, alta produtividade, baixo custo de manutenção, fácil manuseio e transporte em lugares onde maquinários maiores não possuem acesso.

Assim, são necessários equipamentos que façam transporte vertical e transporte horizontal para movimentação de grandes cargas. O guincho eletromecânico é um equipamento que pode atender às exigências de curto prazo, quando se faz um planejamento bem elaborado, na movimentação de cargas e materiais. Um bom planejamento também posiciona e disponibiliza o guincho no canteiro de obra, através de critérios logísticos, para o aproveitamento máximo do equipamento.

Este trabalho tem por objetivo desenvolver e avaliar um projeto de um guincho eletromecânico, que possa atender as necessidades de arraste e elevação de cargas, em serviços de manutenção e montagens de equipamentos em locais de difícil acesso, onde fica inviável o uso de *munks* ou guindastes para a realização dos trabalhos, e reduzir a fadiga humana e contribuir com maior produtividade.

## 1.1 Justificativa

Guincho Eletromecânico é um dispositivo formado por motor elétrico, redutor, tambor, cabo de aço, roldanas móveis e com velocidade periférica de 6 a 20 metros por minuto. O mesmo fica no solo e somente o cabo de aço eleva-se a certa altura, de acordo com o tamanho do cabo de aço disponível. O cabo fica enrolado em um tambor, passa em uma roldana, ou rolos girantes, do equipamento ou máquina onde se necessita o arraste ou içamento. Fazendo assim a elevação, transporte e arraste de cargas em diversos lugares, mais especificamente no campo industrial, reduzindo grandes esforços físicos humanos, com maior rapidez na realização de determinadas tarefas e conseqüentemente aumentando a produtividade.

É uma máquina que pode ser transportada sobre carrinhos manuais de quatro rodas, e também pode substituir carretilhas com corda, sendo mais eficiente. É utilizado para subir correias elevadoras, correias transportadoras, elevação de peças em torres de elevadores de grãos e fertilizantes, elevação de corrente de arraste de transportadores de arrastes (*redlers*) e em equipamentos industriais em geral.

Faz-se necessário o projeto e avaliação desta máquina, pois, devido ao grande crescimento da indústria e robustez dos equipamentos, torna-se necessário um equipamento portátil, de pequeno porte e com grande capacidade de elevação. Quando há necessidade de montagens de máquinas ou equipamentos; manutenções corretiva, preditiva ou preventiva; a utilização de equipamentos manuais, *muk* ou guindastes, para subir ou descer peças devido aos locais de difícil acesso, tornam-se inviáveis, justificam a necessidade do guincho mecânico.

O desenvolvimento deste equipamento permite que, através de roldanas, faça o desvio do cabo de aço de arraste, desvencilha-se de equipamentos que por ventura venham atrapalhar na execução de içamento ou arraste a ser realizado.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Geral

Desenvolver e avaliar um projeto de um guincho eletromecânico, que possa atender as necessidades de arraste e elevação de cargas, em serviços de manutenção e montagens de equipamentos em locais de difícil acesso, onde fica inviável o uso de *munks* ou guindastes

para a realização dos trabalhos, reduzindo a fadiga humana e contribuindo com maior produtividade.

### **1.2.2 Específicos**

- Verificar o peso das peças de equipamentos e máquinas em gerais a serem içadas.
- Mensurar a velocidade ideal de içamento das peças.
- Analisar a força necessária para os arrastes de correntes de transportadores de arrastes.
- Definir a força necessária para elevação de correias elevadoras.
- Verificar a força necessária para elevação de correias transportadoras.
- Identificar os elementos que compõe o guincho eletromecânico.
- Esboçar a configuração do guincho eletromecânico para a fabricação do mesmo.
- Escolher quais os elementos de máquinas que deve compor o guincho eletromecânico, de acordo com a capacidade, de modo que o mesmo torne viável e leva em conta condições ambientais, durabilidade, manutenção, preço acessível e aplicação nos locais de trabalho.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Desenvolvimento do projeto do guincho eletromecânico**

Para o desenvolvimento de um equipamento deve-se verificar todos os pontos essenciais para o projeto, fazer um desenho do guincho eletromecânico, em escala, de modo que se possa dar início à fabricação do mesmo, de modo que atenda às exigências de montagem e funcionamento de cada elemento, e que seja a mais compacta e mais simples possível, para reduzir ao mínimo o peso e tamanho (NIEMANN, 1971).

### **2.2 Divisão do projeto**

Niemann (1971) relata que o projeto deve ser dividido em dez partes, sendo elas:

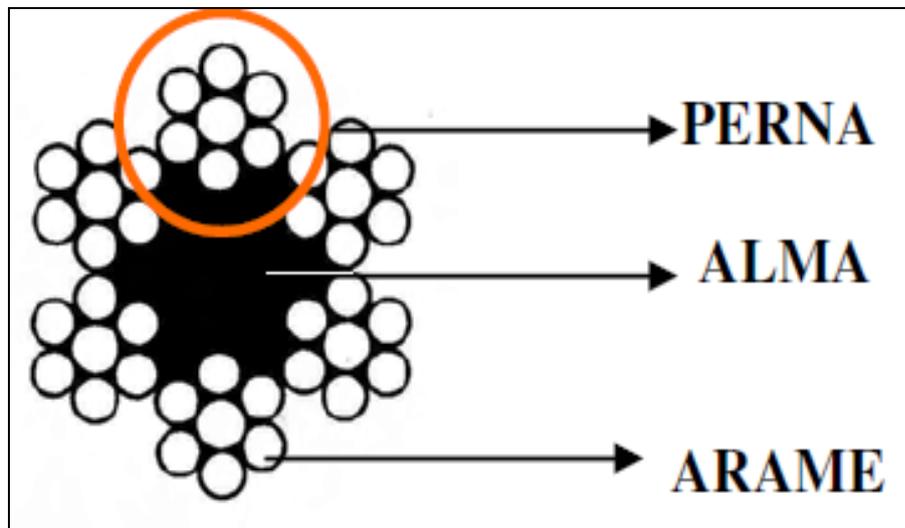
- cabo de aço;
- gancho;
- roldana;
- tambor;
- redutor;
- motor;
- eixo;
- mancais;
- acoplamento;
- acionamento elétrico.

### **2.3 Constituintes de um guincho eletromecânico**

#### **2.3.1 Cabo de aço**

É o elemento que irá sustentar içar ou elevar a carga diretamente. Os cabos de aço são formados por feixes de fios (perna) de aços, varia-se a quantidade, diâmetro e

flexibilidade destes fios (arames) (Figura 1) (CIMAF, 2007).



Fonte: CIMAF (2007).

FIGURA 1 - Componentes básicos de um cabo de aço.

Os cabos de aços classificam-se em três tipos: Warrington, seale e filler, diferenciados com relação à flexibilidade e resistência a abrasão.

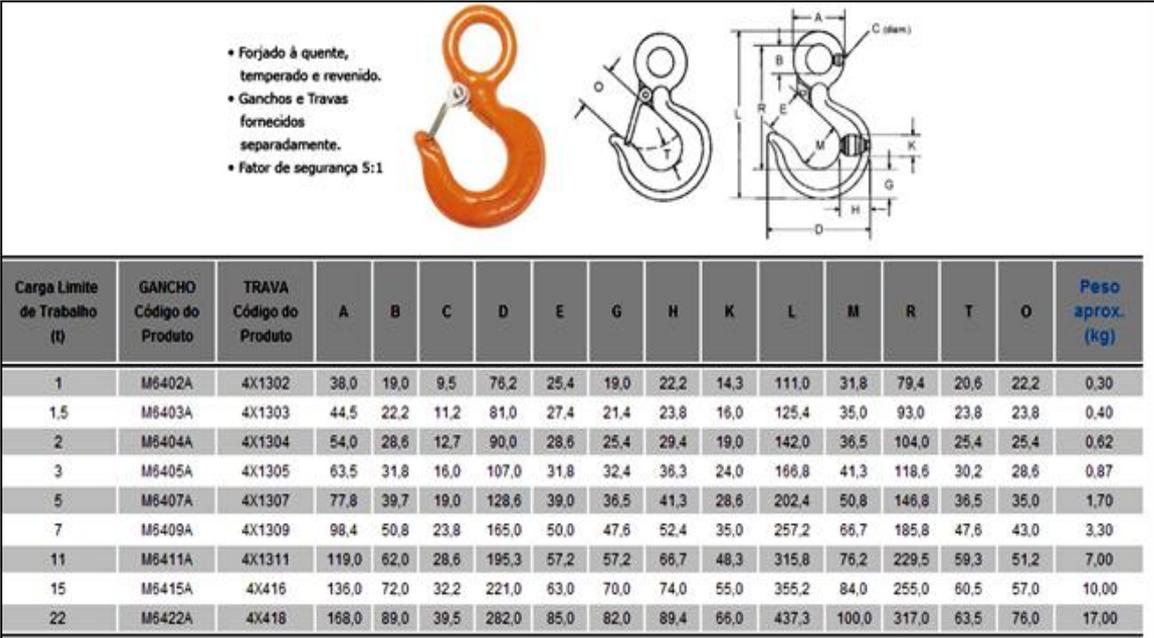
Para definir qual o cabo a ser usado basta quantificar o peso máximo a ser içado e qual fator de segurança para a aplicação. No entanto, para o guincho o fator é cinco, isto é, significa que a força de ruptura mínima do cabo é cinco vezes a carga máxima do cabo (MELCONIAN, 2000).

### 2.3.2 Gancho

Gancho acessório para equipamentos de guindar e transportar, utilizados para içar cargas (Figura 2).

Deve ser usado um gancho que suporta a carga projetada, levando-se em conta sempre o valor acima da carga limite do mesmo para uma maior segurança do equipamento e seus usuários com fator de segurança 5.

• Forjado à quente, temperado e revenido.  
 • Ganchos e Travas fornecidos separadamente.  
 • Fator de segurança 5:1



Carga Limite de Trabalho (t)	GANCHO Código do Produto	TRAVA Código do Produto	A	B	C	D	E	G	H	K	L	M	R	T	O	Peso aprox. (kg)
1	M6402A	4X1302	38,0	19,0	9,5	76,2	25,4	19,0	22,2	14,3	111,0	31,8	79,4	20,6	22,2	0,30
1,5	M6403A	4X1303	44,5	22,2	11,2	81,0	27,4	21,4	23,8	16,0	125,4	35,0	93,0	23,8	23,8	0,40
2	M6404A	4X1304	54,0	28,6	12,7	90,0	28,6	25,4	29,4	19,0	142,0	36,5	104,0	25,4	25,4	0,62
3	M6405A	4X1305	63,5	31,8	16,0	107,0	31,8	32,4	36,3	24,0	166,8	41,3	118,6	30,2	28,6	0,87
5	M6407A	4X1307	77,8	39,7	19,0	128,6	39,0	36,5	41,3	28,6	202,4	50,8	146,8	36,5	35,0	1,70
7	M6409A	4X1309	98,4	50,8	23,8	165,0	50,0	47,6	52,4	35,0	257,2	66,7	185,8	47,6	43,0	3,30
11	M6411A	4X1311	119,0	62,0	28,6	195,3	57,2	57,2	66,7	48,3	315,8	76,2	229,5	59,3	51,2	7,00
15	M6415A	4X416	136,0	72,0	32,2	221,0	63,0	70,0	74,0	55,0	355,2	84,0	255,0	60,5	57,0	10,00
22	M6422A	4X418	168,0	89,0	39,5	282,0	85,0	82,0	89,4	66,0	437,3	100,0	317,0	63,5	76,0	17,00

Fonte: Columbus McKinnon (2014a).

FIGURA 2 - Índice para a escolha do gancho.

### 2.3.3 Roldana

É o elemento de construção mecânica girante que fica apoiado em um eixo fixo ou móvel, com canal por onde o cabo de aço irá passar, e que pode ser usado para mudar o sentido e a direção da força aplicada.

O diâmetro da roldana é dimensionado de acordo com tipo e o diâmetro do cabo de aço escolhido, atentando-se ao fator de segurança e carga de ruptura suportado (MELCONIAN, 2008).

### 2.3.4 Tambor

É o dispositivo que deve enrolar e tracionar o cabo, que é constituído pelo eixo, cubo e auréolas, que limitam o enrolar do cabo no sentido longitudinal do mesmo.

O diâmetro do tambor (Figura 3) deve estar baseado no diâmetro do cabo de aço calculado, de acordo com a aplicação e carga de ruptura, usando o coeficiente de segurança equivalente (MELCONIAN, 2000).



Fonte: Autoria própria (2014).  
FIGURA 3 - Tambor.

O diâmetro do tambor deve ser de acordo com o diâmetro do cabo de aço calculado, de acordo com a aplicação e carga de ruptura, usa o coeficiente de segurança equivalente (MELCONIAN, 2008).

O diâmetro do tambor deve ser igual ao nº de vezes o diâmetro do cabo escolhido de acordo com a figura 4 (composição do cabo de aço e o número de vezes o diâmetro do cabo de aço escolhido).

Composição do Cabo	Diâmetro da Polia do Tambor	
	Recomendado	Mínimo
6 x 7	72	42 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 19 Seale	51	34 vezes o $\phi$ do cabo
18 x 7 não rotativo	51	34 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 21 Filler	45	30 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 25 Filler	39	26 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 19 (2 operações)	39	26 vezes o $\phi$ do cabo
8 x 19 Seale	39	26 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 36 Filler	34	23 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 41 Filler ou Warrington-Seale	31	21 vezes o $\phi$ do cabo
8 x 25 Filler	31	21 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 37 (3 operações)	27	18 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 43 Filler (2 operações)	27	18 vezes o $\phi$ do cabo
6 x 61 Warrington (3 operações)	21	14 vezes o $\phi$ do cabo

Fonte: Melconian (2008).

FIGURA 4 - Indicadores para polias e tambores.

$$D_T = d_c \cdot N_{ca} \quad (1)$$

sendo que:

$D_T$  = diâmetro do tambor;

$N_{ca}$  = número de vezes o cabo de aço escolhido;

$d_c$  = diâmetro do cabo de aço.

### 2.3.5 Redutor

Os redutores são máquinas ou conjunto de elementos de máquinas, que têm como principal função a redução da rotação com aumento do torque de saída.

Um redutor consiste em um conjunto de eixos, com engrenagens cilíndricas de dentes retos, helicoidais, cônicas ou somente com uma coroa com parafuso sem fim; que tem como função reduzir a velocidade de rotação do sistema de acionamento do equipamento (CESTARI, 2002). Conseqüentemente com a redução da velocidade tem-se um aumento significativo do torque na saída.

De acordo com Cestari (2002), a seleção do redutor é determinada a partir da potência, torque requerido pela máquina movida, tipo de carga e rotação de trabalho, e não pela potência do motor a ser utilizado. Sendo suas principais aplicações os agitadores, britadores, moinhos extrusores, moendas, transportadores, fornos rotativos, pontes rolantes, pranchas e elevadores de cargas.

Os redutores mais comuns são: helicoidais de eixos paralelos, redutores planetários, e os rosca sem fim, coroa de bronze ou ortogonal (CESTARI, 2002). Redutores helicoidais de eixos paralelos são de fácil reversibilidade, quando é exercida uma força tangencial com o equipamento parado, característica esta que é peculiar do guincho eletromecânico. Logo se faz necessário a instalação de dispositivo contra-recuo (freio) se este for escolhido. Também possui médio custo, bom rendimento e manutenção de médio custo (CESTARI, 2002).

Redutores planetários são: redutores que possuem alto torque, ótimo rendimento e são compactos. Mas quando precisam de manutenção, estas têm custos mais elevados devido a uma forma construtiva mais complexa.

Os redutores rosca sem fim, coroa de bronze, possuem rendimentos menores em relação aos outros tipos, mas quando dotados de grandes reduções possuem características de irreversibilidade e custo de manutenção baixo. São redutores simples, compactos e podem ser aplicado praticamente em todas as máquinas de baixa velocidade. Bom para aplicação no guincho eletromecânico, pois o mesmo possui a característica de irreversibilidade, mas mesmo assim deve-se usar dispositivo anti-recuo (freio) para uma maior segurança para esta

aplicação. Determina-se o torque necessário, a potência de entrada e a redução (CESTARI, 2002).

### **2.3.6 Motor**

Motor elétrico é um dispositivo que transforma energia elétrica em energia mecânica (energia cinética), ou seja, é o que vai dar movimento à máquina.

Para a escolha do motor deve-se levar em conta o ambiente de operação, tipo de tensão e frequência elétrica, economia, condições de serviços como: carga, esforços mecânicos, quantidade de partida durante o trabalho, potência, rotação, entre outros (FRANCHI, 2008).

Para esta aplicação, ao se observar os fatores de seleção, deve-se usar motores assíncronos trifásicos com gaiola de esquilo, pois são os mais utilizados em conjunto com comandos elétricos, na indústria; devido ao seu custo, robustez e facilidade para inversão do sentido de rotação. Também leva-se em consideração a potência e a rotação desejada (FRANCHI, 2008).

### **2.3.7 Eixo**

É o elemento de construção mecânica que pode ter características: de seção cilíndrico liso, cilíndrico estriado, quadrado, sextavado, entre outros. É o que irá suportar o tambor e transmitir o movimento circular para tracionar o cabo de aço, no caso do guincho eletromecânico.

O eixo deve ser fabricado de aço de acordo com a norma DIN (Quadro 1) e ABNT, de acordo com a tensão e momento torçor (MELCONIAN, 2008).

QUADRO 1 - Tipos de aço Utilizado em eixos.

Os eixos-árvore com  $d < 150\text{mm}$  são torneados ou trefilados a frio. Os materiais indicados são:

Aço-carbono		(DIN 1611)
DIN	COMPOSIÇÃO (Teores médios %)	ABNT
St 42,11	C 0,25 Si 0,2 Mn 0,6	1025
St 50,11	C 0,35 Si 0,2 Mn 0,7	1035
St 60,11	C 0,45 Si 0,2 Mn 0,8	1045
St 70,11	C 0,50 Mn 0,8	1060

Aço liga		
DIN	COMPOSIÇÃO (Teores médios %)	ABNT
20 Mn Cr <sub>4</sub>	C 0,2 Mo 0,5 Cr 0,4	4120
25 Mo Cr <sub>4</sub>	C 0,3 Mo 0,5	4130
50 Cr V <sub>4</sub>	C 0,5 Si 0,3 Mn 0,9 Cr V 0,2	6150

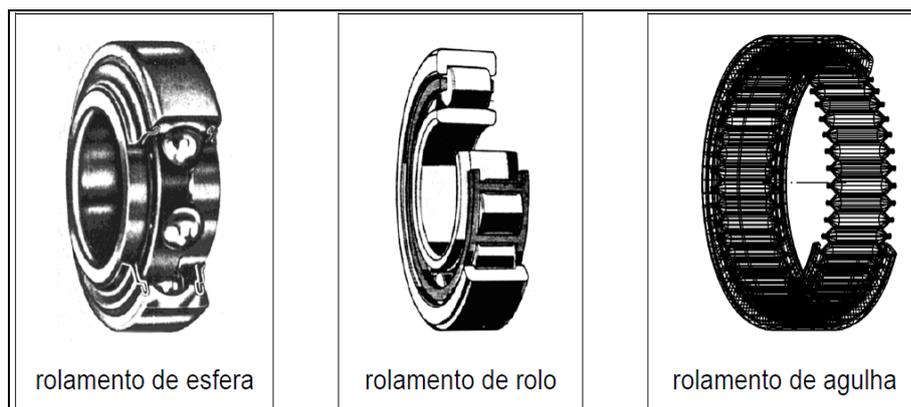
Fonte: Melconian (2008).

### 2.3.8 Mancais

O mancal pode ser definido como suporte ou guia em que se apoia o eixo. Dependendo da solicitação de esforços, os mancais podem ser de deslizamento ou de rolamento. Mancais de deslizamento geralmente são constituídos de uma bucha fixada num suporte. Esses mancais são usados em máquinas pesadas ou em equipamentos de baixa rotação, porque à baixa velocidade evita superaquecimento dos componentes expostos ao atrito, que ocorre entre a superfície do eixo e a superfície na qual o eixo seria fixado ou apoiado (CASTELETI, 2012).

Já os mancais de rolamento são utilizados quando há necessidade de maior velocidade e menor atrito. O mancal de rolamento é mais adequado para o guincho (CASTELETI, 2012).

Os rolamentos são classificados em função dos seus elementos rolantes (Figura 5).



Fonte: Casteleti (2012).

FIGURA 5 - Tipos de rolamentos em mancais.

### 2.3.9 Acoplamentos

Acoplamento é um conjunto mecânico, constituído de elementos de máquina, empregado na transmissão de movimento de rotação entre duas árvores ou eixos-árvore. Os acoplamentos são classificados em fixos, elásticos e móveis (CASTELETI, 2012).

Os acoplamentos fixos servem para unir árvores de tal maneira que funcionem como se fossem uma única peça e alinham as árvores de forma precisa.

Por motivo de segurança, os acoplamentos devem ser construídos de modo que não apresentem nenhuma saliência.

Os acoplamentos elásticos são construídos em forma articulada, elástica ou articulada e elástica, eles permitem a compensação de até 06 (seis) graus de ângulo de torção e deslocamento angular axial (CASTELETI, 2012).

Já os acoplamentos móveis são empregados para permitir o jogo longitudinal das árvores, esses acoplamentos transmitem força e movimento somente quando acionados, isto é, obedecem a um comando.

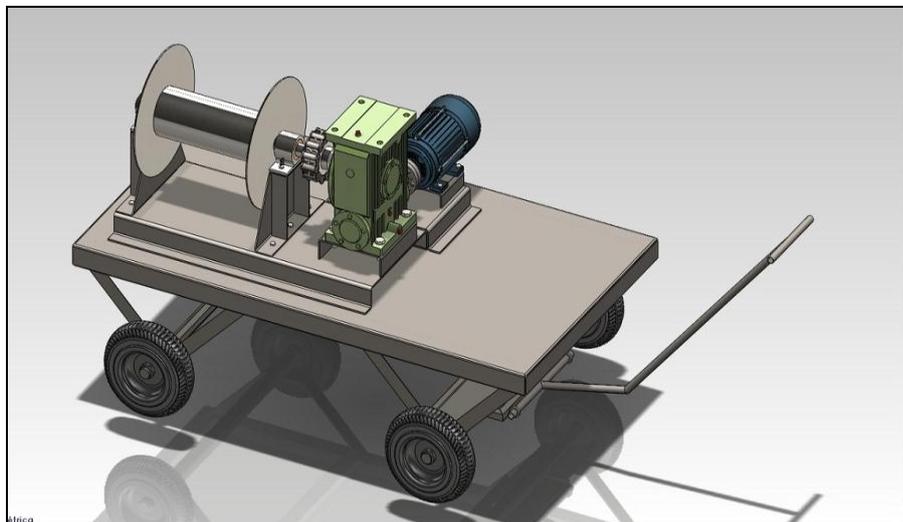
Os acoplamentos móveis podem ser: de garras ou dentes. E a rotação é transmitida por meio do encaixe das garras ou de dentes. Geralmente esses acoplamentos são usados em aventais e caixas de engrenagens de máquinas-ferramenta convencionais (CASTELETI, 2012).

### **2.3.10 Acionamento elétrico**

O acionamento deve possuir primeiro uma chave magnética fixa (liga e desliga); botoeiras com as opções, sobe e desce, com fio que varia de 06 (seis) a 10 metros de comprimento. O que permite ao operador ficar mais distante das peças a serem içadas e também melhora a visão da operação e contribui assim para uma maior segurança, em concordância com a NR12 que trata de segurança em instalações de máquinas (NR 12, 2009).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento deste projeto, iniciou-se uma Pesquisa em livros e na internet, para um melhor planejamento do projeto, e após, o desenvolvimento do guincho eletromecânico (Figura 6). Avaliou-se sua funcionalidade, através de equações para cada parâmetro avaliado.



Fonte: Autoria própria (2014).  
FIGURA 6 - Guincho eletromecânico.

O material utilizado para confeccionar o guincho eletromecânico deve ser em aço carbono e seguindo as especificações da ABNT. Em cada parâmetro avaliado foram usados cálculos.

#### 3.1 Cabo de aço

Para a escolha do cabo de aço deve ser utilizada a equação

$$F = K * f \quad (2)$$

F = Força de ruptura, encontrada no quadro 2.

K = Fator de segurança (De acordo com Melconian (2008) o fator de segurança para guincho é 5).

$f$  = carga de trabalho do cabo de aço (900 kg \* a força da gravidade 9,81 = 8829 N)

$$F = 5 * 8829$$

$$F = 44145 \text{ N}$$

QUADRO 2 - Carga de ruptura.

Diâmetro em Polegadas	Peso Aprox. em N/ m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em N		
		Mild Plow Steel 1400 – 1600 N/mm <sup>2</sup>	Improved Plow Steel (IPS) 1800 – 2000 N/ mm <sup>2</sup>	CIMAX 1900 – 2100 N/ mm <sup>2</sup>
1/8"	0,39	-	6200	6600
3/16"	0,88	-	14.000	14.800
1/4"	1,56	-	24.800	26.300
5/16"	2,44	-	38.600	40.900
3/8"	3,51	-	55.300	58.600
7/16"	4,76	-	75.000	79.500
1/2"	6,25	-	97.100	102.900
9/16"	7,88	-	122.000	129.900
5/8"	9,82	114.000	151.000	160.000
3/4"	14,13	163.000	216.000	229.000
7/8"	19,19	220.000	292.000	309.500
1"	25,00	-	379.000	401.700
1.1/8"	31,69	-	477.000	506.000
1.1/4"	39,13	-	586.000	621.100
1.3/8"	47,32	-	705.000	749.000
1.1/2"	56,25	-	835.000	885.000
1.5/8"	66,07	-	971.000	-
1.3/4"	76,64	-	1.120.000	-
1.7/8"	87,95	-	1.280.000	-
2"	100,00	-	1.450.000	-
2.1/8"	112,95	-	1.620.000	-
2.1/4"	126,64	-	1.810.000	-
2.3/8"	141,07	-	1.950.000	-

Fonte: Melconian (2008).

Portanto, o cabo calculado é o de diâmetro 3/8" CIMAX com carga de ruptura 58600 N mm<sup>2</sup>.

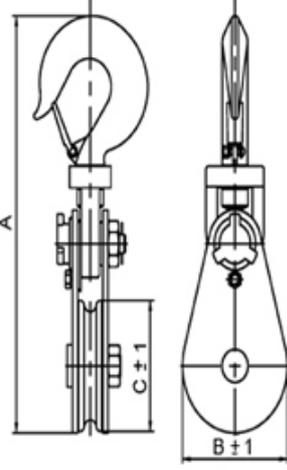
### 3.2 Gacho

Para seleção do gancho com a roldana utiliza-se a figura 3 dimensões da patesca. No caso deve-se usar roldanas de três polegadas, carga limite de trabalho de duas toneladas com

fator de segurança 5, pois a força radial na roldana é duas vezes a carga máxima que o guincho deve içar.

### 3.2.1 Dimensões da Patesca com Gancho

Na Figura 7 deve ser apresentado as dimensões da Patesca com gancho.



Dimensões da Patesca com gancho					
Ø da roldana (pol.)	Carga Limite de Trabalho (t)	Cabo de aço (pol.)	A (mm)	B (mm)	C (mm)
3"	2,0	3/8"	241 ± 2	76,0	74,0
4.5"	4,0	1/2"	360 ± 3	108,0	104,5
6"	8,0	3/4"	525 ± 5	152,0	150,0
6"	12,0	7/8"	562 ± 5	157,0	150,0
8"	8,0	3/4"	575 ± 5	203,0	200,0
8"	12,0	7/8"	585 ± 5	204,0	200,0
8"	15,0	7/8"	632 ± 5	203,0	200,0
8"	20,0	1 1/8"	718 ± 5	203,0	198,0
10"	8,0	3/4"	626 ± 6	254,0	254,0
10"	12,0	7/8"	648 ± 6	254,0	250,0
10"	15,0	7/8"	699 ± 6	256,0	250,0
10"	20,0	1 1/8"	748 ± 6	254,0	250,0
12"	8,0	3/4"	735 ± 6	311,0	305,0
12"	20,0	1 1/8"	800 ± 6	304,0	298,0

Fonte: Columbus McKinnon (2014b).

FIGURA 7 - Dimensões da patesca.

### 3.3 Tambor

Para obter o diâmetro do tambor, de acordo com a figura 03, multiplica-se o diâmetro do cabo escolhido (3/8", 6 x 25, filler) por no mínimo 26.

$$D_{Tb} = d_c * N_{ca} \quad (3)$$

Sendo que:

$D_{Tb}$  = diâmetro do tambor

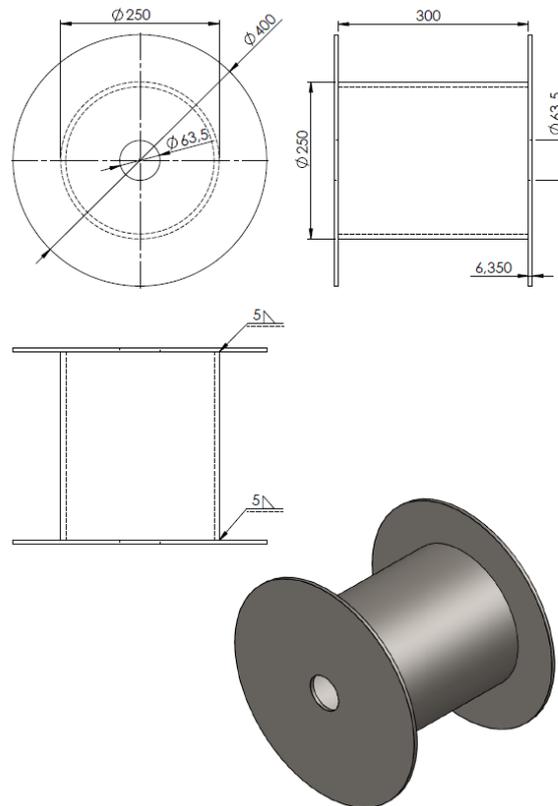
$N_{ca}$  = Número de vezes o cabo de aço escolhido

$d_c$  = diâmetro do cabo de aço

$$D_{Tb} = \frac{3}{8} * 25,4 * 26$$

$$D_{Tb} = 247,65 \text{ mm}$$

Por tanto pode-se arredondar para 250 mm (0,25) conforme desenho como mostra na Figura 8.



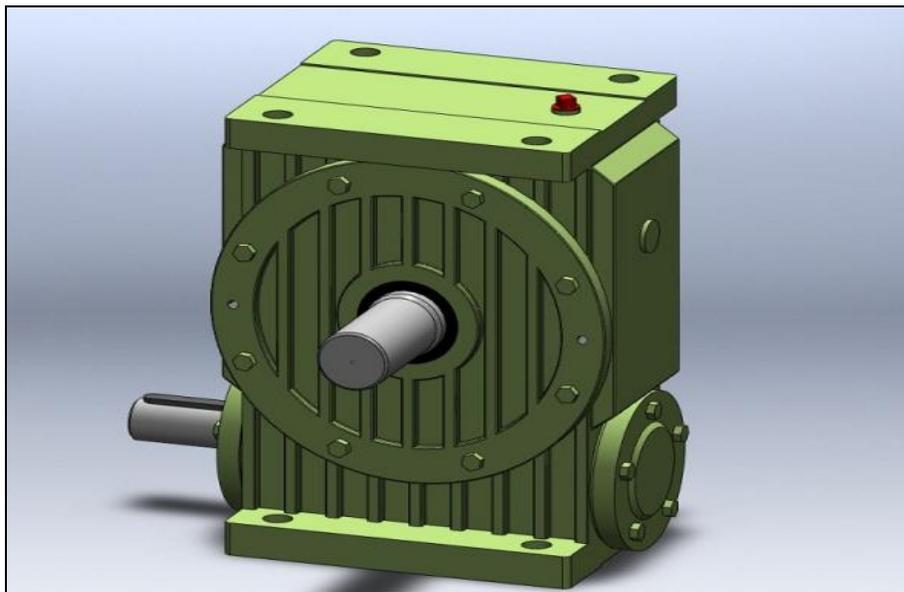
Fonte: Aatoria própria (2014).

FIGURA 8 - Dimensões do tambor.

### 3.4 Redutor

Para a seleção do redutor (Figura 9) inicialmente deve-se saber o mínimo dos seguintes itens:

- tipo de aplicação e onde será utilizado, para definir o fator de serviço;
- redução;
- rotação de saída;
- rotação de entrada;
- torque;



Fonte: Autoria própria (2014).  
FIGURA 9 - Redutor.

Para se obter o torque será utilizada a equação:

$$T = F * r * F_s \quad (4)$$

Onde o;

T = torque

F = força

r = raio

F<sub>s</sub> = fator de serviço.

$$T = 900 * 0,125 * 1$$

$$T = 112,5 \text{ kgf} * \text{m}$$

Para se descobrir a rotação de saída utiliza-se a seguinte equação:

$$n_a = \frac{v}{(\pi * D)} \quad (5)$$

$n_e$  = rotação de entrada

$n_a$  = rotação de saída

$V$  = velocidade periférica

$\pi$  = Pi

$d$  = diâmetro do tambor

Para elaboração do projeto, a velocidade periférica do guincho deve ficar entre 06 (seis) à 20 m/min. Para que fique com segurança, deve ser utilizado uma velocidade periférica de 15 m/min.

$$n_a = \frac{15}{(\pi * 0.250)}$$

$$n_a = 19,098 \text{ rpm}$$

A equação:

$$i = \frac{n_e}{n_a} \quad (6)$$

Deve ser usada para determinar a redução ( $i$ ), onde  $i$  é igual à rotação de entrada do redutor dividido pela rotação de saída do mesmo.

$$i = \frac{1150}{19,098}$$

$$i = 60,2$$

Através dos cálculos obtidos, fez-se uma análise no Quadro 3 para a escolha do redutor, que indicou um redutor tipo magma da Cestari. Com o tamanho 14, fator de redução  $i = 60$ , torque de 126 kgf.m e potência de entrada de 5,27 cv a 1150 rpm.

Seleção do redutor tipo Magma

QUADRO 3 - Seleção do redutor.

Magma																			
Rotação de Entrada																			
1750 Rpm	1450 Rpm	1150 Rpm	870 Rpm	580 Rpm	100 Rpm														
Redução Nominal - 1 Estágio																			
10	15	20	25	30	40	50	60	80											
Redução Nominal - 2 Estágios																			
100	150	200	250	300	400	450	500	600	750	900	1000	1200	1500	1800	2000	2400	3000	3600	4000
Denominação	Tamanhos																		
	04	05	06	07	08	10	12	14	17	20	24	28	34						
Potência entrada (CV)	0,28	0,52	0,78	1,14	1,65	2,42	3,57	5,27	7,91	11,7	16,9	23,2	31,4						
Potência saída (CV)	0,12	0,24	0,38	0,59	0,89	1,38	2,14	3,32	5,14	7,97	11,8	16,2	22						
Mom.Torçor saída (kgf.m)	4,5	9	14,2	22	33,3	51,6	80	126	192	303	44,1	615	836						
Carga radial saída (kgf)	300	400	550	700	900	1050	1300	1450	2100	2700	3100	3500	4500						
Rendimento	0,43	0,46	0,49	0,52	0,54	0,57	0,6	0,63	0,65	0,68	0,7	0,7	0,7						
Redução efetiva	60	60	60	60	60	60	60	61	60	61	60	61	61						
Rotação nominal na saída	19,17 Rpm																		

Fonte: Cestari (2002).

Observa-se que o redutor tipo magma tamanho 14 localiza-se na zona de irreversibilidade (Quadro 4).

QUADRO 4 - De irreversibilidade.

	Tamanho												
	04	05	06	07	08	10	12	14	17	20	24	28	34
10													
15													
20													
25													
30													
40													
50													
60													
80													

Obs. : Os redutores de dupla redução , para efeito orientativo , podem ser considerados irreversíveis , quando seu rendimento for igual ou inferior a 50% .

Fonte: Cestari (2002).

### 3.5 Motor

Na seleção do motor Figura 10, utilizado no projeto utiliza-se a potência de entrada do redutor encontrado dividido pelo fator de serviço especificado para o guincho sendo:

$$P_m = \frac{P_e}{f_s} \quad (7)$$

Onde:

$P_m$  = potencia do motor

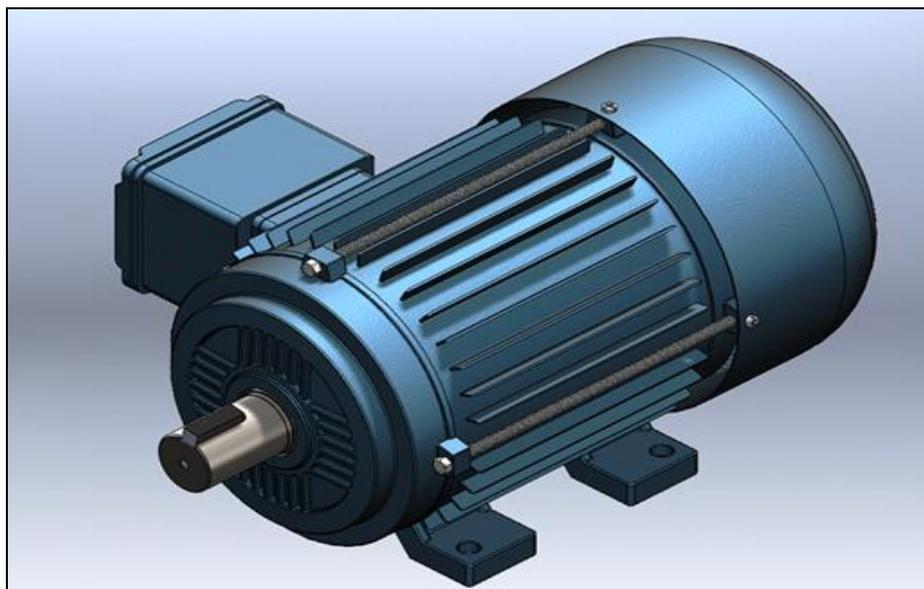
$P_e$  = potência de entrada (do redutor escolhido na tabela de redutores)

$f_s$  = fator de serviço.

$$P_m = \frac{5,27}{1}$$

$$P_m = 5,27 \text{ cv}$$

Portanto o motor deve ser de 5 cv com rotação de 1150 rpm com dispositivo antirecuo (freio), mesmo com o redutor na zona de irreversibilidade, contribuindo assim para uma maior segurança do guincho eletromecânico.



Fonte: Autoria própria (2014).

FIGURA 10 - Motor.

### 3.6 Eixo

Para a escolha adequada do eixo do tambor (Figura 11) utiliza-se a equação,

$$\tau = Q/A^{\text{cis}}$$

$$\tau = 9000 / 2 \times \pi \times r^2$$

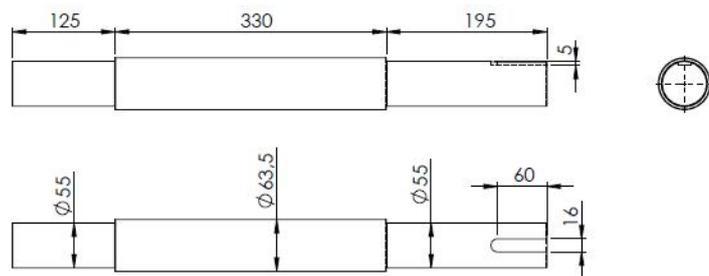
$$\tau = \frac{9000}{2 \times \pi \times 0.0275^2}$$

$$\tau = 1,894 \text{ MPa}$$

$\tau$  = Tensão de cisalhamento em Pa

Q = Carga que deve atuar no conjunto em Newton

$A^{\text{cis}}$  = Área de cisalhamento em  $\text{m}^2$



Fonte: Autoria própria (2014).

FIGURA 11 - Eixo.

Lembrando que a força radial no eixo é a força de peso máximo que o guincho deve içar.

Para calcular a tensão de cisalhamento por torção no eixo e o diâmetro, usa-se a equação:

$$\tau_{MAX} = 16 * \frac{M_T}{\pi * d^3} \quad (9)$$

Onde;

$\tau_{MAX}$  = Tensão máxima atuante no eixo em Pa ou Mpa

$M_T$  = Momento torçor ou torque em Nm na saída do redutor

$\pi$  = Pi

$d$  = Diâmetro do eixo sugerido

Para cálculo do diâmetro do eixo com a tensão máxima 68,88 % da tensão máxima admissível de 50 Mpa

$$34440000 = 16 * \frac{1125}{\pi d^3}$$

$$d^3 = 16 * \frac{1125}{34440000 * \pi}$$

$$d = \sqrt[3]{0,000166364}$$

$$d = 0,055m$$

Como deve ser utilizado um aço 1040, a ABNT disponibiliza a tensão máxima deste material que é de aproximadamente 50 Mpa na torção.

De acordo com Melconian (1999), a tensão máxima de cisalhamento deve está entre 60 e 80 por cento da tensão máxima admissível, por isso que o diâmetro do eixo foi determinado em 55mm e a tensão máxima na torção de 34,44 Mpa, que está em 68,88 por cento de 50 Mpa.

### 3.7 Mancal

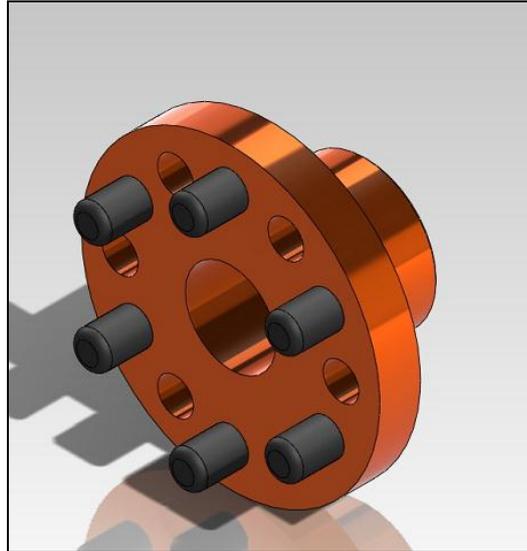
Na seleção dos mancais (Figura 12) utiliza-se mancais bipartido com rolamentos de acordo com o diâmetro do eixo calculado (55mm), pois os mesmos podem ser usados em máquinas de baixas rotações, e exigências de grandes forças radiais. Para o guincho deve-se usar mancais SN512, rolamentos cônicos auto compensadores de rolos assimétricos 22212K e buchas H312.



Fonte: Autoria própria (2014).  
FIGURA 12 - MancalSN512.

### 3.8 Acoplamento

Acoplamentos elásticos teteflex (Figura 13) são utilizados para altas e baixas rotações, podem ser usados para baixos e altos torques, e não precisam de lubrificantes, sendo de fácil manutenção, e apresenta bons resultados quando usados em junções do guincho eletromecânico (MELCONIAN, 2008).



Fonte: Autoria própria (2014).

FIGURA 13 - Acoplamento.

Para a escolha dos acoplamentos utilizam-se as equações:

Fator F, (para acionamentos com motores elétricos).

$$F = R \times T \quad (10)$$

$$F = 1.06 \times 1.6$$

$$F = 1.696$$

R e T (adimensional e é de acordo com o tempo de trabalho tipo de máquina), consultar Quadro 5 (de fatores R e T).

QUADRO 5 - Fatores R e T.

<p><b>Fator T</b> aplica-se para tempo de serviço.            até 2 h/dia = 0,9            2 - 8 h/dia = 1,0            8 - 16 h/dia = 1,06            16 - 24 h/dia = 1,12</p>		<p>Misturadores            Guinchos            Máquinas para madeiras            Monta-cargas            Fornos e cilindros rotativos            Betoneiras</p>	1,6
<p><b>Fator M</b> aplica-se para acionamento com motor de combustão de:            1 - 3 cilindros = 1,5            4 - 6 cilindros = 1,2  <b>Fator F</b> = R . T . M</p>		<p>Centrífugas            Máquinas lavadeiras            Bombas de pistão com volante            Transportadores de corrente            Moinhos em geral            Tambores e moinhos rotativos            Pontes rolantes            Elevadores de prédio</p>	1,8
<p><b>Fator R</b> refere-se à máquina acionada com motor elétrico ou turbina.            Geradores de luz            Ventiladores            Bombas centrífugas</p>	1,2	<p>Vibradores            Estiragem de arame            Galgas            Grupos de máquinas de papel            Pressas e tesouras</p>	2,2

Fonte: Meconian (2008)

A equação para a escolha do acoplamento é:

$$F = \frac{P}{n} \quad (11)$$

Onde:

P= potência em (cv)

F= Fator calculado

n= rotação (rpm)

$$\text{acoplamento motor/redutor} = 5 \cdot \frac{1,696}{1150}$$

$$\text{acoplamento motor/redutor} = 0,007$$

$$\text{acoplamento redutor/tambor} = 5 \cdot \frac{1,696}{19,167}$$

$$\text{acoplamento redutor/tambor} = 0,44$$

O resultado compara com o da coluna (p.F/n) do Quadro 6. Para a escolha de acoplamento elásticos Teteflex, leva-se em conta sempre o valor da tabela maior do que o encontrado, e considera o diâmetro do furo maior e menor para cada acoplamento.

QUADRO 6 - Índice para escolha do tamanho dos acoplamentos.

↓	Furo (1)		d	D <sup>(2)</sup>	L	C	m	a	i	b	y	z	GD <sup>(2)</sup> Nm <sup>(2)</sup>	P <sub>n</sub> F	MT Nm	Peso (N)
	máx.	min.														
D-3	35	18	58	112	50	104	25	54	4±1,5	27	0,4	1°00'	0,126	0,02	142	36
D-4	40	20	68	125	55	114	30	54	4±1,5	27	0,4	1°00'	0,27	0,03	225	52
D-5	45	25	74	140	60	124	30	64	4±1,5	35	0,4	1°00'	0,50	0,05	360	66
D-6	50	28	85	160	70	144	37	70	4±1,5	35	0,4	1°00'	0,98	0,08	550	99
D-7	60	30	98	170	80	164	45	74	4±1,5	35	0,4	1°00'	1,5	0,13	900	131
D-9	76	35	125	225	95	197	50	97	7±2	48	0,4	1°00'	5,1	0,25	1800	284
D-11	100	40	170	270	115	237	65	107	7±2	48	0,8	1°00'	15	0,5	3600	540
D-13	130	55	220	360	145	300	80	140	10±2	67	0,8	1°00'	5,5	1	7200	1.170
D-15	160	75	270	450	185	380	95	190	10±2	80	0,8	1°00'	175	2	14300	2.280
D-17	195	90	330	560	225	462	115	232	12±2	100	0,8	1°00'	550	4	28600	4.300
D-18	225	100	380	630	265	542	155	232	12±2	100	0,8	1°00'	970	5,6	40000	6.150

Fonte: Meconian (2008).

Observa-se que pelos cálculos encontra-se o acoplamento D3, mas como o diâmetro do eixo de entrada do redutor é de 40 mm e deve-se usar o D5 que tem como furo máximo 45 mm. Para o redutor/tambor deve-se usar o acoplamento D11 de acordo com o cálculo, e furo máximo de 100 mm e mínimo de 40 mm já que o diâmetro do eixo de saída do redutor é de 60 mm.

### 3.9 Força do Guincho

Para o cálculo da força total do guincho utiliza-se duas equações. Sendo a primeira para encontrar a potência útil (PU), sendo que:

$$P_u = P_e \cdot n_r \cdot n_m \quad (12)$$

$$P_u = 5 \cdot 0,63 \cdot 0,99$$

$$P_u = 3,1185cv$$

Onde:

$P_u$  = potência útil

$P_e$  = potência de entrada do redutor em cv (um cv = 735,5 watts)

$n_r$  = rendimento do redutor

$n_m$  = rendimento do mancal.

E a segunda, para calcular a força total do guincho, na qual será a equação:

$$F = \frac{P_u}{V}$$

$F_t$  = Força tangencial em Newton

$P_u$  = potência útil em watts

$V$  = Velocidade periférica em m/s

$$F_t = \frac{2293,66}{0,25}$$

$$F_t = 9174,64N$$

Portanto a força máxima do guincho dividida pela gravidade (9,81) é de 935,23 kgf em picos, é quando o rendimento exigido do motor aproxima-se de um, ou seja, com a amperagem acima da nominal. Mas para força máxima dentro da nominal deve-se usar a mesma equação com o rendimento do motor que, de acordo com Franch (2008) o rendimento (nmt) de um motor 5 cv é de 0.83, portanto:

$$P_u = P_e \cdot n_r \cdot n_m \cdot n_{mt} \quad 14)$$

$$p_u = 5 \cdot 0,63 \cdot 0,99 \cdot 0,83$$

$$p_u = 2,588cv$$

$$ft = \frac{p}{v}$$

$$ft = \frac{1903,47}{0,25}$$

$$ft = \frac{7613,89N}{9,81}$$

$$ft = 776,136 \text{ kgf}$$

Portanto a força máxima nominal do guincho é de 776,136 kgf.

### 3.9.1 Montagem do guincho eletromecânico

Depois de selecionar todos os constituintes do guincho, montar o acoplamento ao eixo de entrada do redutor, ao eixo do tambor observando o alinhamento dos mesmos e parafusa-se os constituintes sobre uma base de chapa 1/4", conformada tipo viga U enrijecida com abas para fora que varia de 50 a 60 mm, o que permite uma maior rigidez e que seja parafusada no carrinho de quatro rodas. As dimensões do carrinho deve ser 800 mm de largura por 1400 mm de comprimento para facilitar o transporte em veículos de carrocerias conforme mostra a (Figura 14).



Fonte: Autoria própria (2014).

FIGURA 14 - Guincho Eletromecânico montado.

## **4 CONCLUSÃO**

Conclui-se que através dos cálculos pode-se construir qualquer tipo de máquina de elevação de cargas. Também é possível observar que a força está relacionada diretamente à potência e inversamente proporcional à velocidade tangencial.

O presente trabalho é de fundamental importância para se conhecer ou ter uma noção imediata de qualquer máquina, de qual é a força tangencial que está presente mediante a potência e da velocidade, conhecimento estes indispensável para o projeto e construção de equipamentos de elevação de cargas.

Finalizou-se o projeto executando testes de içamento, onde se elevou uma carga de 925 kg com o guincho eletromecânico, constatando que a corrente elétrica (15 amperes) ficou acima da nominal. Em um segundo teste elevou-se uma carga de 776 kg conforme cálculo usando o rendimento do motor, onde a corrente elétrica nominal se manteve em 9 amperes, obtendo resultado satisfatório.

## REFERÊNCIAS

CASTELETTI, L. F. **Mancais, rolamentos, elementos de transmissão, lubrificação e alinhamento de máquinas.** 2012. Disponível em: <<http://www.casteletti.com/wp-content/uploads/2012/11/MANCAIS-ROLAMENTOS-ELEMNTOS-DETRANSMISS%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 12/08/2014.

CESTARI. **Catálogo Eletrônico.** v.2. 2002.

CIMAF. **Manual do usuário de cabo de aço.** 2007. Disponível em: <[http://www.cabofercabosdeaco.com.br/pdf/Manual\\_Tecnico\\_CIMAF.pdf](http://www.cabofercabosdeaco.com.br/pdf/Manual_Tecnico_CIMAF.pdf)>. Acesso em: 12/10/2014.

COLUMBUS McKINNON. **Ganchos Clevis.** Disponível em: <<http://www.cmdobrasil.com.br/ganchos.html>>. Acesso em: 13/11/2014a.

COLUMBUS McKINNON. **Patesca para trabalhos pesados.** Disponível em: <<http://www.cmdobrasil.com.br/patesca.html>>. Acesso em: 21/10/2014b.

FRANCHI, C.M. **Acionamentos Elétricos.** 4.ed. São Paulo: Érica, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Crescimento na construção civil.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16/03/2014.

MELCONIAN, S. **Mecânica técnica e resistência dos materiais.** 10.ed. São Paulo: Érica, 2000.

MELCONIAN, S. **Elementos de máquinas.** 9.ed. São Paulo: Érica, 2008. 376p.

NIEMANN, G. **Elementos de máquinas.** São Paulo: Blücher, 1971.

NIEMANN, G. **Elementos de máquinas.** São Paulo: Blücher, 2004.

NR. Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-12 - Máquinas e Equipamentos**. 2009. Disponível em:

<<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4295EFDF0142FC261E820E2C/NR-12%20%28atualizada%202013%29%20III%20-%20%28sem%2030%20meses%29.pdf>>.

Acesso em: 14/11/2014.

## **ANEXOS**

## LISTA DE ANEXOS

ANEXOS 1	Base do guincho em chapa conformada tipo viga “U” enrijecida com abas para fora, espessura 6.35mm aço SAE 1020 .....	45
ANEXOS 2	Base parafusada sobre o carrinho de quatro rodas .....	45
ANEXOS 3	Acoplagem do tambor ao redutor .....	45
ANEXOS 4	Rolamento auto compensador de rolos assimétricos 22212k e a bucha H312 .....	46
ANEXOS 5	Montagem dos rolamentos .....	46
ANEXOS 6	Carrinho de quatro rodas com o guincho montado .....	46
ANEXOS 7	Comandos elétricos e botoeiras sobe desce .....	47
ANEXOS 8	Teste de içamento de 925kg com o guincho eletromecânico .....	47

ANEXO 1 - Base do guincho em chapa conformada tipo viga “U” enrijecida com abas para fora, espessura 6.35mm aço SAE 1020.



ANEXO 2 - Base parafusada sobre o carrinho de quatro rodas.



ANEXO 3 - Acoplagem do tambor ao redutor.



ANEXO 4 - Rolamento auto compensador de rolos assimétricos 22212k e a bucha H312.



ANEXO 5 - Montagem dos rolamentos.



ANEXO 6 - Carrinho de quatro rodas com o guincho montado.



ANEXO 7 - Comandos elétricos e botoeiras sobre desce.



ANEXO 8 - Teste de içamento de 925kg com o guicho eletromecânico.

