

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA – UNIFOA

Curso de Engenharia Mecânica

Dayane Soares de Moura

**VIABILIDADE MECÂNICA (TÉCNICO-ECONÔMICA) PARA IMPLANTAÇÃO DE
FRENAGEM REGENERATIVA EM PONTES ROLANTES OPERANDO COM
FRENAGEM CONVENCIONAL.**

VOLTA REDONDA

2018

Dayane Soares de Moura

**VIABILIDADE MECÂNICA (TÉCNICO-ECONÔMICA) PARA IMPLANTAÇÃO DE
FRENAGEM REGENERATIVA EM PONTES ROLANTES OPERANDO COM
FRENAGEM CONVENCIONAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Mecânica do Centro
Universitário de Volta Redonda – UNIFOA como
requisito parcial para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Alexandre Roberto Soares

VOLTA REDONDA

2018

MOURA, Dayane Soares de

Viabilidade Mecânica (Técnico-Econômica) Para Implantação De Frenagem Regenerativa Em Pontes Rolantes Operando Com Frenagem Convencional. Dayane Soares Moura. Volta Redonda, 2018, Número de páginas 75p.

Orientador: Alexandre Roberto Soares

Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Mecânica. Centro Universitário de Volta Redonda – UNIFOA.

1. Ponte Rolante. 2. Frenagem. 3. Sistema Regenerativo.

I. SOARES, Alexandre Roberto. II. UNIFOA – Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título. Trabalho de Conclusão de Curso



Em sessão às _____ horas do dia ____ do mês de _____ a aluna Dayane Soares de Moura apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado: Viabilidade Mecânica (Técnico-Econômica) Para Implantação De Frenagem Regenerativa Em Pontes Rolantes Operando Com Frenagem Convencional, como requisito para conclusão do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Volta Redonda – UNIFOA perante a Banca Examinadora. Depois de todas as considerações feitas, o candidato foi considerado:

Aprovado ()

Aprovado com Restrições ()

Reprovado ()

Dayane Soares de Moura

Nome da acadêmica

Assinatura

Alexandre Roberto Soares

Nome do Orientador

Assinatura

Nome do Arguidor 1

Assinatura

Nome do Arguidor 2

Assinatura

Dedico este trabalho em primeiro plano à Deus, por ter me guiado e abençoado em toda minha vida, à minha mãe pelos incansáveis cuidados, proteção, ensinamentos, por todo apoio e por toda sua dedicação a mim. Ao meu pai, um homem trabalhador que sempre supriu todas as nossas necessidades materiais, além de todo seu auxílio paterno e suporte financeiro para que eu chegasse ao final da minha graduação. Ao meu noivo, por ter me demonstrado todo seu amor aos estudos, e ter me estimulado a dar a mesma importância, por todo apoio aos estudos durante minha formação e a este trabalho de conclusão. Ao meu irmão, por ter sido meu amigo durante toda a minha vida e um protetor, pela parceria de estar sempre disposto a me ajudar. E por todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, influenciaram na minha formação pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por me ter dado a oportunidade, força, saúde e a perseverança para conseguir chegar ao final do meu curso de Engenharia Mecânica juntamente com a finalização representada pelo presente estudo, pois, sem a sua graça não conseguiria as vitórias que me foram concedidas.

Agradeço aos meus pais, Rosângela e Arnaldo, meus pilares de sustentação que, com humildade, me deram toda a força e incentivo de que eu precisava nos momentos mais difíceis para prosseguir a caminhada, que me deram suporte, dedicação e amor em toda a minha vida, e que me moldaram em caráter e responsabilidade para concluir um sonho.

Agradeço ao meu noivo Ricardo por todo companheirismo, cumplicidade e lealdade e por me incentivar nos estudos contribuindo para que eu fizesse o meu melhor em todas as minhas atividades na universidade e fora dela, por ter acreditado em mim, por todo o incentivo e por todo amparo que sempre me dispensou.

Agradeço ao meu irmão Ramon, de quem sempre tive apoio, e sempre esteve disposto a me ajudar no que fosse necessário e pela compreensão em todas as minhas ausências devido as horas de estudo.

Agradeço aos meus professores, durante toda minha graduação, que não ousarei citar nomes para evitar esquecimentos, mas estão gravados em minhas memórias, e que me passaram ricos conhecimentos com dedicação e maestria.

Agradeço as todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram nesta caminhada tão importante da minha vida pessoal e profissional.

Por que Engenharia?

*Normalmente quem escolhe engenharia
Não é apaixonado por linguística
Mas sim por matemática
Porém, quando se depara com informações complicadas*

*Logo pensa em mudar de curso,
Será muito difícil essa caminhada!
Direito? Por que não? Ser chamado de doutor
E saber usar tão bem as palavras
Medicina? Pode ser! Tão nobre e amada*

*Dentre tantas opções, porque engenharia?
Se é tão exata e complicada.*

Será tolice pensar, que é simplesmente pelo gosto a matemática,

*É muito mais que isso, é pela ideologia tão sonhada,
É pela resolução de problemas e pela lógica encontrada,
É pela transformação do ideal em real nessa tão bela jornada.*

Só se descobre a vocação de alguém, pelas horas estudadas.

Aos nobres engenheiros, foram muitas horas dedicadas.

*Alguns ainda criticam, mas só nos fazem pensar
Insegurança, despeito, raiva. Por que tantas críticas há?*

*Mas ninguém tira de nós o mérito, de toda dedicação implantada,
Que por um sonho maior, muitas renúncias foram realizadas.*

Autodisciplina, sim! Tão essencial nessa longa empreitada.

“Dayane Soares de Moura” (MOURA, 2018)

RESUMO

Este trabalho objetivou a análise da viabilidade mecânica, técnico-financeira, da implantação de um sistema de frenagem regenerativa em um equipamento industrial, neste caso em uma Ponte Rolante Industrial tipo Siderúrgica., consistindo basicamente na instalação de mecanismos constituídos por motores-geradores, acoplados aos acionamento já existente na referida Ponte Rolante, com objetivo de retirar energia mecânica destes acionamentos durante o período de frenagem, transformando essa energia que seria dissipada na forma de calor em energia elétrica a ser redirecionada para o circuito de alimentação, retornando à concessionária, como meio de reaproveitamento e economia energética. A viabilidade técnica resultou positiva com a instalação de novos motores de corrente alternada, dimensionados conforme o quantum de energia mecânica a ser transformada, diretamente na manga de eixo dos motores existentes nas translações e acoplados diretamente nos cubos dos freios estáticos dos acionamentos dos guinchos de elevação. Esses novos motores, trabalhando como geradores, captando a energia de movimento com objetivo de frenagem e sendo geridos por modernos inversores de frequência incumbem-se de transformar esta energia captada em energia elétrica, redirecionada ao circuito de alimentação e com destino à concessionária para fins de redistribuição, resultando em recuperação e reaproveitamento econômico da energia anteriormente “perdida”, melhor definição, dissipada na forma de calor. Essa economia se traduz na forma financeira, mas de igual importância, em economia ambiental, sendo revelada e quantificada, por este trabalho, o montante ecológico traduzidos em números representativos de créditos de carbono, moeda atualmente utilizada como parâmetro de valoração da economia ambiental e também em quantitativos de recursos hídricos e ambientais poupados pelo reaproveitamento da energia de frenagem. A viabilidade econômica, na esfera financeira, restou comprovada pela amortização do investimento inicial em relativo curto espaço de tempo e pela potencial economia em virtude da grande expectativa de vida útil deste tipo de equipamento. Em suma, comprova-se a viabilidade técnico econômica para instalação mecânica do sistema de frenagem regenerativa em equipamentos industriais com significativo retorno financeiro, além da contribuição à sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Pontes Rolantes; Acionamentos; Frenagem em Pontes Rolantes; Frenagem Regenerativa.

ABSTRACT

This work aimed at the analysis of the mechanical, technical and financial feasibility of the implantation of a regenerative braking system in an industrial equipment, in this case in an Industrial Steel Rolling Bridge, basically consisting of the installation of mechanisms consisting of motors-generators, coupled with the purpose of removing mechanical energy from these drives during the braking period, transforming that energy that would be dissipated in the form of heat into electric energy to be redirected to the supply circuit, returning to the utility as means of reuse and energy saving. The technical feasibility was positive with the installation of new alternating current motors, sized according to the quantum of mechanical energy to be transformed, directly in the axis sleeve of the existing motors in the translations and directly coupled in the hubs of the static brakes of the drives of the lifting winches. These new motors, working as generators, capturing the energy of movement with the purpose of braking and being managed by modern frequency inverters, are responsible for transforming this energy captured in electric energy, redirected to the supply circuit and destined to the concessionaire for the purpose of redistribution, resulting in economic recovery and reutilization of previously "lost" energy, better definition, dissipated as heat. This economics translates into the financial form, but of equal importance, in environmental economics. The ecological amount translated into representative numbers of carbon credits, which is currently used as a valuation parameter for environmental economics, is also revealed and quantified by this work. In quantitative water and environmental resources spared by the reuse of braking energy. The economic viability in the financial sphere was evidenced by the amortization of the initial investment in a relatively short period of time and by the potential savings due to the long life expectancy of this type of equipment. In summary, the technical feasibility for mechanical installation of the regenerative braking system in industrial equipment with significant financial return, in addition to the contribution to environmental sustainability, is proven.

Keywords: Rolling bridges; Drives; Braking in Rolling Bridges; Regenerative Braking.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Corrente Alternada
AIST	Association for Iron & Steel Technology
AISE	Association of Iron and Steel Engineers
CDI	Certificado de Depósito Interbancário
CER	Certificado de Emissões Reduzidas
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
E	Energia
E _A	Emissão no Ambiente
E _{CC}	Economia de Crédito de Carbono
E _C	Economia de Energia
E _D	Energia Dissipada
E _{TD}	Energia Total Dissipada
FIRJAN	Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
g	Aceleração da gravidade
GEE	Gases de Efeito Estufa
h	Altura
m	Massa
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
n	Rotação
NBR	Norma Brasileira
Ø	Diâmetro
p	Página
P	Potência
P _i	Potência Individual
P _{MD}	Potência Máxima de Dissipação
Prof ^o	Professor
RCE	Redução Certificada de Emissão
SAE	Society of Automotive Engineers
τ	Tensão Admissível de Cisalhamento
T	Torque
v	Velocidade

LISTA DE UNIDADES

%	Porcentagem
cv	Cavalo-vapor
fpm	“foot per minut”
fps	“foot per second”
h	Hora
HC	Rockwell C
HP	Horse Power
J	Joule
Kg	Quilograma
Kgf	Quilograma-força
kW	Quilowatts
m	Metro
min	Minuto
mm	Milímetro
MW	Megawatts
N	Newton
rpm	Rotação por Minuto
R\$	Real
t	Tonelada
v	Volts
W	Watts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
1.1 Apresentação do Problema	5
1.2 Delimitação do Problema no Presente Trabalho	5
2 PONTES ROLANTES	6
2.1 Sistema de Frenagem Convencional de uma Ponte Rolante	6
2.2 Frenagem Regenerativa	7
2.3 Sistema de Frenagem Regenerativa	8
2.3.1 Motor Gerador	8
2.3.2 Acoplamento	8
2.3.3 Eixo de Ligação	9
2.3.4 Bucha de União	9
3 METODOLOGIA	10
3.1 Considerações Preliminares	10
3.2 Procedimento	12
4 ESTUDO DE CASO	15
4.1 Características da Ponte Rolante Adotada	15
4.2 Energias e Potências Envolvidas	16
4.2.1 Sistemas de Translação da Ponte de Carga Morta	16
4.2.2 Sistemas de Translação da Ponte com Carga Total	16
4.2.3 Sistemas de Translação do Carro Principal Vazio	17
4.2.4 Sistemas de Translação do Carro Principal com Carga	17
4.2.5 Sistemas de Translação do Carro Auxiliar de Carga Morta	18
4.2.6 Sistemas de Translação do Carro Auxiliar de Carga Total	18
4.2.7 Sistemas de Içamento do Guincho Principal	19
4.2.8 Sistemas de Içamento do Guincho de 50t	19
4.2.9 Sistemas de Içamento do Guincho de 10t	20
4.3 Regime de Trabalho	20
4.3.1 "Time On"	20
4.3.2 Período de Funcionamento	20
4.4 Período de Frenagem	21
4.5 Energia Dissipada	21
4.5.1 Potências Dissipadas Durante a Frenagem dos Sistemas	23
4.6 Especificações	23
4.6.1 Motor Gerador	23
4.6.1.1 Translação da Ponte Rolante	23
4.6.1.2 Translação do Carro Principal	23
4.6.1.3 Translação do Carro Auxiliar	23
4.6.1.4 Içamento do Guincho de 100t	23
4.6.1.5 Içamento do Guincho de 50t	24
4.6.1.6 Içamento do Guincho de 10t	24
4.7 Acoplamento	24
4.7.1 Translação da Ponte Rolante	24
4.7.2 Translação do Carro Principal	25
4.7.3 Translação do Carro Auxiliar	25
4.7.4 Içamento do Guincho de 100t	26
4.7.5 Içamento do Guincho de 50t	26

4.7.6 Içamento do Guincho de 10t	27
4.8 Eixo de Conexão	27
4.8.1 Translação da Ponte Rolante	27
4.8.2 Translação do Carro Principal.....	28
4.8.3 Translação do Carro Auxiliar.....	29
4.8.4 Içamento do Guincho de 100t	30
4.8.5 Içamento do Guincho de 50t	31
4.8.6 Içamento do Guincho de 10t	31
4.9 Viabilidade Mecânica.....	32
5 ESTUDO ECÔNOMICO	34
5.1 Lista de Material	34
5.2 Economia de Energia	34
5.3 Amortização.....	35
6 CURIOSIDADE – MEIO AMBIENTE.....	37
6.1 Economia de Árvores	37
6.2 Crédito de Carbono.....	39
6.3 Economia de Água.....	40
7 CONCLUSÃO	42
ANEXOS	44
FIGURAS.....	84
REFERÊNCIAS	91

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios e objetivos das empresas está relacionado à eficiência na produção com o menor custo possível, portanto, objetivando-se uma maior lucratividade os custos dos processos produtivos devem ser menores.

Segundo a publicação da revista *Veja*, baseada nos dados da Firjan (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro), o Brasil ocupou a 6ª posição no “ranking” das energias mais caras do mundo, conforme pode ser identificado na Fig. 1. Os custos desse insumo no Brasil são de R\$402,26 por MWh (Base jan./2015). O valor é 46% superior à média internacional, de R\$275,74 por MWh. (FUENTES, 2017).

É uma energia cara, além de não ter uma estabilidade no valor, pois, se modifica de acordo com as condições climáticas do país, podendo resultar para as empresas elevados gastos com este insumo, encarecendo o processo e diminuindo sua competitividade.

Essas mudanças climáticas podem alterar o tipo de produção de energia distribuída no país, pois, se a principal fonte de energia é produzida pelas hidrelétricas e, no caso de escassez de chuvas, com diminuição dos níveis dos reservatórios haverá complementação dessa energia através das termelétricas, ocorrendo o “realismo tarifário” que consiste em repassar o ônus ao consumidor. A política de “realismo tarifário” do governo trouxe um impacto real no custo médio para a indústria de 59,3% nos últimos três anos. Em julho de 2016 o valor da energia atingiu R\$535,28/MWh, o que afetou diretamente os custos de produção das empresas, segundos dados da Firjan. (FIRJAN).

Por conseguinte, a energia é a matéria prima de que todas as indústrias necessitam, sendo que, seu valor causa grande impacto aos custos operacionais da empresa.

Diante disso, é de extrema importância analisar formas para economizar energia nas empresas, além de contribuir com o meio ambiente.

A maioria dos equipamentos usados nos processos produtivos utilizam energia elétrica, havendo grande desperdício e perdas em função de sistemas de baixo rendimento e, invariavelmente, perdas na forma de calor.

Essa é a proposta do presente estudo, qual seja, conceber um sistema para recuperar parte da energia dissipada no processo.

Um equipamento muito utilizado nas indústrias é a Ponte Rolante, que consiste em uma máquina de elevação e transporte de cargas.

Trata-se de uma estrutura suspensa, apoiada sobre trilhos com movimento de translação, normalmente dentro de um edifício, com o objetivo de deslocar cargas e materiais no sentido vertical, transversal e longitudinal. Essa movimentação envolve grande quantidade de energia.

A Ponte Rolante se desloca sobre dois trilhos elevados e paralelos. Pode ser classificada de acordo com a capacidade de carga ou em função da frequência de utilização (ocasional, leve, moderado, constante e pesado).

Este estudo foi de maneira a possibilitar o reaproveitamento da energia dissipada no momento da frenagem da Ponte Rolante.

A energia mecânica da frenagem será transformada em energia elétrica a ser redirecionada para o circuito de alimentação da concessionária através da instalação de motores geradores acoplados aos acionamentos existentes na Ponte Rolante.

O objetivo desse estudo é verificar a viabilidade técnico-econômica para a substituição dos sistemas de frenagens existentes nos mecanismos de translação, direção e içamento de uma Ponte Rolante com o intuito de se aproveitar a energia dissipada na frenagem desses movimentos através da instalação de um sistema regenerativo.

Para isso, serão verificadas as possibilidades de complementação dos sistemas originais de frenagem por geradores de corrente alternada, cuja, energia elétrica gerada será direcionada à rede elétrica da concessionária.

Para a implantação do sistema aqui proposta há que se verificar as modificações de projeto necessárias à instalação do sistema de frenagem regenerativa, bem como os custos de investimento e implantação confrontando-se com o retorno da economia obtida e com a vida útil do equipamento, possibilitando a verificação de viabilidade em função do "time on", tempo de funcionamento efetivo da Ponte Rolante e de sua vida útil remanescente.

Como adendo, mas não sendo o principal objetivo deste trabalho, foi demonstrado a afetação dos resultados positivos no que tange a sustentabilidade e a economia ambiental, haja vista, que qualquer redução ou aproveitamento energético pressupõe um economia ambiental, pois, direta ou indiretamente, toda produção de energia acarreta dano ambiental, seja pela emissão de CO₂ / CO, pela utilização de derivados de petróleo, seja pela afetação à fauna e flora nos represamentos de água nas hidrelétricas ou nas demais formas de geração de energia elétrica.

1.1 Apresentação Do Problema

O problema originário abordado por este estudo consiste no desperdício energético em equipamentos industriais, e neste caso, será estudada a forma de se reaproveitar essa energia dissipada. Em um cenário de constante crescimento populacional e permanentes mudanças climáticas ocorre aumento constante do consumo de energia elétrica.

Nesse sentido, é muito salutar o desenvolvimento de dispositivos e sistemas que possam efetivar o reaproveitamento de energias desperdiçadas nos processos produtivos.

1.2 Delimitação Do Problema No Presente Trabalho

Observando de forma resumida, simples e didática a ilustração da Fig. 2 podemos ilustrar o destino da energia mecânica durante a frenagem convencional, qual seja, geração de calor.

O estudo do referente trabalho tem, se limita ao reaproveitamento da energia de uma Ponte Rolante, pois, são equipamentos comuns em plantas industriais e, como a maioria das indústrias brasileiras são antigas, a frenagem utilizada nestes equipamentos é convencional, determinando o desperdício da energia nesta operação.

As Pontes Rolantes das indústrias, de forma geral, utilizam grande quantidade de energia para o seu funcionamento e grande parte desta energia utilizada dissipada na forma de calor durante a frenagem. O objetivo do presente estudo é analisar a viabilidade para reaproveitamento de grande parte dessa energia perdida.

O Sistema Regenerativo permitirá a recuperação da energia dissipada nos processos de frenagem da Ponte Rolante, transformando-a em energia elétrica.

Portanto, ao invés de dissipar a energia de frenagem através do banco de resistores, a mesma será gerida e direcionada, através da utilização de inversores de frequência, para a rede da concessionária.

Como vantagem está a redução do custo de eletricidade ao reaproveitar a energia que seria dissipada, direcionando-a para a própria rede local para ser reaproveitada no próprio equipamento ou por outro consumidor.

2 PONTES ROLANTES

Pontes Rolantes são máquinas transportadoras utilizadas, geralmente em meio industrial, no içamento e locomoção de cargas de um local para o outro, contando com, pelo menos, três movimentos independentes (longitudinal, transversal e vertical), que podem ou não ocorrer em simultaneidade.

As Pontes Rolantes são equipamentos utilizados para atender diversos tipos de aplicações, respeitando-se a capacidade de carga e os limites de espaço de cada ambiente. Alguns setores industriais são altamente dependentes destas máquinas, como por exemplo, o siderúrgico, de papel e celulose, de montagens industriais e na indústria metal mecânica.

Para cada tipo de aplicação são utilizadas Pontes Rolantes com especificações próprias, seja para a movimentação ou elevação de materiais. O peso e o tipo de carga para elevação devem ser considerados na especificação da Ponte Rolante a ser aplicada.

No Brasil, a norma que rege o projeto e a construção da estrutura mecânica das Pontes Rolantes é a NBR 8400 - Cálculo de Equipamentos para Elevação e Movimentação de Carga - de 1984 (que incorpora a errata 1, 2 e 3 de até 01.04.1987), (NORMA TÉCNICA, 2018). Esta Norma fixa as diretrizes básicas para os cálculos das partes estruturais e componentes mecânicos dos equipamentos de levantamento e movimentação de cargas, independente do grau de complexidade ou do tipo de serviço do equipamento.

Para cada tipo de aplicação existe um equipamento ideal, pois, os modelos das Pontes Rolantes atendem necessidades específicas para cada tipo de instalação e de carga. Para especificar um equipamento é preciso conhecer a capacidade e o desempenho necessários à elevação e movimentação das cargas.

As Pontes Rolantes têm limite de carga e apresentam as diferentes formas de operação, respeitando a estrutura e limitações do espaço onde será instalada.

2.1 Sistema de Frenagem Convencional De Uma Ponte Rolante

É muito comum nas indústrias a utilização de Pontes Rolantes para elevação e transporte de cargas, pois, estas não ocupam espaço no chão de fábrica, operando com segurança.

O princípio de funcionamento das Pontes Rolantes e de máquinas de elevação são muito semelhantes, geralmente compostas por vigas que sustentam um carro móvel onde estão instalados motores, polias e cabos de aço para elevar a carga e transladar pela viga, sobre trilhos.

A frenagem da Ponte Rolante é realizada por freios estáticos e dinâmicos. O freio de sapatas (Fig. 3) para esse equipamento de elevação e transporte atua para assegurar que nenhum movimento será realizado (freio de segurança), caracterizando a frenagem estática.

O freio atua em um eixo com uma polia de frenagem acoplada. Geralmente, o atuador eletromecânico aciona as sapatas de frenagem contra a polia de frenagem garantindo a imobilização do sistema, sendo que, o retorno pode se dar pelo próprio atuador ou por mola.

No caso da frenagem dinâmica, são os resistores de frenagem (Fig. 4) que reduzem ou anulam a velocidade (rotação) de um motor, absorvendo a energia cinética presente no sistema e convertendo essa energia mecânica em energia térmica, que será dissipada no ambiente.

O estudo aqui abordado determinará a substituição desse tipo de mecanismo de frenagem para transformar a energia mecânica em energia elétrica, conseqüentemente, diminuindo os custos de produção e custos operacionais.

A concepção do projeto será definir um sistema composto por motor gerador controlado por um inversor de frequência para retirar energia mecânica no momento da frenagem, realizando a parada do equipamento e transformando-a em energia elétrica a ser direcionada para o circuito da concessionária.

2.2 Frenagem Regenerativa

O conceito da frenagem regenerativa, consiste em um mecanismo capaz de recuperar a energia mecânica da frenagem, convertendo-a em energia em energia elétrica.

O tema, aqui abordado levará em consideração os aspectos relativos à viabilidade técnica para a implantação e a possibilidade de retorno econômico resultantes dessa tecnologia.

Os freios regenerativos elétricos são derivados dos freios dinâmicos, ou seja, a partir da energia mecânica do movimento se extrai a energia elétrica durante a frenagem, sob a regra de Lavoisier que encerra o enunciado determinando que a energia não pode ser criada nem destruída, mas transformada.

2.3 Sistema de Frenagem Regenerativa

2.3.1 Motor Gerador

O motor gerador a ser instalado no sistema terá a função de transformar a energia mecânica de frenagem em energia elétrica.

Será inserido diretamente no acionamento existente através de eixo de ligação, bucha de união e acoplamento.

Quando o motor gerador, acoplado ao acionamento existe, retirar a energia de frenagem, está transmitida pela rotação até o rotor desse motor, de material magnético produzirá um campo magnético que, na presença das bobinas do estator produzirão corrente elétrica.

Assim ocorrerá a transformação da energia mecânica de frenagem em energia elétrica a ser direcionada para a rede.

Com o advento da moderna tecnologia dos Inversores de Frequência foi possível a adoção de motores trifásicos de corrente alternada, do tipo gaiola, para a transformação da energia mecânica de frenagem proveniente dos acionamentos em energia elétrica, a ser redirecionada para o circuito da concessionária diretamente, eliminando-se a necessidade de baterias para armazenamento e reduzindo-se substancialmente o custo do investimento.

Os equipamentos foram selecionados com base nos cálculos resultantes das energias e potências envolvidas em cada acionamento, conforme premissas normativas da AIST nº6.

Os anexos: A1, A2, A3, A4, A5 E A6, traduzem as especificações técnicas dos motores geradores incluindo desenhos 2D/3D, características físicas, folha de dados e demais informações necessárias às suas definições.

2.3.2 Acoplamento

Serão utilizados acoplamentos flexíveis tipo N-EUPEX da fabricante FLENDER para conectar os novos motores geradores aos acionamentos existentes, seja à ponta de eixo do motor existente ou ao eixo a ser soldado através da bucha de ligação, na polia do freio estacionário.

Este tipo de acoplamento, conforme anexo B, possui capacidade para amortecimento de choques provenientes da frenagem aliada a grande capacidade de transmissão de esforços.

Além disso, os acoplamentos flexíveis permitem certo desalinhamento, que são inerentes às montagens de campo, típicas nessas condições de instalação.

2.3.3 Eixo de Ligação

A ser fabricado em aço SAE 8640, o eixo de ligação ou de extensão, (Anexo C), será responsável por conectar o motor gerador ao conjunto de acionamento existente delimitando o espaço entre o acoplamento flexível e a bucha de conexão a ser soldada na polia do freio estacionário.

2.3.4 Bucha de União

A bucha de união (Anexo D), a ser usinada em aço SAE 8620 será utilizada para acoplar o eixo de transmissão ao disco de tambor do freio estacionário, sendo fixado a este por união soldada.

3 METODOLOGIA

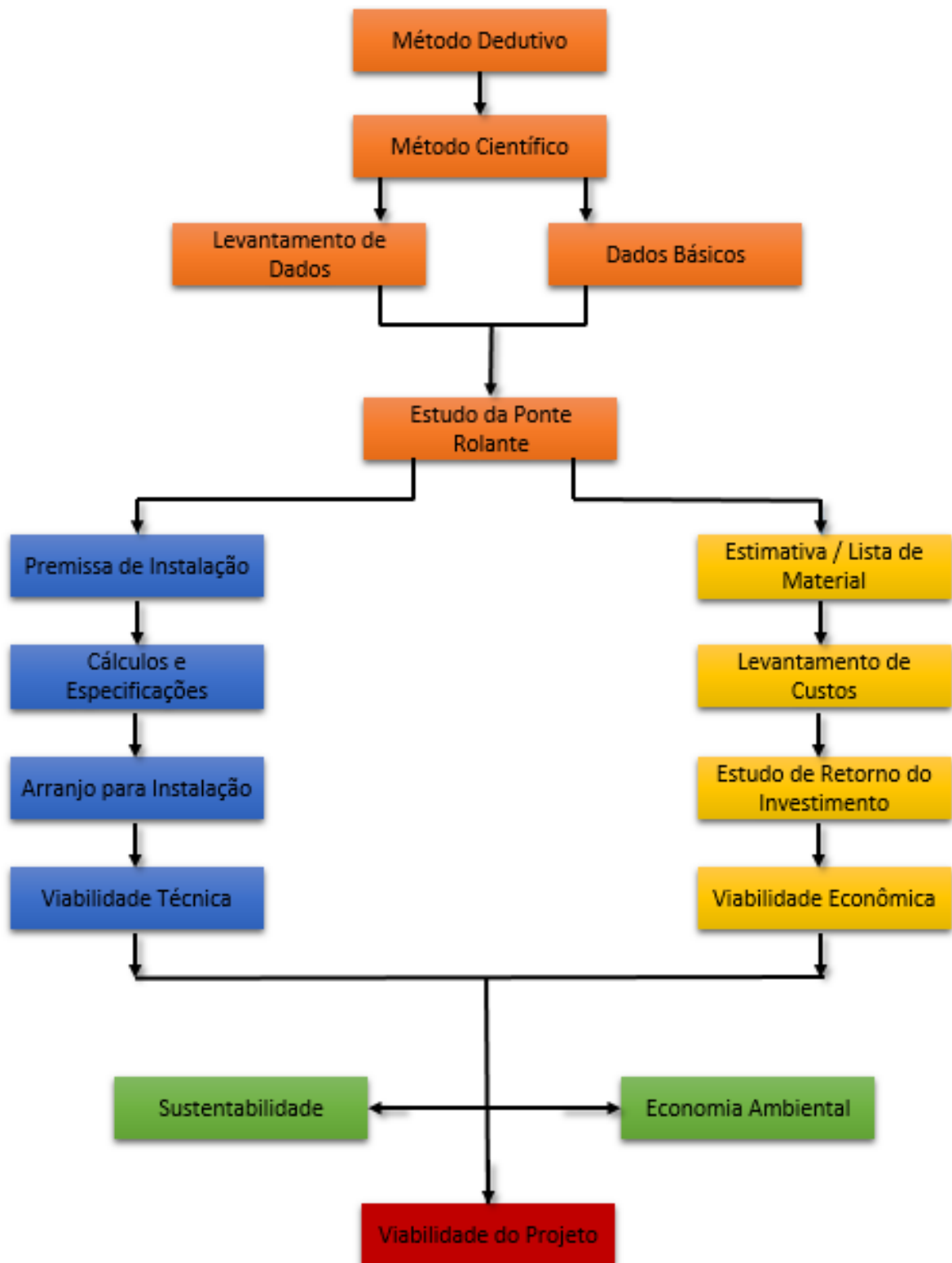
3.1 Considerações Preliminares

Primeiramente, cabe destacar que na elaboração do presente trabalho foi utilizado o método dedutivo, que consiste na extração do conhecimento de premissas gerais aplicáveis às hipóteses concretas. Em suma, a aplicação dos conhecimentos técnicos e científicos de Engenharia e, subsidiariamente da Física, na hipótese determinada pelo problema proposto, qual seja, a viabilidade técnica e econômica para a instalação de um sistema de frenagem regenerativa em um equipamento, neste caso em uma Ponte Rolante, com a finalidade de reaproveitamento da energia dissipada pelos freios mecânicos.

A metodologia adotada para este desenvolvimento foi a científica, considerando as questões-problemas previamente elaboradas com socorro à ciência para fins de busca da solução, no presente caso, da constatação desta possibilidade e, ainda mais específico, da viabilidade técnico-econômica de sua adoção. Conforme descrito, a Fig. 5, ilustra o fluxograma da metodologia do presente relatório.

Cada item do fluxograma foi descrito o procedimento e a sequência de realização do estudo do presente relatório.

DIAGRAMA DE METODOLOGIA



(FIGURA 5)

3.2 Procedimento

- Levantamento de Dados

Frente ao problema proposto e às hipóteses a serem confirmadas, foi adotado um equipamento do tipo Ponte Rolante com conhecimento prévio de todas as suas características operacionais e físicas descritas em seu projeto executivo.

Assim, coube, em primeiro plano, o levantamento de todos os dados necessários ao desenvolvimento do presente estudo diretamente no projeto da Ponte Rolante, bem como a interpretação deste projeto para caracterização física do equipamento e determinação das possibilidades de soluções a serem investigadas.

- Dados Básicos

A Ponte Rolante adotada, de fabricação Villares, é do tipo siderúrgica tetra-viga com dois carros, sendo o principal dotado de guincho com capacidade para 100t e o auxiliar dotados de dois guinchos de 50t e de 10t. Ainda, foi considerado que a Ponte Rolante dedicada à operação específica em Aciaria (“Furnace Room”), ou seja, operação com carga definida e operando com a capacidade máxima nominal de projeto.

A Ponte Rolante em questão, opera com dois carros (“Trolleys”), sendo o principal com guincho de 100t e o auxiliar com guinchos de 50t e 10t, representando os movimentos de içamento e direção, composto com a translação da Ponte Rolante determinando sua operação. (Desenho Villares MV9575A83 Fol. 1 e 2 – Arranjo Geral).

- Sistemas da Ponte Rolante estudados:

Com isso, são 06 (seis) os mecanismos ou sistemas a serem estudados para a implantação da frenagem regenerativa, a saber:

- a. Acionamento da Translação da Ponte Rolante;
- b. Acionamento da Translação do Carro Principal;
- c. Acionamento da Translação do Carro Auxiliar;
- d. Acionamento do Guincho de 100t;
- e. Acionamento do Guincho de 50t;

f. Acionamento do Guincho de 10t.

De posse das características físicas da Ponte Rolante (Carga Morta / Carga Viva) e conforme premissas da norma AIST nº 6, foram desenvolvidos os cálculos para determinação da energia dissipada por cada sistema durante a frenagem mecânica dos respectivos acionamentos, bem como a potência de frenagem para determinação dos conjuntos motores-geradores e consequente viabilidade da instalação mecânica.

- Cálculos de Viabilidade Econômica

Os cálculos também serviram de base para o levantamento do potencial de economia energética anual a fim de subsidiar a viabilidade econômica para implantação do projeto.

- Premissa de Instalação

A premissa para instalação do conjunto de frenagem regenerativa é a de não alteração do sistema original dos acionamentos, ou seja, manter os atuais acionamentos (conjunto motor-reductor), bem como o freio mecânico existente a ser utilizado como redundância e segurança adicional ao sistema regenerativo.

A concepção do projeto determinou o acoplamento de um Motor Gerador diretamente ao tambor do freio mecânico através de um eixo de ligação com bucha de união a ser fixada em campo através de soldagem, para os guinchos de içamentos.

Nas translações os motores geradores serão acoplados diretamente às pontas de eixos dos motores existentes através de acoplamentos flexíveis. Esse conjunto de frenagem seria montado sobre um “skid” metálico a ser conectado à estrutura da Ponte Rolante por soldagem, em campo.

- Motores Trifásicos

Com o advento da moderna tecnologia dos Inversores de Frequência foi possível a adoção de motores trifásicos de corrente alternada, do tipo gaiola, para a transformação da energia mecânica dos acionamentos em energia elétrica, a ser redirecionada para o circuito da concessionária diretamente, eliminando-se a necessidade de baterias para armazenamento e reduzindo-se substancialmente o custo do investimento.

- Embasamento do Investimento Inicial

Determinado o arranjo do sistema de frenagem regenerativa, foram levantados os materiais, equipamentos e acessórios necessários para cada sistema de acionamento, constituindo uma lista de material básica para permitir o levantamento da estimativa de custo e respectiva análise do montante do investimento inicial.

Confrontando os dados do Potencial de Economia Energética X Investimento Inicial, foi possível determinar a viabilidade econômica do sistema regenerativo composto, com isso, as respostas às hipóteses apresentadas à solução do problema.

- Curiosidade

Apesar de não ser objeto do presente estudo, foram contempladas considerações inerentes à Economia de Energia e seus impactos ao Meio Ambiente, como fator influenciador de tomadas de decisões de implantações do projeto, vencidas as fases de comprovação da Viabilidade técnico-econômica.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Características da Ponte Rolante Adotada

A frenagem regenerativa limita-se a seguintes características da Ponte Rolante:

Estrutura: Tetra viga tipo caixa.

Ponte tipo siderúrgica

Classe 2

Norma: (AISE 6) AIST 6 / 2005

Capacidade Nominal: 100(t) / 50(t) / 10(t)

Vão da ponte: 20,42 (m)

Altura de Elevação da Ponte: 17,145 (m)

Altura de Elevação do Guincho de 50t: 19080 (m)

Altura de Elevação do Guincho de 10t: 19430 (m)

Percurso de Translação: 60 (m)

Velocidade de translação: 75 (m/min)

Velocidade do carro principal: 30 (m/min)

Velocidade do carro auxiliar: 45 (m/min)

Velocidade de içamento do guincho principal: 15 (m/min)

Velocidade de içamento do guincho de 50t: 18 (m/min)

Velocidade de içamento do guincho de 10t: 20 (m/min)

Massa total da Ponte Rolante: 296000 (kg)

Massa total do carro principal: 64000 (kg)

Massa total do carro auxiliar: 37500 (Kg)

4.2 Energias e Potências Envolvidas

4.2.1 Sistemas de Translação da Ponte de Carga Morta

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$m = 296000 \text{ (kg)}$$

$$v = 75 \text{ (m/min)}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 296000 \times 1,25^2$$

$$E = 231250 \text{ (J)}$$

$$E = 64 \times 10^{-3} \text{ (kWh)}$$

$$P = \frac{231250}{1,7} = 136029 \text{ (W) Tabela 4.8 da AIST 6/2005, p.115. (2,4 fps}^2)$$

$$P = 185 \text{ (cv)}$$

$$Pi = \frac{185}{4} = 46,25 \text{ (cv)}$$

4.2.2 Sistemas de Translação da Ponte com Carga Total

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 396000 \times 1,25^2$$

$$E = 309375 \text{ (J)}$$

$$E = 86 \times 10^{-3} \text{ (kWh)}$$

$$P = \frac{309375}{2,1} = 147321 \text{ (W) Tabela 4.9 da AIST 6/2005, p. 116. (300 fpm)}$$

$$P = 200 \text{ (cv)}$$

$$Pi = \frac{200}{4} = 50 \text{ (cv)}$$

4.2.3 Sistemas de Translação do Carro Principal Vazio

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$m = 64000 \text{ (kg)}$$

$$v = 30 \text{ (m/min)}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 64000 \times 0,5^2$$

$$E = 8000 \text{ (J)}$$

$$E = 2,2 \times 10^{-3} \text{ (kWh)}$$

$$P = \frac{8000}{0,7} = 11428,57 \text{ (W) Tabela 4.8 da AIST 6/2005, p.115. (2,4 fps}^2)$$

$$P = 15,53 \text{ (cv)}$$

$$Pi = \frac{15,53}{2} = 7,8 \text{ (cv)}$$

4.2.4 Sistemas de Translação do Carro Principal com Carga

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 164000 \times 0,5^2$$

$$E = 20500 \text{ (J)}$$

$$E = 5,7 \times 10^{-3} \text{ (kWh)}$$

$$P = \frac{20500}{1,1} = 18636,36 \text{ (W) Tabela 4.9 da AIST 6/2005, p116. (120 fpm)}$$

$$P = 25,32 \text{ (vc)}$$

$$P_i = \frac{25,32}{2} = 12,66 \text{ (cv)}$$

4.2.5 Sistemas de Translação do Carro Auxiliar de Carga Morta

$$E = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$m = 37500 \text{ (kg)}$$

$$v = 45 \text{ (m/min)}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 37500 \times 0,75^2$$

$$E = 10546,87 \text{ (J)}$$

$$E = 2,9 \times 10^{-3} \text{ (kWh)}$$

$$P = \frac{10546,87}{1} = 10546,87 \text{ (W) Tabela 4.9 da AIST 6/2005, p.116. (420 fpm)}$$

$$P = 14,33 \text{ (cv)}$$

$$P = \frac{14,33}{2}$$

$$P_i = 7,16 \text{ (cv)}$$

4.2.6 Sistemas de Translação do Carro Auxiliar de Carga Total

$$E = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$m = 97500 \text{ (kg)}$$

$$v = 45 \text{ (m/min)}$$

$$E = \frac{1}{2} \times 97500 \times 0,75^2$$

$$E = 27421,87 \text{ (J)}$$

$$E = 7,6 \times 10^{-3} \text{ (kWh)}$$

$$P = \frac{27421,87}{1,5} = 18281,25 \text{ (W) Tabela 4.9 da AIST 6/2005, p.116. (600 fpm)}$$

$$P = 24,88 \text{ (cv)}$$

$$Pi = \frac{24,88}{2} = 12,41 \text{ (cv)}$$

4.2.7 Sistemas de Içamento do Guincho Principal

$$E = mgh$$

$$E = 100000 \times 9,81 \times 17,145$$

$$E = 16819245 \text{ (J)}$$

$$E = 4,67 \text{ (kWh)}$$

$$P = \frac{16819245}{68,58} = 245250 \text{ (W)}$$

$$P = 333 \text{ (cv)}$$

4.2.8 Sistemas de Içamento do Guincho de 50t

$$E = mgh$$

$$E = 50000 \times 9,81 \times 19,080$$

$$E = 9358740 \text{ (J)}$$

$$E = 2,6 \text{ (kWh)}$$

$$P = \frac{9358740}{63,6} = 147150 \text{ (W)}$$

$$P = 200 \text{ (cv)}$$

4.2.9 Sistemas de Içamento do Guincho de 10t

$$E = mgh$$

$$E = 10000 \times 9,81 \times 19,430$$

$$E = 1906083 (J)$$

$$E = 0,529 (kWh)$$

$$P = \frac{1906083}{58,29}$$

$$P = 32700 (W)$$

$$P = 44,43 (cv)$$

4.3 Regime de Trabalho

(Tabela A2 – Página 123 da AIST 6 / 2005) – Classificação “Furnace Room”

4.3.1 “Time On”

Ponte: 60 (%)

Carro Principal: 15 (%)

Carro Auxiliar: 25 (%)

Guincho de 100t: 25 (%)

Guincho de 50t: 25 (%)

Guincho de 10t: 15 (%)

4.3.2 Período de Funcionamento

4320 (h / ano)

Ponte: 2592 (h /ano)

Carro Principal: 648 (h /ano)

Carro Auxiliar: 1080 (h /ano)

Guincho de 100t: 1080 (h /ano)

Guincho de 50t: 1080 (h /ano)

Guincho de 10t: 648 (h /ano)

4.4 Período de Frenagem

- a) Ponte: 259 (h/ano)
- b) Carro Principal: 97 (h/ano)
- c) Carro Auxiliar: 270 (h/ano)
- d) Guincho de 100t: 270 (h/ano)
- e) Guincho de 50t: 270 (h/ano)
- f) Guincho de 10t: 162 (h/ano)

4.5 Energia Dissipada

- a) Translação da Ponte Rolante

$$E_{DP1} = P \times t_F$$

$$E_{DP1} = 136 \times 259$$

$$P_{DP1} = 35224 \text{ (kWh)}$$

$$E_{DP2} = P \times t_F$$

$$E_{DP2} = 147,32 \times 259$$

$$E_{DP2} = 38156,14 \text{ (kWh)}$$

- b) Translação do Carro Principal

$$E_{DCP1} = P \times t_F$$

$$E_{DCP1} = 11,43 \times 97$$

$$E_{DCP1} = 1109 \text{ (kWh)}$$

$$E_{DCP2} = P \times t_F$$

$$E_{DCP2} = 18,64 \times 97$$

$$E_{DCP2} = 1808,9 \text{ (kWh)}$$

c) Translação do Carro Auxiliar

$$E_{DCA1} = P \times t_F$$

$$E_{DCA1} = 10,6 \times 270$$

$$E_{DCP1} = 2862 \text{ (kWh)}$$

$$E_{DCA2} = P \times t_F$$

$$E_{DCA2} = 18,3 \times 270$$

$$E_{DCP2} = 4941 \text{ (kWh)}$$

d) Içamento do Guincho de 100t

$$E_{DG100} = P \times t_F$$

$$E_{DG100} = 245,3 \times 270$$

$$E_{DG100} = 66231 \text{ (kWh)}$$

e) Içamento do Guincho de 50t

$$E_{DG50} = P \times t_F$$

$$E_{DG50} = 147,2 \times 270$$

$$E_{DG50} = 39744 \text{ (kWh)}$$

f) Içamento do Guincho de 10t

$$E_{DG10} = P \times t_F$$

$$E_{DG10} = 32,7 \times 162$$

$$E_{DG10} = 5297,4 \text{ (kWh)}$$

4.5.1 Potências Dissipadas Durante a Frenagem dos Sistemas

$$\sum E_D = E_{DP1} + E_{DP2} + E_{DCP1} + E_{DCP2} + E_{DCA1} + E_{DCA2} + E_{DG100} + E_{DG50} + E_{DG10}$$

$$\sum E_D = 195373,44 \text{ (kWh)}$$

4.6 Especificações

4.6.1 Motor Gerador

4.6.1.1 Translação da Ponte Rolante

Motor de corrente alternada (AC), WEG, Carcaça 200L, 4 polos, rotação nominal: 1750 rpm, tensão nominal 440 (v), potência: 50HP.

Conforme (Anexos A1).

4.6.1.2 Translação do Carro Principal

Motor de corrente alternada (AC), WEG, Carcaça 132M/L, 4 polos, rotação nominal: 1750 rpm, tensão nominal 440 (v), potência: 15HP.

Conforme (Anexos A2).

4.6.1.3 Translação do Carro Auxiliar

Motor de corrente alternada (AC), WEG, Carcaça 132M/L, 4 polos, rotação nominal: 1750 rpm, tensão nominal 440 (v), potência: 15HP.

Conforme (Anexos A3).

4.6.1.4 Içamento do Guincho de 100t

Motor de corrente alternada (AC), WEG, Carcaça 355M/L, 4 polos, rotação nominal: 1750 rpm, tensão nominal 440 (v), potência: 350HP.

Conforme (Anexos A4).

4.6.1.5 Içamento do Guincho de 50t

Motor de corrente alternada (AC), WEG, Carcaça 3158/M, 4 polos, rotação nominal: 1750 rpm, tensão nominal 440 (v), potência: 200HP.

Conforme (Anexos A5).

4.6.1.6 Içamento do Guincho de 10t

Motor de corrente alternada (AC), WEG, Carcaça 200L, 4 polos, rotação nominal: 1750 rpm, tensão nominal 440 (v), potência: 50HP.

Conforme (Anexos A6).

4.7 Acoplamento

Acoplamento flexível de referência adotado tipo N-EUPEX, fabricação FLENDER.

4.7.1 Translação da Ponte Rolante

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 147,32 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 50}{350}$$

$$T = 102,3 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 1003,7 \text{ (N.m)}$$

Conforme tabela FLENDER N-EUPEX (Anexo B1), adotado tamanho 218 – Série DS, página 122.

4.7.2 Translação do Carro Principal

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 18,64 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 12,66}{350}$$

$$T = 25,9 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 254 \text{ (N.m)}$$

Conforme tabela FLENDER N-EUPEX (Anexo B2), adotado tamanho 152 – Série DS, página 122.

4.7.3 Translação do Carro Auxiliar

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 18,3 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 12,41}{350}$$

$$T = 25,4 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 249 \text{ (N.m)}$$

Conforme tabela FLENDER N-EUPEX (Anexo B3), adotado tamanho 152 – Série DS, página 122.

4.7.4 Içamento do Guincho de 100t

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 245,3 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 333}{350}$$

$$T = 681,4 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 6685 \text{ (N.m)}$$

Conforme tabela FLENDER N-EUPEX (Anexo B4), adotado tamanho 380 – Série DS, página 122.

4.7.5 Içamento do Guincho de 50t

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 147,2 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 200}{350}$$

$$T = 409,3 \text{ (kgf)}$$

$$T = 4015 \text{ (N.m)}$$

Conforme tabela FLENDER N-EUPEX (Anexo B5), adotado tamanho 340 – Série DS, página 122.

4.7.6 Içamento do Guincho de 10t

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 32,7 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 44,33}{350}$$

$$T = 91 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 893 \text{ (N.m)}$$

Conforme tabela FLENDER N-EUPEX (Anexo B6), adotado tamanho 218 – Série DS, página 122.

4.8 Eixo de Conexão

4.8.1 Translação da Ponte Rolante

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 147,32 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 50}{350}$$

$$T = 102,3 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 1003,7 \text{ (N.m)}$$

Dimensionamento da seção mínima do eixo:

$$\tau = \frac{T \cdot 16}{\pi \cdot \phi^3}$$

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{102300 \times 16}{\pi \cdot 8,4}}$$

$$\phi = 40 \text{ (mm)}$$

Diâmetro do núcleo do eixo (seção mínima adotado: 40 mm).

Material: Aço SAE-8640, normalizado, temperado e revenido para dureza de 35 a 40 HC.

4.8.2 Translação do Carro Principal

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 18,64 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 12,66}{350}$$

$$T = 25,9 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 254 \text{ N.m}$$

Dimensionamento da seção mínima do eixo:

$$\tau = \frac{T \cdot 16}{\pi \cdot \emptyset^3}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{25900 \times 16}{\pi \cdot 8,4}}$$

$$\emptyset = 25 \text{ (mm)}$$

Diâmetro do núcleo do eixo (seção mínima adotado: 25 mm)

Material: Aço SAE-8640, normalizado, temperado e revenido para dureza de 35 a 40 HC.

4.8.3 Translação do Carro Auxiliar

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 18,3 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 12,41}{350}$$

$$T = 25,4 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 249 \text{ (N.m)}$$

Dimensionamento da seção mínima do eixo:

$$\tau = \frac{T \cdot 16}{\pi \cdot \emptyset^3}$$

$$\varnothing = \sqrt[3]{\frac{25400 \times 16}{\pi \cdot 8,4}}$$

$$\varnothing = 24,8 \text{ (mm)}$$

Diâmetro do núcleo do eixo (seção mínima adotado: 25 mm)

Material: Aço SAE-8640, normalizado, temperado e revenido para dureza de 35 a 40 HC.

4.8.4 Içamento do Guincho de 100t

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 245,3 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 333}{350}$$

$$T = 681,4 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 6685 \text{ (N.m)}$$

Dimensionamento da seção mínima do eixo:

$$\tau = \frac{T \cdot 16}{\pi \cdot \varnothing^3}$$

$$\varnothing = \sqrt[3]{\frac{681400 \times 16}{\pi \cdot 8,4}}$$

$$\varnothing = 74,5 \text{ (mm)}$$

Diâmetro do núcleo do eixo (seção mínima adotado: 75 mm)

Material: Aço SAE-8640, normalizado, temperado e revenido para dureza de 35 a 40 HC.

4.8.5 Içamento do Guincho de 50t

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 147,2 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 200}{350}$$

$$T = 409,3 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 4015 \text{ (N.m)}$$

Dimensionamento da seção mínima do eixo:

$$\tau = \frac{T \cdot 16}{\pi \cdot \emptyset^3}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{409300 \times 16}{\pi \cdot 8,4}}$$

$$\emptyset = 63 \text{ (mm)}$$

Diâmetro do núcleo do eixo (seção mínima adotado: 65 mm)

Material: Aço SAE-8640, normalizado, temperado e revenido para dureza de 35 a 40 HC.

4.8.6 Içamento do Guincho de 10t

Maior potência de frenagem:

$$P_{MD} = 32,7 \text{ (kW)}$$

Toque de frenagem:

$$T = \frac{716,2 \times P_{MD}}{n}$$

$$T = \frac{716,2 \times 44,33}{350}$$

$$T = 91 \text{ (kgf.m)}$$

$$T = 893 \text{ (N.m)}$$

Dimensionamento da seção mínima do eixo:

$$\tau = \frac{T \cdot 16}{\pi \cdot \emptyset^3}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{91000 \times 16}{\pi \cdot 8,4}}$$

$$\emptyset = 38 \text{ (mm)}$$

Diâmetro do núcleo do eixo (seção mínima adotado: 40 mm)

Material: Aço SAE-8640, normalizado, temperado e revenido para dureza de 35 a 40 HC.

4.9 Viabilidade Mecânica

Conforme analisado, é importante ressaltar a viabilidade mecânica da implantação do sistema regenerativo.

O sistema original da Ponte Rolante não será alterado, sendo que o novo conjunto do sistema regenerativo será acoplado ao acionamento existente.

A concepção do projeto determinou o acoplamento de um motor gerador diretamente ao tambor do freio mecânico através de um eixo de ligação com bucha de união a ser fixada em campo através de soldagem.

Esse conjunto de frenagem será montado sobre um “skid” metálico a ser conectado à estrutura da Ponte Rolante por soldagem, em campo.

É possível visualizar o arranjo dos sistemas de frenagem regenerativa para os movimentos de içamento, direção e translação, conforme anexo F.

A vista explodida, neste anexo identifica os detalhes das peças que identificam o sistema regenerativo, bem como a forma de instalação nos acionamentos existentes.

5 ESTUDO ECÔNOMICO

5.1 Lista de Material

Determinando o arranjo do sistema de frenagem regenerativa, foram levantados os materiais, equipamentos e acessórios necessários para cada sistema de acionamento, constituindo uma lista de material básica para permitir o levantamento da Estimativa de Custo e respectiva análise do montante do investimento inicial

Confrontando os dados do Potencial de Economia Energética X Investimento Inicial, foi possível determinar a viabilidade econômica do sistema regenerativo compondo, com isso, as respostas às hipóteses apresentadas à solução do problema.

Os cálculos também serviram de base para o levantamento do potencial de economia energética anual a subsidiar a viabilidade econômica para implantação do projeto.

No anexo G, é possível identificar a lista de material levantada para implantação do sistema.

5.2 Economia de Energia

O sistema regenerativo proporcionará uma economia energética resultando em ganhos financeiros conforme demonstrados a seguir.

O custo unitário da energia elétrica tem como referência valores da concessionária light, para consumidores não residenciais no estado do Rio de Janeiro, conforme anexo H.

Valor da energia 0,92814(R\$/kWh)

$$E_{TD}=195.373,44 \text{ (kWh/Ano)}$$

$$EcE = 0,92814 \times 195.373,44$$

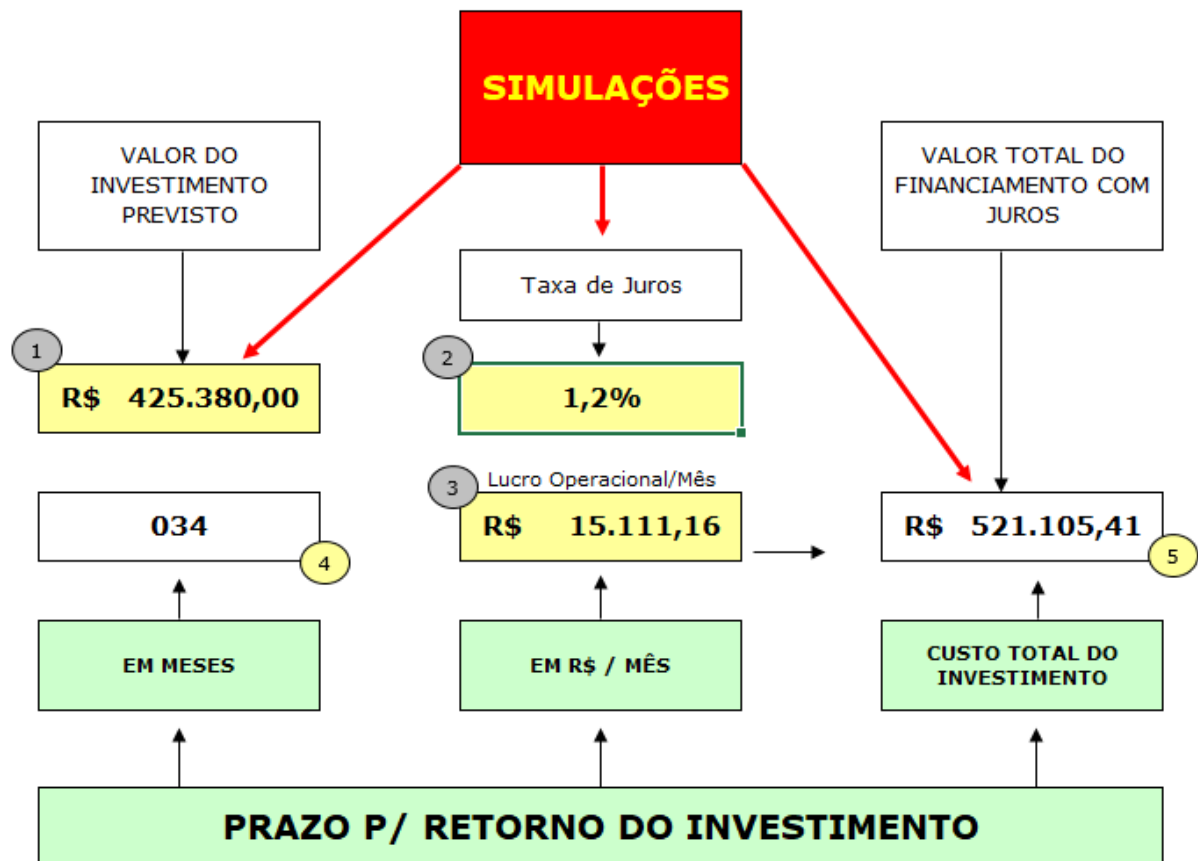
$$EcE = 181.333,9 \text{ (R$/Ano)}$$

5.3 Amortização

Segundo os cálculos, cabe ressaltar que o retorno do investimento se dará em um prazo relativamente reduzido, considerando sua plena amortização em apenas 34 meses.

Em pouco tempo todo investimento é amortizado frente a própria economia de energia elétrica e, posteriormente, diminuindo os custos de produção da unidade produtiva, tornando por consequência, mais competitiva, constatando a plena viabilidade econômica.

Cabe ressaltar que o custo de investimento é de R\$425.380,00, sendo que o retorno mensal referente a economia de energia é de R\$15.111,16. Considerando uma taxa de juros de 8,4% ao ano baseado na taxa CDI de abril de 2018, o valor total do investimento será de R\$521.105,41, conforme demonstrando na planilha abaixo.



Sendo:

- 1) Valor Inicial do Investimento
- 2) Juros (Taxa CDI 8,4% ao ano / Base abril / 2018)
- 3) Retorno Mensal

- 4) Tempo de Amortização
- 5) Custo de Investimento ao Tempo de Amortização

6 CURIOSIDADE – MEIO AMBIENTE

Apesar de não ser o objetivo desse estudo, além, da viabilidade econômica o sistema de recuperação de energia resulta em uma economia significativa ao meio ambiente.

Além do prestígio sustentável tão importante no mundo em que vivemos para uma empresa, será reduzido grandes impactos ambientais ao meio ambiente, é também um argumento influenciador para a tomada de decisão da frenagem regenerativa.

Analisamos os seguintes itens:

- Economia de Árvores;
- Crédito de Carbono;
- Economia de água.

6.1 Economia de Árvores

A economia energética pressupõe economia ambiental, isto pois, toda geração de energia, independentemente da sua fonte primária, infere prejuízo ou degradação ao equilíbrio ambiental.

Em uma análise mais abrangente as transformações energéticas, em alguns de seus estágios, invariavelmente acarretarão a emissão de CO_2 e CO , onerando o meio ambiente a sintetizar essas substâncias, processo este que podemos contabilizar quantificando o equivalente em árvores para este processo.

Exemplificando, a emissão de duas toneladas de CO_2 requer uma árvore para sua absorção e conseqüente compensação ambiental.

No presente trabalho tem-se:

$$E_{TD} = 195.373,44 \text{ (kWh/ano)}$$

$$E_{TD} = \frac{195.373,44}{12}$$

$$E_{TD} = 16.281,12 \text{ (kWh/mês)}$$

$$E_A = 195.373,44 \times 0,001008333$$

$$E_A = 197tCO_2$$

$$E_{ACO} = 195.373,44 \times 0,000023333$$

$$E_{ACO} = 4tCO$$

Os índices foram baseadas na calculadora de emissão de CO_2 , conforme abaixo

Calculadora de emissão de CO_2

alcule sua emissão anual de Gases de efeito Estufa (CO_2 , equivalente) e a quantidade de árvores que deverá plantar a fim de compensar estas emissões

instruções de como utilizar a calculadora de emissão de CO_2

- . Deverá colocar a quantidade mensal de gastos energéticos e em deslocamentos (viagens)
- . Verificar o número de quilos de CO_2 que produz por ano
- . Quantas árvores que necessita plantar para compensar o ambiente

neutralização

o aderir o programa Seringueira Ambiental você estará neutralizando essas emissões, por meio o plantio de seringueiras, contribuindo assim para a redução dos efeitos nocivos do aquecimento global.

Traduza:





Processo de Construção ou Valores Energéticos

Consumo energia elétrica - kWh / Mês

Consumo de gás - Botijão / mês

Produção diária de resíduos / Kgs



Transportes

Vans / Pickup - km/mês

Gasolina (motor 1.0 a 1.4) - km/mês

Gasolina (motor 1.5 a 2.0) - km/mês

Diesel - km/mês

Ônibus km/mês

Álcool - km/mês

GNV - km/mês

Moto - km/mês

Taxi - km/mês

Metro - km/mês

Transporte aéreo - km



Resultados

Emissões Totais ano: Equivalente a

Árvores / Ano

PLANTAR ÁRVORES

(GREEN. CO_2)

Conforme verificado, o sistema regenerativo sugerido nesse trabalho pressupõe uma economia de 59 árvores/ano referente a energia recuperada pelo sistema regenerativo, representando a economia ambiental. (Fig. 6).

6.2 Crédito de Carbono

Crédito de Carbono consiste em um projeto com o objetivo de reduzir a emissões dos gases que aceleram o processo de aquecimento do planeta.

Trata-se do mercado de créditos de carbono, que surgiu a partir do Protocolo de Quioto, acordo internacional que estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam reduzir suas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) 5,2% em média, em relação aos níveis medidos em 1990. (GOVERNO DO BRASIL, 2014).

O Protocolo de Quioto criou o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que prevê a redução certificada das emissões. Uma vez conquistada essa certificação, quem promove a redução da emissão de gases poluentes tem direito a créditos de carbono e pode comercializá-los com os países que têm metas a cumprir.

A redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) é medida em toneladas de dióxido de carbono equivalente – t CO₂e (equivalente). Cada tonelada de CO₂ é reduzida ou removida da atmosfera corresponde a uma unidade emitida pelo Conselho Executivo do MDL, denominada de Redução Certificada de Emissão (RCE).

A tonelada de CO₂e equivale a 1 crédito de carbono. A ideia do MDL é que cada tonelada de CO₂ não emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento possa ser negociada no mercado mundial por meio de Certificados de Emissões Reduzidas (CER).

As nações que não conseguirem (ou não desejarem) reduzir suas emissões poderão comprar os CER em países em desenvolvimento e usá-los para cumprir suas obrigações.

Outra forma de se avaliar a economia ambiental traduz-se na quantidade equivalente de créditos de carbono aferida monetariamente e inerente a quantidade de CO/CO₂ não emitida ou recuperada nos processos produtivos.

Sendo assim foi possível calcular o valor monetário resultante da economia de energia do presente relatório.

$$1 \text{ Crédito de Carbono} = 1 (tCO_2) = R\$ 14,85$$

$$E_{CC} = 197 \times 14,85$$

$$E_{CC} = 2925,45 (R\$/ano)$$

Com isso, o projeto proposto pressupões a economia a 197 (CO₂) de créditos de carbono, traduzindo um valor monetário equivalente a 2925,45 (R\$/ano). (Fig. 7).

6.3 Economia de Água

Nossa matriz energética é preponderantemente representada, pela geração de energia através de hidrelétricas. Com isso, podemos traçar um paralelo identificando a equivalente economia de vazão de água nesses hidrelétricas correspondente à econômica de energia determinada pelo sistema regenerativo proposto.

Conforme tabela abaixo é possível identificar as vazões das cinco maiores hidrelétricas do Brasil, utilizadas para o cálculo da vazão média na geração de energia.

Hidrelétrica	Vazão / Potência (m ³ /s) /MW
Tucuruí	1,82
Itaipu (Brasil)	0,90
Ilha Solteira	2,77
Xingó	0,93
Paulo Afonso	1,83

(Ver Fig. 8)

$$Vm = 1,82 + 0,90 + 2,77 + 0,93 + 1,83$$

$$Vm = \frac{5,48}{5}$$

$$Vm = 1,09 \text{ (l/MW)}$$

Cálculo do volume de água (litros) por unidade de energia (kWh)

1 kWh = 1 kW durante uma hora ou 3.600 segundos

Volume de água:

$$1,6 \text{ l/s} \times 3.600 \text{ s} = 5.760 \text{ litros de água (por kWh)}$$

$$Va = 5760 \times 195.373,44$$

$$Va = 1125351014 \text{ (l/ano)}$$

$$Va = 1125351,014 \text{ (m}^3\text{ de água/ano)}$$

Conforme demonstrado, o sistema regenerativo traduz uma economia de 1.125.351m³ de água nos reservatórios dessas hidrelétricas, e conseqüentemente uma economia ambiental muito saudável ao meio ambiente. (Fig. 8).

7 CONCLUSÃO

Este trabalho de conclusão de curso, teve por objeto o estudo técnico econômico para determinação da viabilidade de instalação de um sistema de frenagem regenerativo com o intuito de recuperar a energia mecânica dissipada durante a frenagem de uma Ponte Rolante industrial, transformando em energia elétrica a ser direcionada para o circuito da concessionária e com isso promover uma relevante economia no sistema produtivo em questão.

Foi avaliada a instalação desse sistema de frenagem regenerativa juntamente aos acionamentos já existentes nos mecanismos de translação, direção e içamento da referida Ponte Rolante, sem modificação ou retirada de quaisquer equipamentos ou componentes já existentes.

Essa premissa se revela como grande diferencial e ponto alto a ser destacado neste estudo, pois, permite a implantação do referido sistema sem a necessidade de paralização do equipamento, possibilitando o planejamento e a execução desse projeto sem interferir com a produtividade da Ponte Rolante.

A conexão do novo sistema poderá ser realizada durante as paradas das manutenções preventivas do equipamento.

Este projeto se utilizou de motores de corrente alternada do tipo gaiola, controlados por inversores de frequência que atuarão como geradores de energia elétrica a partir da energia mecânica de frenagem captada diretamente dos acionamentos dos mecanismos existentes.

Estes motores serão acoplados aos acionamentos existentes através de acoplamentos flexíveis, sendo suportados por bases metálicas (“SKIDS”) soldadas às estruturas da Ponte Rolante.

O sistema mecânico a ser implantado não modificará o projeto original da Ponte Rolante, representando apenas um acréscimo ao sistema existente, permitindo inclusive sua implantação sem a necessária paralização da Ponte Rolante para execução da instalação, resultando em plena viabilidade técnica e econômica.

De acordo com a análise e o estudo realizados no presente relatório, cabe ressaltar o retorno do investimento em um prazo relativamente reduzido, considerando sua plena amortização em apenas 34 meses.

Em pouco tempo todo investimento é amortizado frente a própria economia de energia elétrica, e posteriormente diminuindo os custos da unidade produtiva, tornando por consequência, mais competitiva, constatando a plena viabilidade econômica.

Além do viés econômico, o reaproveitamento dessa energia é saudável ao meio ambiente resultando em sustentabilidade e preservação ecológica, pois toda a produção de

energia elétrica, de uma forma direta ou indireta acarreta dano ambiental, seja por emissão de CO_2 / CO, seja por interferência na fauna ou na flora, seja por potencializar riscos ambientais.

Cabe ainda destacar que o sistema proposto permite além da recuperação da energia de frenagem também o acionamento da Ponte Rolante em paralelo aos acionamentos existentes que poderão ser desligados (eletricamente), permanecendo fisicamente instalados, conforme projeto original.

Com isso acentua-se a economia quando também utilizados como acionamentos, pois, esses motores de corrente alternada controlados pelo inversor de frequência possuem alto rendimento, principalmente se comparados aos acionamentos originais da Ponte Rolante e possuem tecnologia ultrapassada.

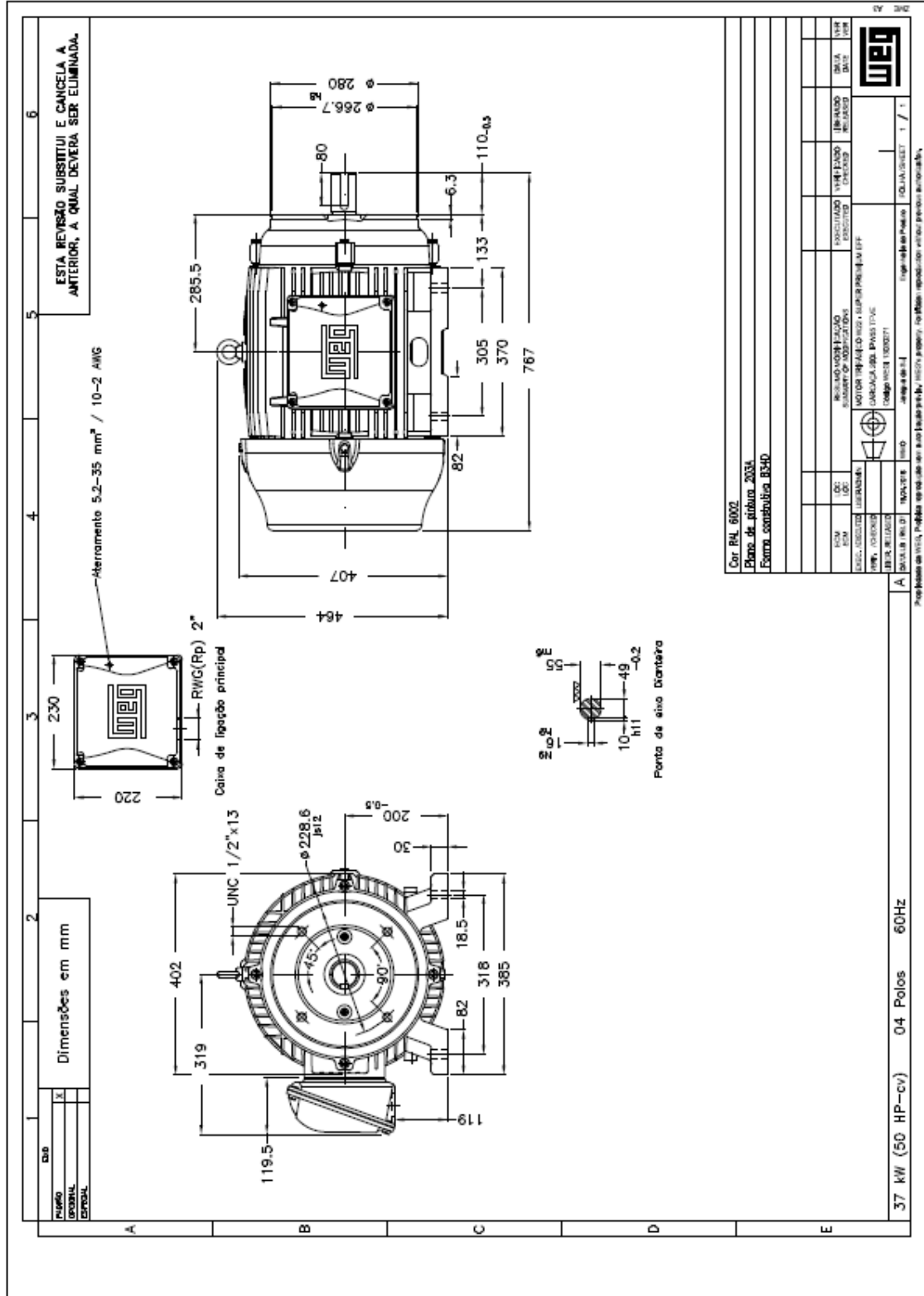
Assim, concluímos que o projeto proposto apresenta, além de viabilidade técnico-econômica uma proposta de grande atratividade justificando sua adoção pelo simples potencial de rápida amortização e ganhos líquidos a partir dessa amortização durante a vida útil do equipamento.

ANEXOS


ANEXO A – MOTORES GERADORES

Anexo A1 – Translação da Ponte

Dimensões Gerais



Folha de Dados

FOLHA DE DADOS					
Motor Trifásico de Indução - Rotor de Gaiola					
Cliente :					
Linha do produto		: W22 IR4 Super Premium Trifásico		Código do produto : 13030271	
Carga		: 200L		Tempo de rotor bloqueado : 36s (frio) 20s (quente)	
Potência		: 37 kW (50 HP-cv)		Elevação de temperatura : 80 K	
Número de polos		: 4		Regime de serviço : S1	
Frequência		: 60 Hz		Temperatura ambiente : -20°C a +40°C	
Tensão nominal		: 220/380/440 V		Altitude : 1000 m	
Corrente nominal		: 126/72.7/62.8 A		Grau de proteção : IPW55	
Corrente de partida		: 929/538/465 A		Método de refrigeração : IC411 - TFVE	
Ip/In		: 7.4		Forma construtiva : B34D	
Corrente a vazio		: 62.7/36.3/31.4 A		Sentido de rotação ¹ : Ambos	
Rotação nominal		: 1780 rpm		Nível de ruído ² : 65.0 dB(A)	
Escoorregamento		: 1.11 %		Método de partida : Partida direta	
Conjugado nominal		: 20.2 kgfm		Massa aproximada ³ : 259 kg	
Conjugado de partida		: 260 %			
Conjugado máximo		: 300 %			
Classe de isolamento		: F			
Fator de serviço		: 1.25			
Momento de inércia (J)		: 0.3963 kgm ²			
Categoria		: N			
Potência			50%	75%	100%
Rendimento (%)			94.1	95.0	95.4
Cos φ			0.62	0.73	0.81
Esforços na fundação					
Tração máxima			: 634 kgf		
Compressão máxima			: 893 kgf		
Tipo de mancal		: <u>Dianteiro</u> 6312 C3		: <u>Traseiro</u> 6212 Z C3	
Vedação		: VRing		: VRing	
Intervalo de lubrificação		: 20000 h		: 20000 h	
Quantidade de lubrificante		: 21 g		: 13 g	
Tipo de lubrificante		: Mobil Polyrex EM			
Observações					
Esta revisão substitui e cancela a anterior, a qual deverá ser eliminada. (1) Olhando a ponta de eixo dianteira do motor. (2) Medido a 1m e com tolerância de +3dB(A). (3) Massa aproximada sujeito a alteração após fabricação. (4) Em 100% da carga nominal.			Os valores indicados são valores médios com base em ensaios e para alimentação em rede senoidal, sujeitos as tolerâncias da norma ABNT NBR 17094.		
Rev.	Resumo das modificações			Executado	Verificado
Executor					
Verificador					
Data	19/04/2018			Página	Revisão
				1 / 1	

Propriedade de WEG S/A. Proibida a reprodução sem autorização prévia.
Sujeito a alterações sem aviso prévio

W22 IR4 Super Premium 50 cv 4P 200L 3F 220/380/440 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D

Código WEG: 13030271




Os motores W22 IR4 Super Premium possuem altíssima eficiência superando os motores com rendimento IR2 e IR3, além de atender o nível de eficiência IE4 determinado pela norma Europeia IEC 60034-30-1. Possuem a mais ampla gama de motores do mundo com esse nível de rendimento, que apresentam perdas elétricas de 20 a 40% menores em comparação com os motores elétricos convencionais.

Resumo das características técnicas

Norma	ABNT NBR 17094	Potência	50 cv
Frequência	60 Hz	Fixação	Com pés
Tensão	220/380/440 V	Flange	C
Número de polos	4	Forma construtiva	B34D
Grau de proteção	IPW55	Caixa de ligação*	Posição esquerda
Rotação síncrona	1800 rpm	Refrigeração	IC411 - TFVE

↔ Comparar

Folha de Dados

FOLHA DE DADOS										
Motor Trifásico de Indução - Rotor de Gaiola										
Cliente :										
Linha do produto			: W22 IR3 Premium Trifásico		Código do produto : 11473340					
Carcaça			: 132ML		Tempo de rotor bloqueado		: 14s (frio) 8s (quente)			
Potência			: 11 kW (15 HP-cv)		Elevação de temperatura		: 80 K			
Número de polos			: 4		Regime de serviço		: S1			
Frequência			: 60 Hz		Temperatura ambiente		: -20°C a +40°C			
Tensão nominal			: 220/380/440 V		Altitude		: 1000 m			
Corrente nominal			: 37.6/21.8/18.8 A		Grau de proteção		: IP55			
Corrente de partida			: 312/181/156 A		Método de refrigeração		: IC411 - TFVE			
Ip/In			: 8.3		Forma construtiva		: B34D			
Corrente a vazio			: 19.4/11.2/9.70 A		Sentido de rotação ¹		: Ambos			
Rotação nominal			: 1760 rpm		Nível de ruído ²		: 58.0 dB(A)			
Escoorregamento			: 2.22 %		Método de partida		: Partida direta			
Conjugado nominal			: 6.09 kgfm		Massa aproximada ³		: 86.9 kg			
Conjugado de partida			: 250 %							
Conjugado máximo			: 350 %							
Classe de isolamento			: F							
Fator de serviço			: 1.25							
Momento de inércia (J)			: 0.0672 kgm ²							
Categoria			: N							
Potência			50% 75% 100%		Esforços na fundação					
Rendimento (%)			90.6 91.5 92.4		Tração máxima				: 351 kgf	
Cos φ			0.63 0.76 0.83		Compressão máxima				: 438 kgf	
Tipo de mancal			: <u>Dianteiro</u> 6308 ZZ		<u>Traseiro</u> 6207 ZZ					
Vedação			: VRing		VRing					
Intervalo de lubrificação			: -		-					
Quantidade de lubrificante			: -		-					
Tipo de lubrificante			: Mobil Polyrex EM							
Observações										
Esta revisão substitui e cancela a anterior, a qual deverá ser eliminada. (1) Olhando a ponta de eixo dianteira do motor. (2) Medido a 1m e com tolerância de +3dB(A). (3) Massa aproximada sujeito a alteração após fabricação. (4) Em 100% da carga nominal.					Os valores indicados são valores médios com base em ensaios e para alimentação em rede senoidal, sujeitos as tolerâncias da norma ABNT NBR 17094.					
Rev.	Resumo das modificações			Executado	Verificado	Data				
Executor										
Verificador						Página	Revisão			
Data	19/04/2018					1 / 1				

Propriedade de WEG S/A. Proibida a reprodução sem autorização prévia.
Sujeito a alterações sem aviso prévio

W22 IR3 Premium 15 cv 4P 132M/L 3F 220/380/440 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D

Código WEG: 11473340



Além de oferecer todas as vantagens de um motor W22 IR2, os motores W22 IR3 são a peça chave quando se trata de economia. Com níveis de rendimento superiores promovem redução do consumo de energia, oferecem ótima relação custo-benefício e consequentemente maior produtividade e gastos reduzidos para a indústria.

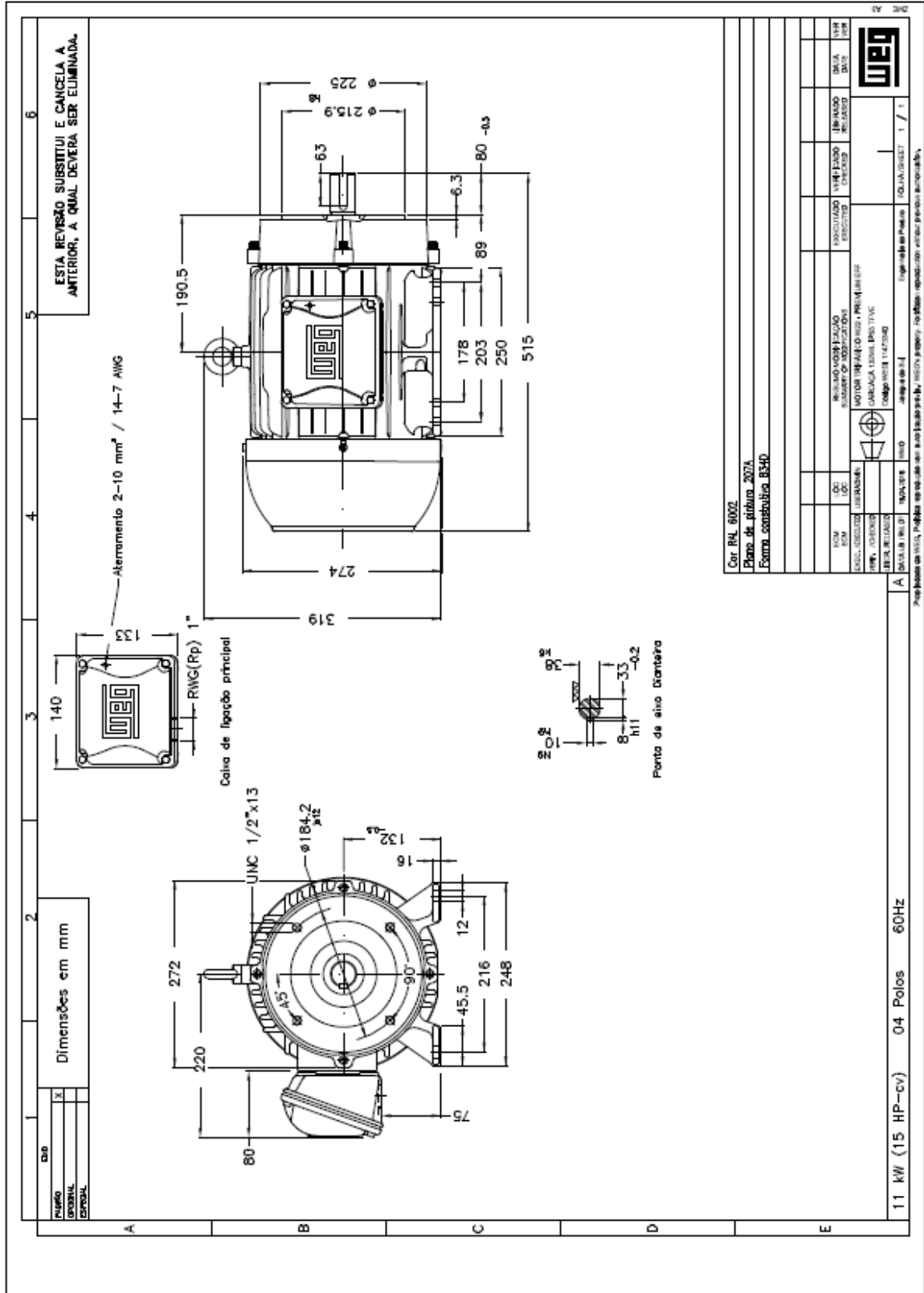
Resumo das características técnicas

Norma	ABNT NBR 17094	Potência	15 cv
Frequência	60 Hz	Fixação	Com pés
Tensão	220/380/440 V	Flange	C
Número de polos	4	Forma construtiva	B34D
Grau de proteção	IP55	Caixa de ligação*	Posição esquerda
Rotação síncrona	1800 rpm	Refrigeração	IC411 - TFVE


↔ Comparar

Anexo A3 – Translação do Carro Auxiliar

Dimensões Gerais



Folha de Dados

FOLHA DE DADOS					
Motor Trifásico de Indução - Rotor de Gaiola					
Cliente :					
Linha do produto : W22 IR3 Premium Trifásico		Código do produto : 11473340			
Carcaça	: 132ML	Tempo de rotor bloqueado	: 14s (frio) 8s (quente)		
Potência	: 11 kW (15 HP-cv)	Elevação de temperatura	: 80 K		
Número de polos	: 4	Regime de serviço	: S1		
Frequência	: 60 Hz	Temperatura ambiente	: -20°C a +40°C		
Tensão nominal	: 220/380/440 V	Altitude	: 1000 m		
Corrente nominal	: 37,6/21,8/18,8 A	Grau de proteção	: IP55		
Corrente de partida	: 312/181/156 A	Método de refrigeração	: IC411 - TPVE		
Ip/In	: 8,3	Forma construtiva	: B34D		
Corrente a vazio	: 19,4/11,2/9,70 A	Sentido de rotação ¹	: Ambos		
Rotação nominal	: 1760 rpm	Nível de ruído ²	: 58,0 dB(A)		
Escorregamento	: 2,22 %	Método de partida	: Partida direta		
Conjugado nominal	: 6,09 kgfm	Massa aproximada ³	: 86,9 kg		
Conjugado de partida	: 250 %				
Conjugado máximo	: 350 %				
Classe de isolamento	: F				
Fator de serviço	: 1,25				
Momento de inércia (J)	: 0,0672 kgm ²				
Categoria	: N				
Potência	50%	75%	100%		
Rendimento (%)	90,6	91,5	92,4		
Cos φ	0,63	0,76	0,83		
		Esforços na fundação			
		Tração máxima : 351 kgf			
		Compressão máxima : 438 kgf			
Tipo de mancal	:	<u>Dianteira</u> 6308 ZZ	<u>Traseira</u> 6207 ZZ		
Vedação	:	VRing	VRing		
Intervalo de lubrificação	:	-	-		
Quantidade de lubrificante	:	-	-		
Tipo de lubrificante	:	Mobil Polyrex EM			
Observações					
Esta revisão substitui e cancela a anterior, a qual deverá ser eliminada. (1) Olhando a ponta de eixo dianteira do motor. (2) Medido a 1m e com tolerância de +3dB(A). (3) Massa aproximada sujeito a alteração após fabricação. (4) Em 100% da carga nominal.		Os valores indicados são valores médios com base em ensaios e para alimentação em rede senoidal, sujeitos as tolerâncias da norma ABNT NBR 17094.			
Rev.	Resumo das modificações		Executado	Verificado	Data
Executor					
Verificador				Página	Revisão
Data	19/04/2018			1 / 1	

Propriedade de WEG S/A. Proibida a reprodução sem autorização prévia.
Sujeito a alterações sem aviso prévio

W22 IR3 Premium 15 cv 4P 132M/L 3F 220/380/440 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D

Código WEG: 11473340




Além de oferecer todas as vantagens de um motor W22 IR2, os motores W22 IR3 são a peça chave quando se trata de economia. Com níveis de rendimento superiores promovem redução do consumo de energia, oferecem ótima relação custo-benefício e consequentemente maior produtividade e gastos reduzidos para a indústria.

Resumo das características técnicas

Norma	ABNT NBR 17094	Potência	15 cv
Frequência	60 Hz	Fixação	Com pés
Tensão	220/380/440 V	Flange	C
Número de polos	4	Forma construtiva	B34D
Grau de proteção	IP55	Caixa de ligação*	Posição esquerda
Rotação síncrona	1800 rpm	Refrigeração	IC411 - TFVE

↔ Comparar

Folha de Dados

FOLHA DE DADOS						
Motor Trifásico de Indução - Rotor de Gaiola						
Cliente :						
Linha do produto		: W22 IR3 Premium Trifásico		Código do produto : 1298136		
Carcaça : 355ML Potência : 260 kW (350 HP-cv) Número de polos : 4 Frequência : 60 Hz Tensão nominal : 220/380/440 V Corrente nominal : 812/470/406 A Corrente de partida : 5928/3432/2964 A Ip/In : 7.3 Corrente a vazio : 240/139/120 A Rotação nominal : 1790 rpm Escorregamento : 0.56 % Conjugado nominal : 141 kgfm Conjugado de partida : 229 % Conjugado máximo : 229 % Classe de isolamento : F Fator de serviço : 1.15 Momento de inércia (J) : 7.20 kgm² Categoria : N		Tempo de rotor bloqueado : 36s (frio) 20s (quente) Elevação de temperatura : 80 K Regime de serviço : S1 Temperatura ambiente : -20°C a +40°C Altitude : 1000 m Grau de proteção : IPW55 Método de refrigeração : IC411 - TFVE Forma construtiva : B34D Sentido de rotação¹ : Ambos Nível de ruído² : 78.0 dB(A) Método de partida : Partida direta Massa aproximada³ : 1692 kg				
Potência			50%	75%	100%	
Rendimento (%)			95.8	96.4	96.5	
Cos φ			0.78	0.85	0.87	
Esforços na fundação						
Tração máxima : 1287 kgf						
Compressão máxima : 2979 kgf						
Tipo de mancal		: <u>Dianteiro</u> 6322 C3		: <u>Traseiro</u> 6319 C3		
Vedação		: WSeal		: WSeal		
Intervalo de lubrificação		: 6000 h		: 8000 h		
Quantidade de lubrificante		: 60 g		: 45 g		
Tipo de lubrificante		: Mobil Polyrex EM				
Observações						
Esta revisão substitui e cancela a anterior, a qual deverá ser eliminada. (1) Olhando a ponta de eixo dianteira do motor. (2) Medido a 1m e com tolerância de +3dB(A). (3) Massa aproximada sujeito a alteração após fabricação. (4) Em 100% da carga nominal.			Os valores indicados são valores médios com base em ensaios e para alimentação em rede senoidal, sujeitos as tolerancias da norma ABNT NBR 17094.			
Rev.	Resumo das modificações			Executado	Verificado	Data
Executor						
Verificador					Página	Revisão
Data	19/04/2018				1 / 1	

Propriedade de WEG S/A. Proibida a reprodução sem autorização prévia.
Sujeito a alterações sem aviso prévio

W22 IR3 Premium 350 cv 4P 355M/L 3F 220/380/440 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D

Código WEG: 12998136



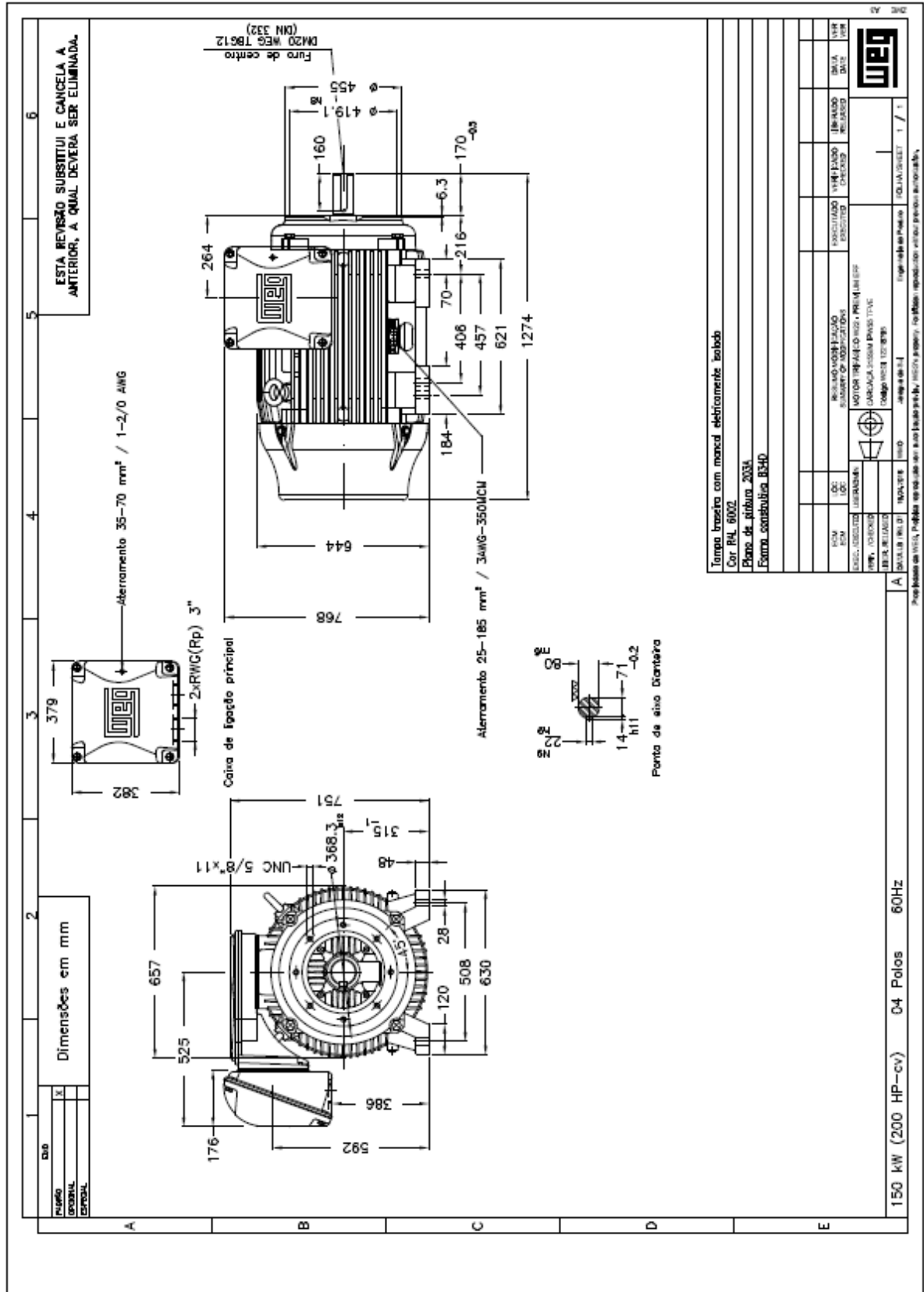
Além de oferecer todas as vantagens de um motor W22 IR2, os motores W22 IR3 são a peça chave quando se trata de economia. Com níveis de rendimento superiores promovem redução do consumo de energia, oferecem ótima relação custo-benefício e consequentemente maior produtividade e gastos reduzidos para a indústria.

Resumo das características técnicas


Norma	ABNT NBR 17094	Potência	350 cv
Frequência	60 Hz	Fixação	Com pés
Tensão	220/380/440 V	Flange	C
Número de polos	4	Forma construtiva	B34D
Grau de proteção	IPW55	Caixa de ligação*	Posição esquerda
Rotação síncrona	1800 rpm	Refrigeração	IC411 - TFVE

↔ Comparar

Anexo A5 – Guincho de 50t
Dimensões Gerais



Folha de Dados

FOLHA DE DADOS					
Motor Trifásico de Indução - Rotor de Gaiola					
Cliente :					
Linha do produto		: W22 IR3 Premium Trifásico		Código do produto : 12218795	
Carcaça		: 315S/M		Tempo de rotor bloqueado	
Potência		: 150 kW (200 HP-cv)		: 36s (frio) 20s (quente)	
Número de polos		: 4		Elevação de temperatura	
Frequência		: 60 Hz		: 80 K	
Tensão nominal		: 220/380/440 V		Regime de serviço	
Corrente nominal		: 476/276/238 A		: S1	
Corrente de partida		: 3713/2150/1856 A		Temperatura ambiente	
Ip/In		: 7.8		: -20°C a +40°C	
Corrente a vazio		: 150/86,8/75,0 A		Altitude	
Rotação nominal		: 1790 rpm		: 1000 m	
Escoregamento		: 0,56 %		Grau de proteção	
Conjugado nominal		: 81,6 kgfm		: IPW55	
Conjugado de partida		: 270 %		Método de refrigeração	
Conjugado máximo		: 270 %		: IC411 - TPVE	
Classe de isolamento		: F		Forma construtiva	
Fator de serviço		: 1,25		: B34D	
Momento de inércia (J)		: 3,55 kgm ²		Sentido de rotação ¹	
Categoria		: N		: Ambos	
				Nível de ruído ²	
				: 75,0 dB(A)	
				Método de partida	
				: Partida direta	
				Massa aproximada ³	
				: 1105 kg	
Potência			50%	75%	100%
Rendimento (%)			94,9	95,9	96,2
Cos φ			0,73	0,82	0,86
Esforços na fundação					
Tração máxima : 1182 kgf					
Compressão máxima : 2287 kgf					
Tipo de mancal		: <u>Dianteiro</u> 6319 C3		: <u>Traseiro</u> 6316 C3	
Vedação		: WSeal		: WSeal	
Intervalo de lubrificação		: 8000 h		: 10000 h	
Quantidade de lubrificante		: 45 g		: 34 g	
Tipo de lubrificante		: Mobil Polyrex EM			
Observações					
Esta revisão substitui e cancela a anterior, a qual deverá ser eliminada. (1) Olhando a ponta de eixo dianteira do motor. (2) Medido a 1m e com tolerância de +3dB(A). (3) Massa aproximada sujeito a alteração após fabricação. (4) Em 100% da carga nominal.			Os valores indicados são valores médios com base em ensaios e para alimentação em rede senoidal, sujeitos as tolerâncias da norma ABNT NBR 17094.		
Rev.	Resumo das modificações			Executado	Verificado
Executor					
Verificador					
Data	19/04/2018			Página	Revisão
				1 / 1	

Propriedade de WEG S/A. Proibida a reprodução sem autorização prévia.
Sujeito a alterações sem aviso prévio

W22 IR3 Premium 200 cv 4P 315S/M 3F 220/380/440 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D

Código WEG: 12218795




Além de oferecer todas as vantagens de um motor W22 IR2, os motores W22 IR3 são a peça chave quando se trata de economia. Com níveis de rendimento superiores promovem redução do consumo de energia, oferecem ótima relação custo-benefício e consequentemente maior produtividade e gastos reduzidos para a indústria.

Resumo das características técnicas

Norma	ABNT NBR 17094	Potência	200 cv
Frequência	60 Hz	Fixação	Com pés
Tensão	220/380/440 V	Flange	C
Número de polos	4	Forma construtiva	B34D
Grau de proteção	IPW55	Caixa de ligação¹	Posição esquerda
Rotação síncrona	1800 rpm	Refrigeração	IC411 - TFVE

↔ Comparar

Folha de Dados

FOLHA DE DADOS					
Motor Trifásico de Indução - Rotor de Gaiola					
Cliente :					
Linha do produto		: W22 IR3 Premium Trifásico		Código do produto : 12218788	
Carcaça		: 200L		Tempo de rotor bloqueado	
Potência		: 37 kW (50 HP-cv)		: 36s (frio) 20s (quente)	
Número de polos		: 4		Elevação de temperatura	
Frequência		: 60 Hz		: 80 K	
Tensão nominal		: 220/380/440 V		Regime de serviço	
Corrente nominal		: 122/70,7/61,1 A		: S1	
Corrente de partida		: 782/453/391 A		Temperatura ambiente	
Ip/In		: 6,4		: -20°C a +40°C	
Corrente a vazio		: 48,0/27,8/24,0 A		Altitude	
Rotação nominal		: 1775 rpm		: 1000 m	
Escorregamento		: 1,39 %		Grau de proteção	
Conjugado nominal		: 20,3 kgfm		: IPW55	
Conjugado de partida		: 250 %		Método de refrigeração	
Conjugado máximo		: 270 %		: IC411 - TFVE	
Classe de isolamento		: F		Forma construtiva	
Fator de serviço		: 1,25		: B34D	
Momento de inércia (J)		: 0,3728 kgm ²		Sentido de rotação ¹	
Categoria		: N		: Ambos	
				Nível de ruído ²	
				: 66,0 dB(A)	
				Método de partida	
				: Partida direta	
				Massa aproximada ³	
				: 243 kg	
Potência			50%	75%	100%
Rendimento (%)			94,0	94,5	94,6
Cos φ			0,70	0,80	0,84
			Esforços na fundação		
			Tração máxima		
			: 568 kgf		
			Compressão máxima		
			: 811 kgf		
Tipo de mancal		: <u>Dianteiro</u>		: <u>Traseiro</u>	
Vedação		: 6312 G3		: 6212 Z G3	
Intervalo de lubrificação		: VRing		: VRing	
Quantidade de lubrificante		: 20000 h		: 20000 h	
Tipo de lubrificante		: 21 g		: 13 g	
		: Mobil Polyrex EM			
Observações					
Esta revisão substitui e cancela a anterior, a qual deverá ser eliminada.			Os valores indicados são valores médios com base em ensaios e para alimentação em rede senoidal, sujeitos as tolerâncias da norma ABNT NBR 17094.		
(1) Olhando a ponta de eixo dianteira do motor.					
(2) Medido a 1m e com tolerância de +3dB(A).					
(3) Massa aproximada sujeito a alteração após fabricação.					
(4) Em 100% da carga nominal.					
Rev.	Resumo das modificações			Executado	Verificado
Executor					
Verificador					
Data	19/04/2018			Página	Revisão
				1 / 1	

W22 IR3 Premium 50 cv 4P 200L 3F 220/380/440 V 60 Hz IC411 - TFVE - B34D

Código WEG: 12218788



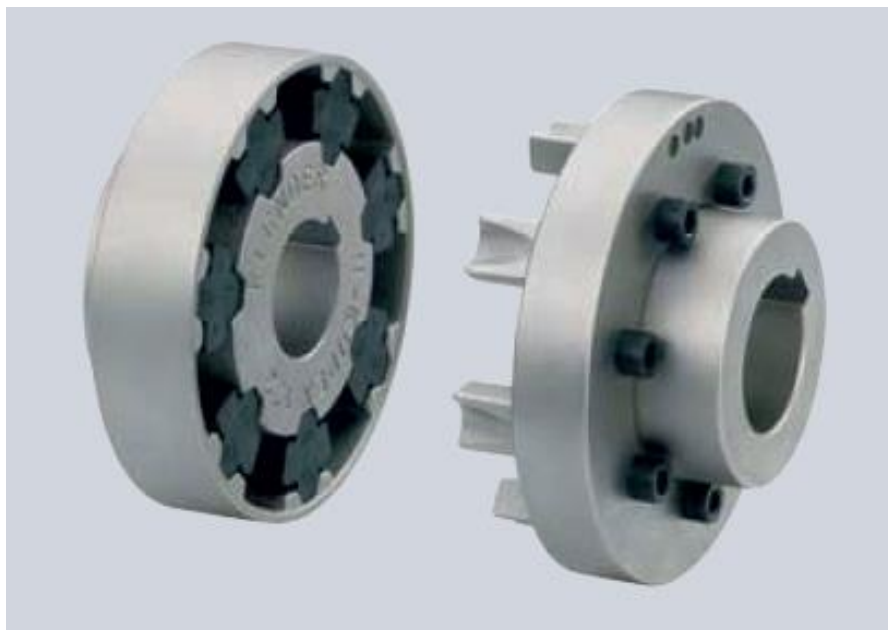
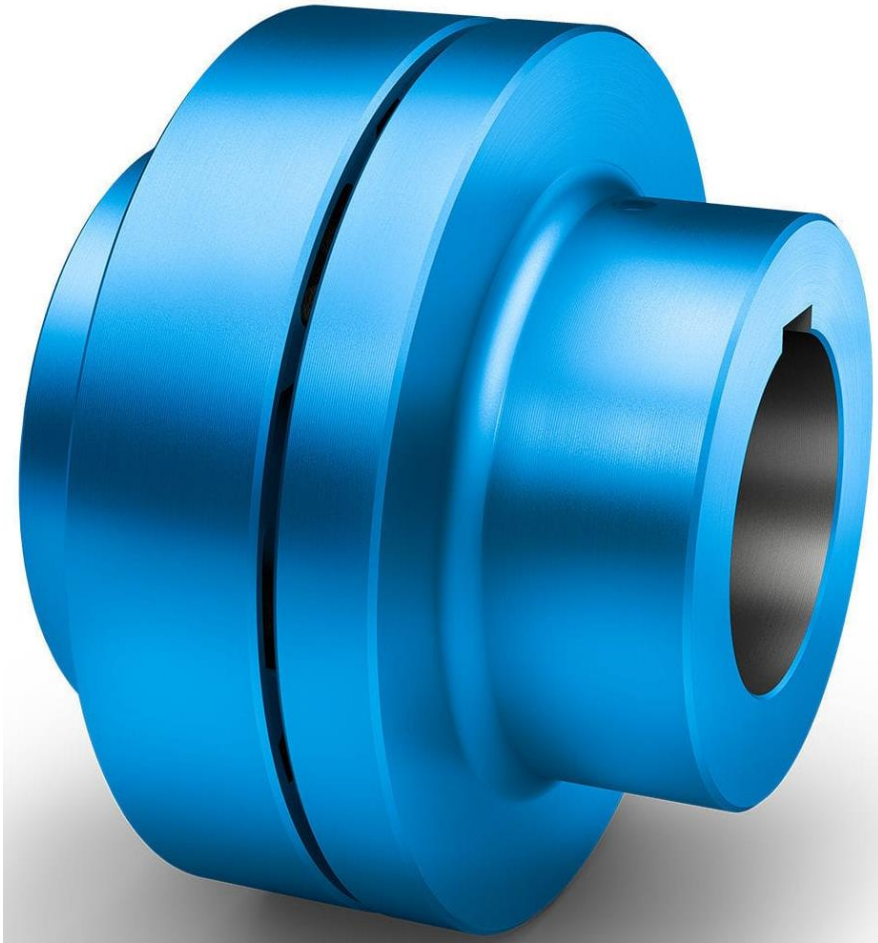
Além de oferecer todas as vantagens de um motor W22 IR2, os motores W22 IR3 são a peça chave quando se trata de economia. Com níveis de rendimento superiores promovem redução do consumo de energia, oferecem ótima relação custo-benefício e consequentemente maior produtividade e gastos reduzidos para a indústria.

Resumo das características técnicas

Norma	ABNT NBR 17094	Potência	50 cv
Frequência	60 Hz	Fixação	Com pés
Tensão	220/380/440 V	Flange	C
Número de polos	4	Forma construtiva	B34D
Grau de proteção	IPW55	Caixa de ligação¹	Posição esquerda
Rotação síncrona	1800 rpm	Refrigeração	IC411 - TFVE

↔ Comparar

ANEXO B – ACOPLAMENTOS N-EUPEX (FLENDER)



(FLENDER)

Anexo B1 – Translação da Ponte

Tamanho e Características

FLENDER Standard Couplings Flexible Couplings - N-EUPEX and N-EUPEX DS Series

General information

Power ratings of the N-EUPEX DS series

Size	Rated torque T_{KN} Nm	Torsional stiffness at 50 % capacity utilization C_{Tdyn} kNm/rad	Assembly Gap dimension ΔS mm	Permitted shaft misalignment at speed $n = 1500$ rpm		
				Axial ΔK_a mm	Radial ΔK_r mm	Angle ΔK_w °
66	19	0.7	1.0	0.2	0.2	0.15
76	34	1.3	1.0	0.2	0.2	0.15
88	60	2.5	1.0	0.2	0.2	0.12
103	100	3.8	1.0	0.2	0.2	0.12
118	160	6	1.0	0.2	0.2	0.10
135	240	10	1.0	0.25	0.25	0.10
152	360	13	1.0	0.25	0.25	0.10
172	560	26	2.0	0.3	0.3	0.10
194	880	45	2.0	0.3	0.3	0.10
218	1340	67	2.0	0.3	0.3	0.09
245	2000	101	2.0	0.35	0.35	0.09
272	2800	142	2.5	0.35	0.35	0.08
305	3900	204	2.5	0.4	0.4	0.08
340	5500	335	2.5	0.4	0.4	0.08
380	7700	459	2.5	0.5	0.5	0.08
430	10300	699	2.5	0.5	0.5	0.08
472	13500	941	2.5	0.6	0.6	0.08
514	16600	1209	2.5	0.6	0.6	0.07
556	21200	1474	2.5	0.65	0.65	0.07

Flexibles of sizes 66 to 272 are of the compound type with a hard core and soft thrust pieces

(FLENDER)

Anexo B2 – Translação do Carro Principal

Tamanho e Características

FLENDER Standard Couplings Flexible Couplings - N-EUPEX and N-EUPEX DS Series

General information

Power ratings of the N-EUPEX DS series

Size	Rated torque T_{KN} Nm	Torsional stiffness at 50 % capacity utilization C_{Tdyn} kNm/rad	Assembly Gap dimension ΔS mm	Permitted shaft misalignment at speed $n = 1500$ rpm		
				Axial ΔK_a mm	Radial ΔK_r mm	Angle ΔK_w °
66	19	0.7	1.0	0.2	0.2	0.15
76	34	1.3	1.0	0.2	0.2	0.15
88	60	2.5	1.0	0.2	0.2	0.12
103	100	3.8	1.0	0.2	0.2	0.12
118	160	6	1.0	0.2	0.2	0.10
135	240	10	1.0	0.25	0.25	0.10
152	360	13	1.0	0.25	0.25	0.10
172	560	26	2.0	0.3	0.3	0.10
194	880	45	2.0	0.3	0.3	0.10
218	1340	67	2.0	0.3	0.3	0.09
245	2000	101	2.0	0.35	0.35	0.09
272	2800	142	2.5	0.35	0.35	0.08
305	3900	204	2.5	0.4	0.4	0.08
340	5500	335	2.5	0.4	0.4	0.08
380	7700	459	2.5	0.5	0.5	0.08
430	10300	699	2.5	0.5	0.5	0.08
472	13500	941	2.5	0.6	0.6	0.08
514	16600	1209	2.5	0.6	0.6	0.07
556	21200	1474	2.5	0.65	0.65	0.07

(FLENDER)

Anexo B3 – Translação do Carro Auxiliar

Tamanho e Características

FLENDER Standard Couplings

Flexible Couplings - N-EUPEX and N-EUPEX DS Series

General information

Power ratings of the N-EUPEX DS series

Size	Rated torque T_{KN} Nm	Torsional stiffness at 50 % capacity utilization C_{Tdyn} kNm/rad	Assembly		Permitted shaft misalignment at speed $n = 1500$ rpm		
			Gap dimension ΔS mm	Axial ΔK_a mm	Radial ΔK_r mm	Angle ΔK_w °	
66	19	0.7	1.0	0.2	0.2	0.15	
76	34	1.3	1.0	0.2	0.2	0.15	
88	60	2.5	1.0	0.2	0.2	0.12	
103	100	3.8	1.0	0.2	0.2	0.12	
118	160	6	1.0	0.2	0.2	0.10	
135	240	10	1.0	0.25	0.25	0.10	
152	360	13	1.0	0.25	0.25	0.10	
172	560	26	2.0	0.3	0.3	0.10	
194	880	45	2.0	0.3	0.3	0.10	
218	1340	67	2.0	0.3	0.3	0.09	
245	2000	101	2.0	0.35	0.35	0.09	
272	2800	142	2.5	0.35	0.35	0.08	
305	3900	204	2.5	0.4	0.4	0.08	
340	5500	335	2.5	0.4	0.4	0.08	
380	7700	459	2.5	0.5	0.5	0.08	
430	10300	699	2.5	0.5	0.5	0.08	
472	13500	941	2.5	0.6	0.6	0.08	
514	16600	1209	2.5	0.6	0.6	0.07	
556	21200	1474	2.5	0.65	0.65	0.07	

(FLENDER)

Anexo B4 – Guincho de 100t

Tamanho e Características

FLENDER Standard Couplings

Flexible Couplings - N-EUPEX and N-EUPEX DS Series

General information

Power ratings of the N-EUPEX DS series

Size	Rated torque T_{KN} Nm	Torsional stiffness at 50 % capacity utilization C_{Tdyn} kNm/rad	Assembly		Permitted shaft misalignment at speed $n = 1500$ rpm		
			Gap dimension ΔS mm	Axial ΔK_a mm	Radial ΔK_r mm	Angle ΔK_w °	
66	19	0.7	1.0	0.2	0.2	0.15	
76	34	1.3	1.0	0.2	0.2	0.15	
88	60	2.5	1.0	0.2	0.2	0.12	
103	100	3.8	1.0	0.2	0.2	0.12	
118	160	6	1.0	0.2	0.2	0.10	
135	240	10	1.0	0.25	0.25	0.10	
152	360	13	1.0	0.25	0.25	0.10	
172	560	26	2.0	0.3	0.3	0.10	
194	880	45	2.0	0.3	0.3	0.10	
218	1340	67	2.0	0.3	0.3	0.09	
245	2000	101	2.0	0.35	0.35	0.09	
272	2800	142	2.5	0.35	0.35	0.08	
305	3900	204	2.5	0.4	0.4	0.08	
340	5500	335	2.5	0.4	0.4	0.08	
380	7700	459	2.5	0.5	0.5	0.08	
430	10300	699	2.5	0.5	0.5	0.08	
472	13500	941	2.5	0.6	0.6	0.08	
514	16600	1209	2.5	0.6	0.6	0.07	
556	21200	1474	2.5	0.65	0.65	0.07	

(FLENDER)

Anexo B5 – Guincho de 50t

Tamanho e Características

FLENDER Standard Couplings Flexible Couplings - N-EUPEX and N-EUPEX DS Series

General information

Power ratings of the N-EUPEX DS series

Size	Rated torque T_{KN} Nm	Torsional stiffness at 50 % capacity utilization C_{Tdyn} kNm/rad	Assembly Gap dimension ΔS mm	Permitted shaft misalignment at speed $n = 1500$ rpm		
				Axial ΔK_a mm	Radial ΔK_r mm	Angle ΔK_w °
66	19	0.7	1.0	0.2	0.2	0.15
76	34	1.3	1.0	0.2	0.2	0.15
88	60	2.5	1.0	0.2	0.2	0.12
103	100	3.8	1.0	0.2	0.2	0.12
118	160	6	1.0	0.2	0.2	0.10
135	240	10	1.0	0.25	0.25	0.10
152	360	13	1.0	0.25	0.25	0.10
172	560	26	2.0	0.3	0.3	0.10
194	880	45	2.0	0.3	0.3	0.10
218	1340	67	2.0	0.3	0.3	0.09
245	2000	101	2.0	0.35	0.35	0.09
272	2800	142	2.5	0.35	0.35	0.08
305	3900	204	2.5	0.4	0.4	0.08
340	5500	335	2.5	0.4	0.4	0.08
380	7700	459	2.5	0.5	0.5	0.08
430	10300	699	2.5	0.5	0.5	0.08
472	13500	941	2.5	0.6	0.6	0.08
514	16600	1209	2.5	0.6	0.6	0.07
556	21200	1474	2.5	0.65	0.65	0.07

(FLENDER)

Anexo B6 – Guincho de 10t

Tamanho e Características

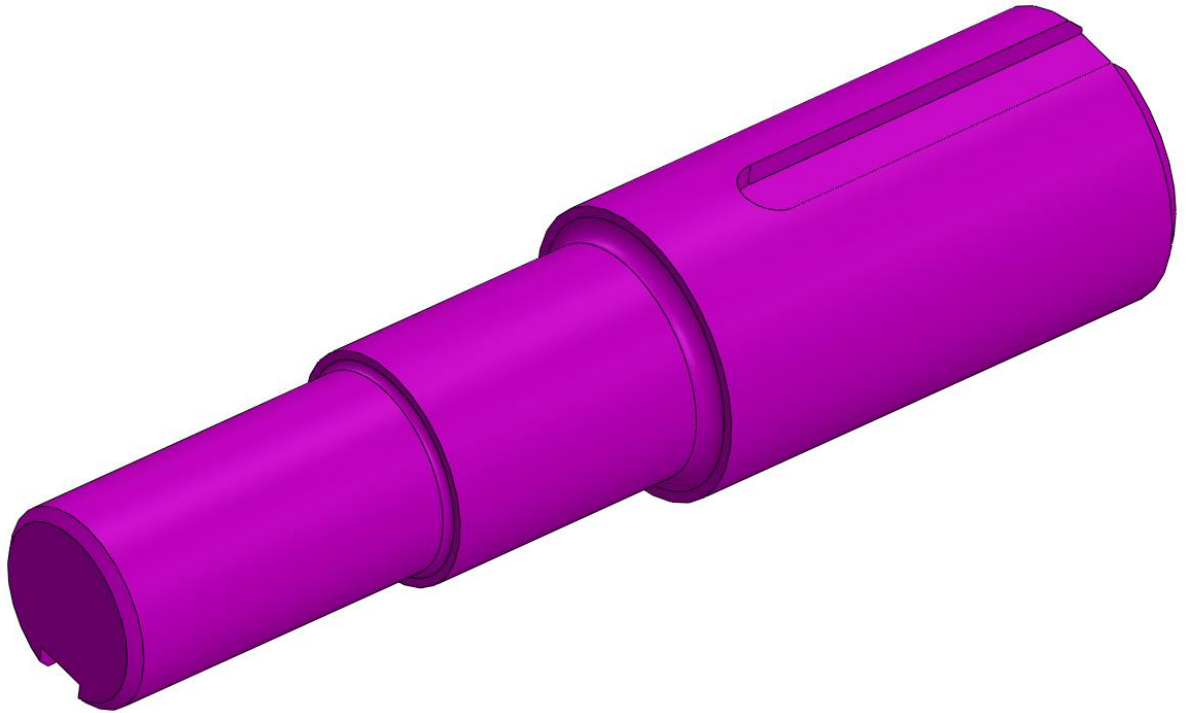
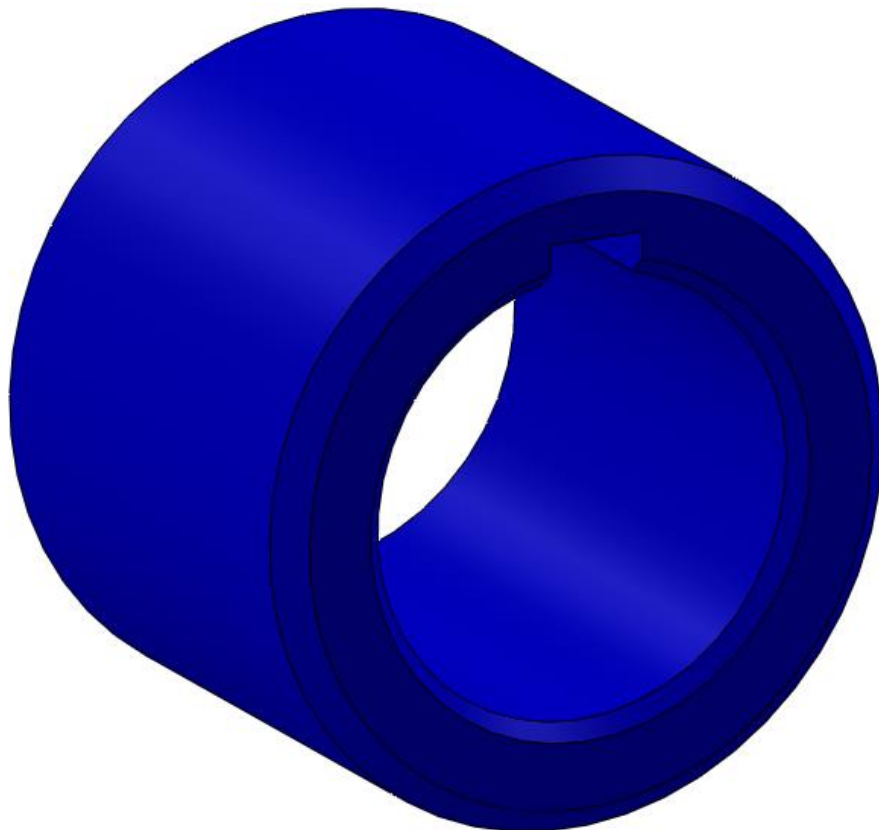
FLENDER Standard Couplings Flexible Couplings - N-EUPEX and N-EUPEX DS Series

General information

Power ratings of the N-EUPEX DS series

Size	Rated torque T_{KN} Nm	Torsional stiffness at 50 % capacity utilization C_{Tdyn} kNm/rad	Assembly Gap dimension ΔS mm	Permitted shaft misalignment at speed $n = 1500$ rpm		
				Axial ΔK_a mm	Radial ΔK_r mm	Angle ΔK_w °
66	19	0.7	1.0	0.2	0.2	0.15
76	34	1.3	1.0	0.2	0.2	0.15
88	60	2.5	1.0	0.2	0.2	0.12
103	100	3.8	1.0	0.2	0.2	0.12
118	160	6	1.0	0.2	0.2	0.10
135	240	10	1.0	0.25	0.25	0.10
152	360	13	1.0	0.25	0.25	0.10
172	560	26	2.0	0.3	0.3	0.10
194	880	45	2.0	0.3	0.3	0.10
218	1340	67	2.0	0.3	0.3	0.09
245	2000	101	2.0	0.35	0.35	0.09
272	2800	142	2.5	0.35	0.35	0.08
305	3900	204	2.5	0.4	0.4	0.08
340	5500	335	2.5	0.4	0.4	0.08
380	7700	459	2.5	0.5	0.5	0.08
430	10300	699	2.5	0.5	0.5	0.08
472	13500	941	2.5	0.6	0.6	0.08
514	16600	1209	2.5	0.6	0.6	0.07
556	21200	1474	2.5	0.65	0.65	0.07

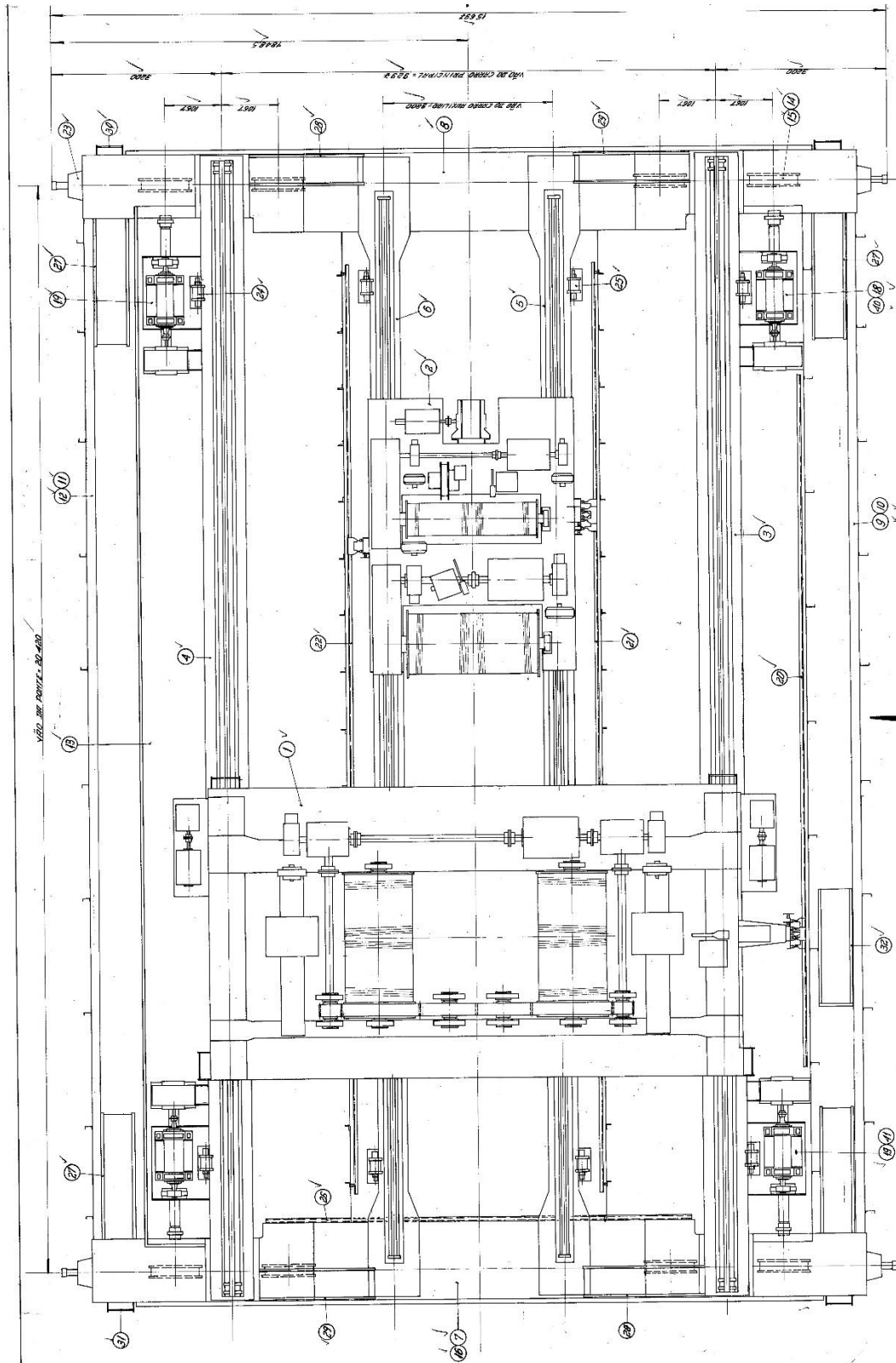
(FLENDER)

ANEXO C – EIXO DE LIGAÇÃO**ANEXO D – BUCHA DE UNIÃO**

ANEXO E – PROJETO ORIGINAL VILLARES

Ponte Rolante – Arranjo Geral

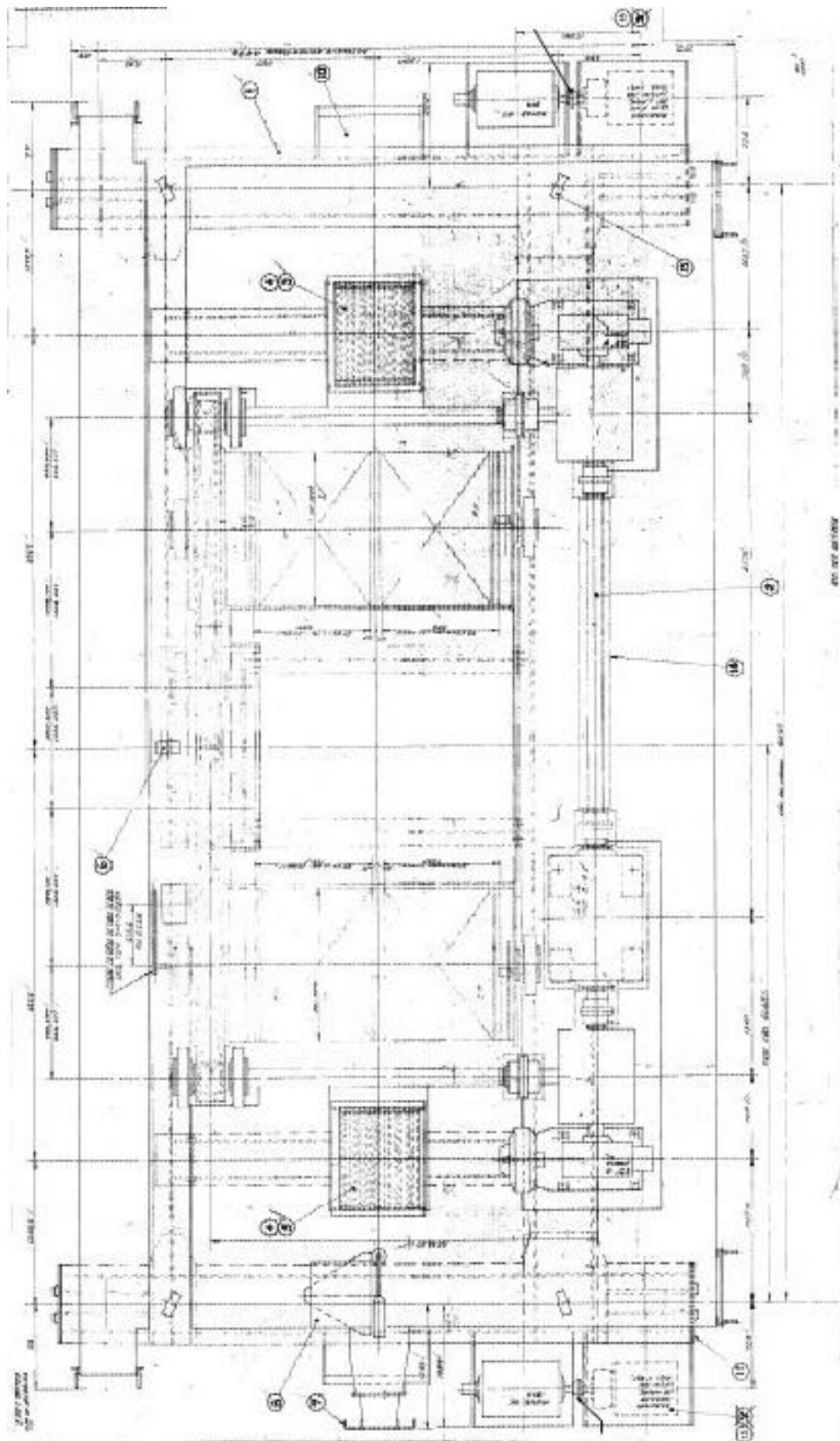
Planta



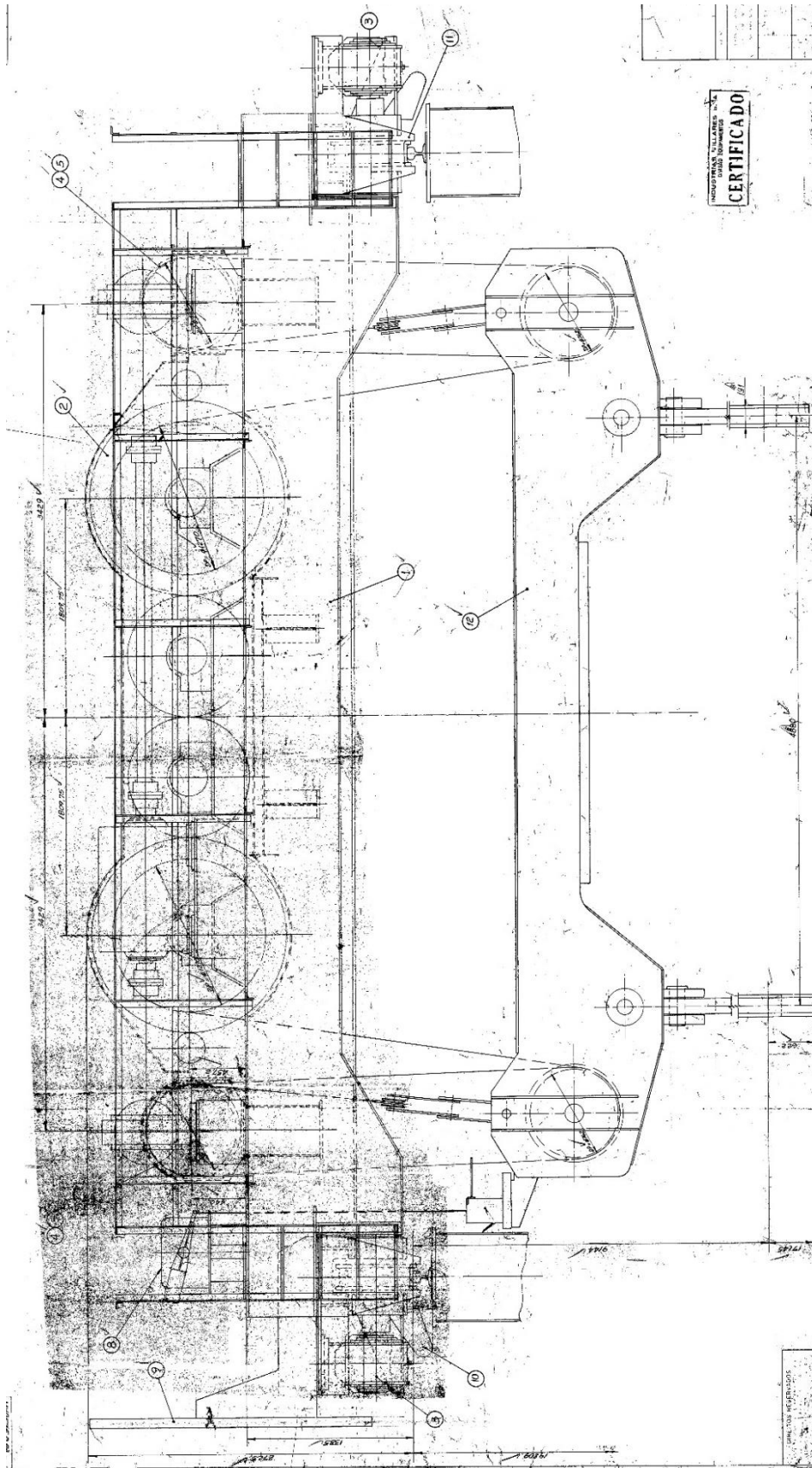
(VILLARES, MV9575A84 FOL.1/2)

Carro Principal – Arranjo Geral

Planta

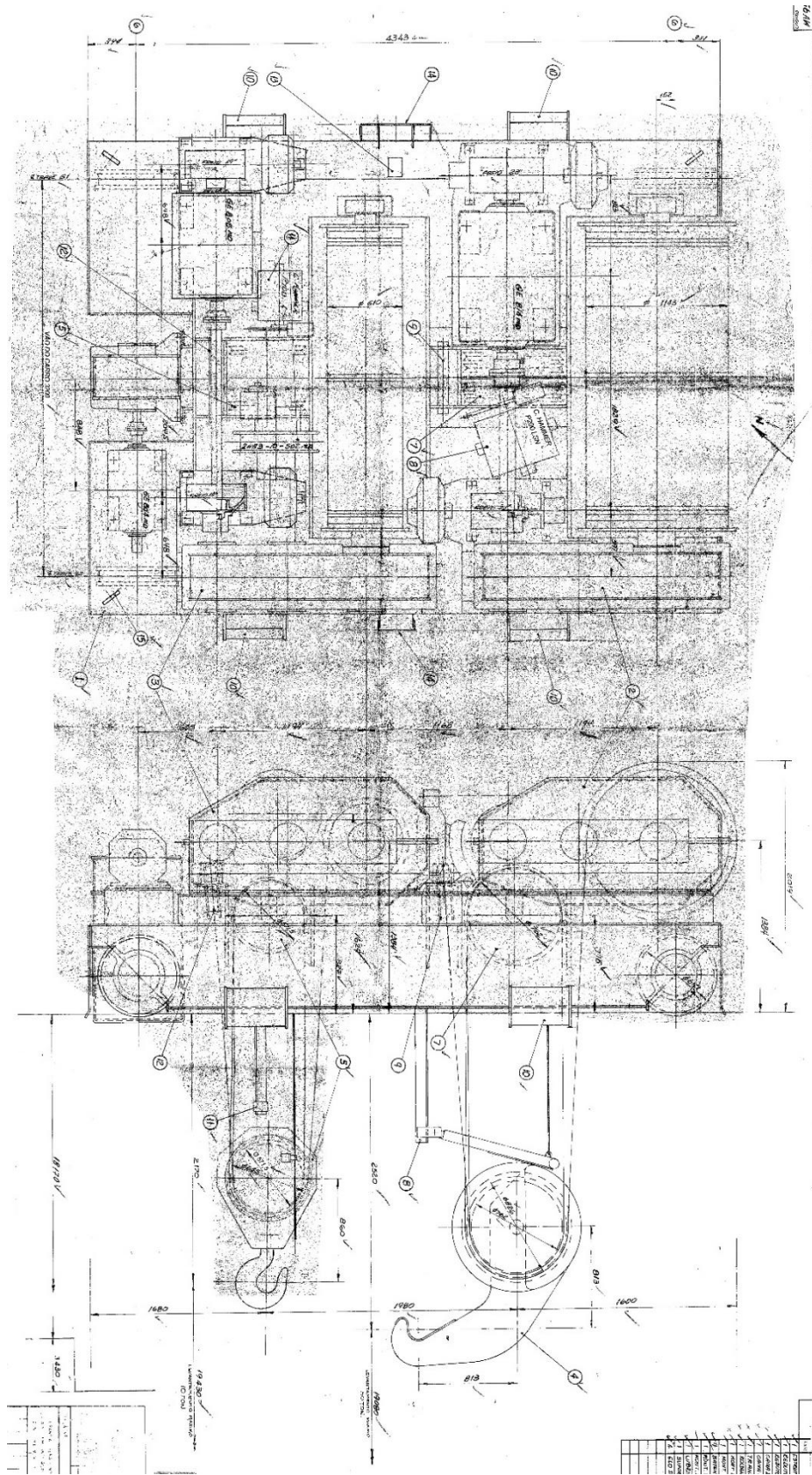


Elevação



Carro Auxilio – Arranjo Geral

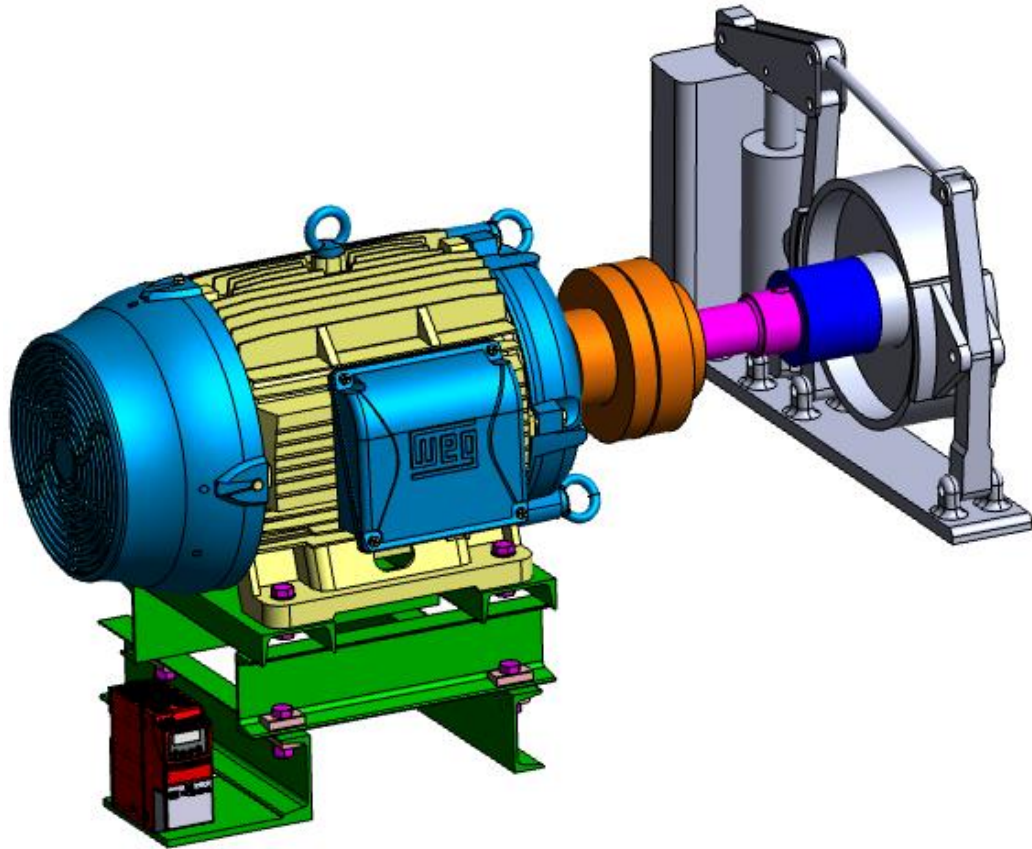
Planta e Elevação



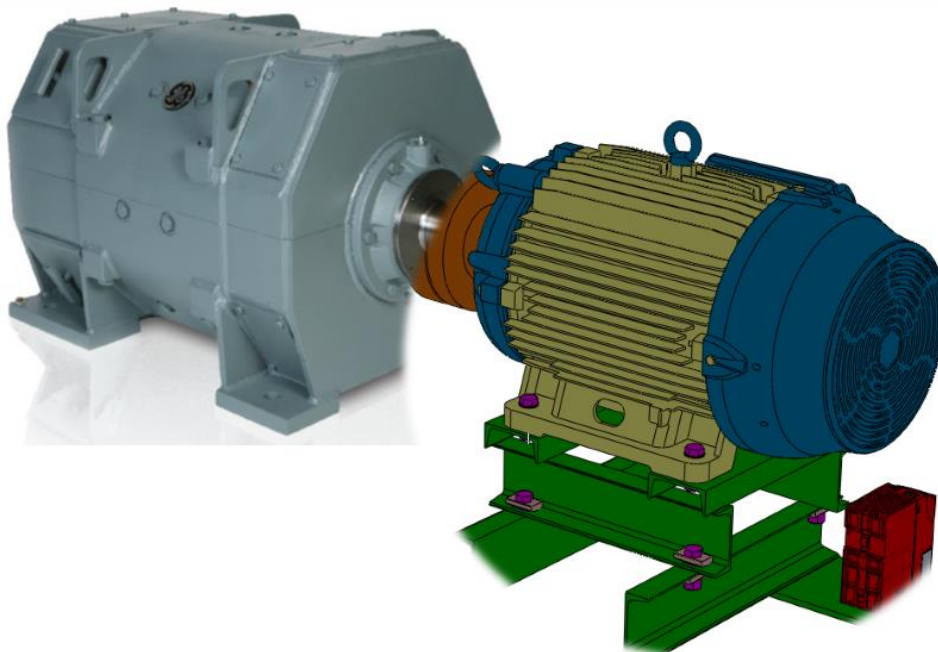
(VILLARES, MV9575A82)

ANEXO F – ARRANJO GERAL TÍPICO DO SISTEMA REGENERATIVO

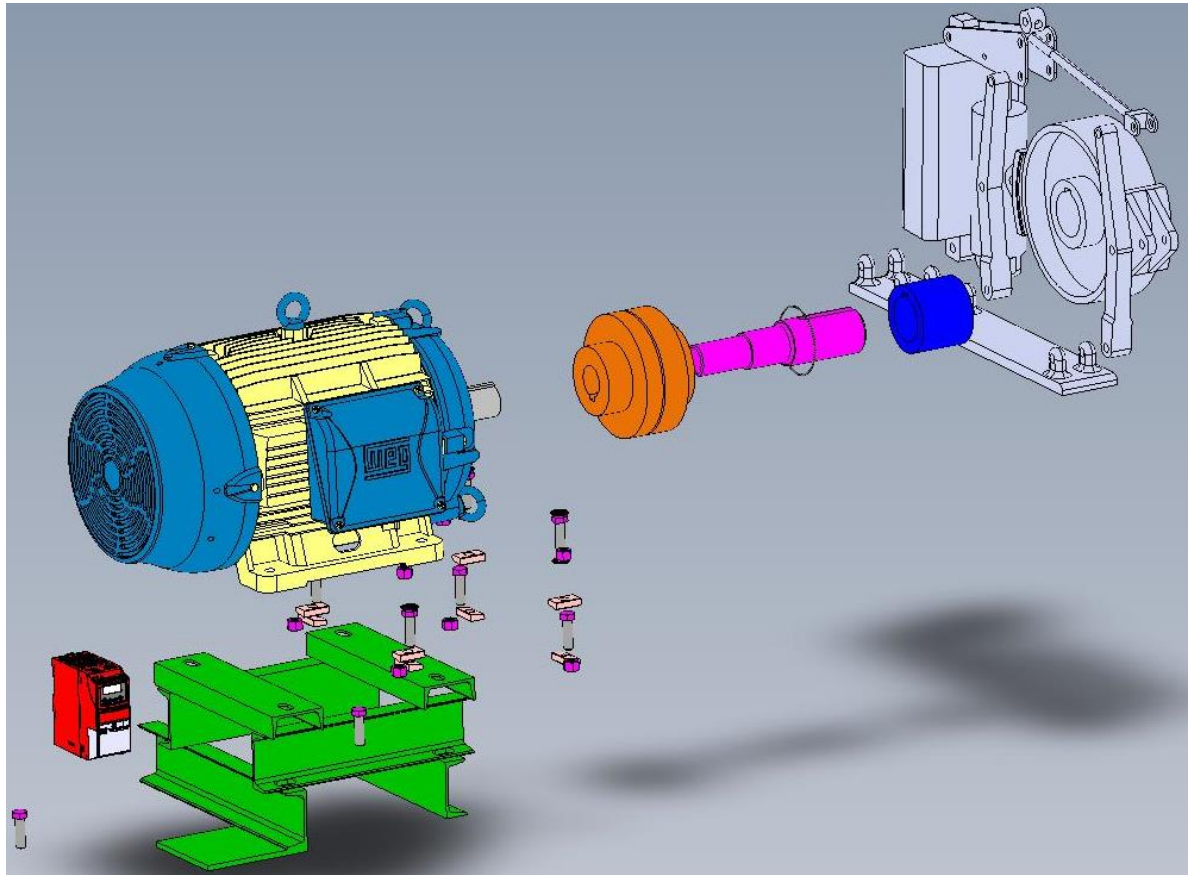
Arranjo Típico – Viabilidade Técnica – (Sistema de Içamento)



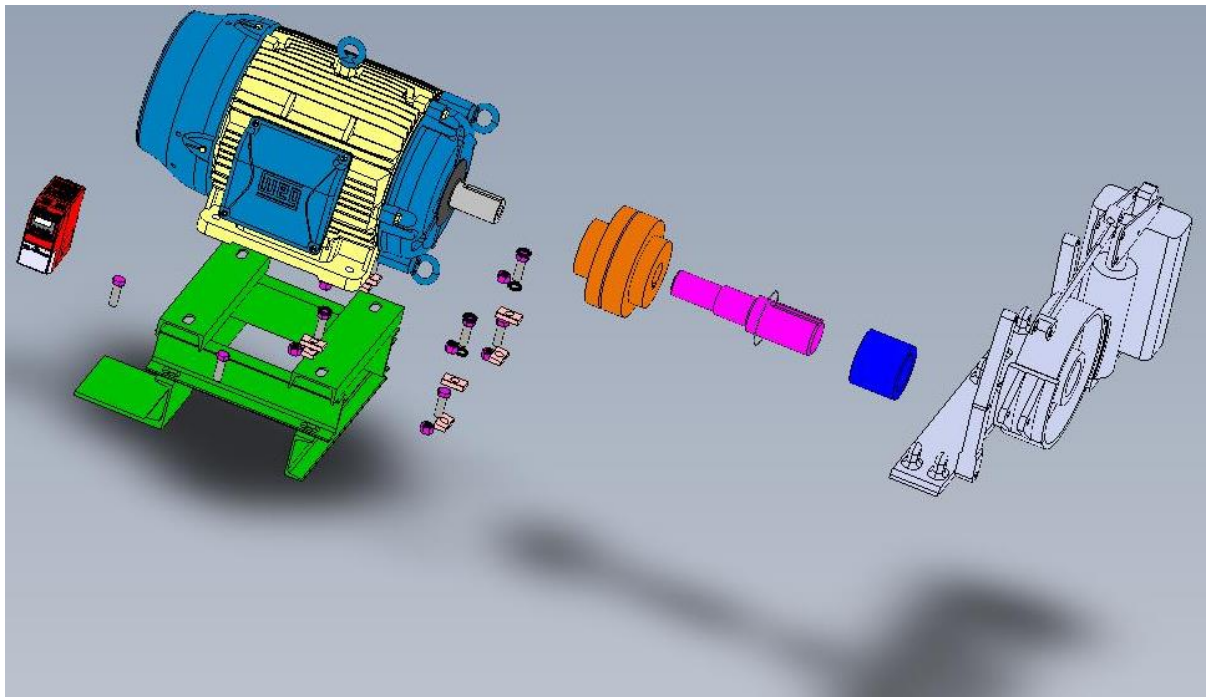
Arranjo Típico – Viabilidade Técnica – (Sistema de Translação)



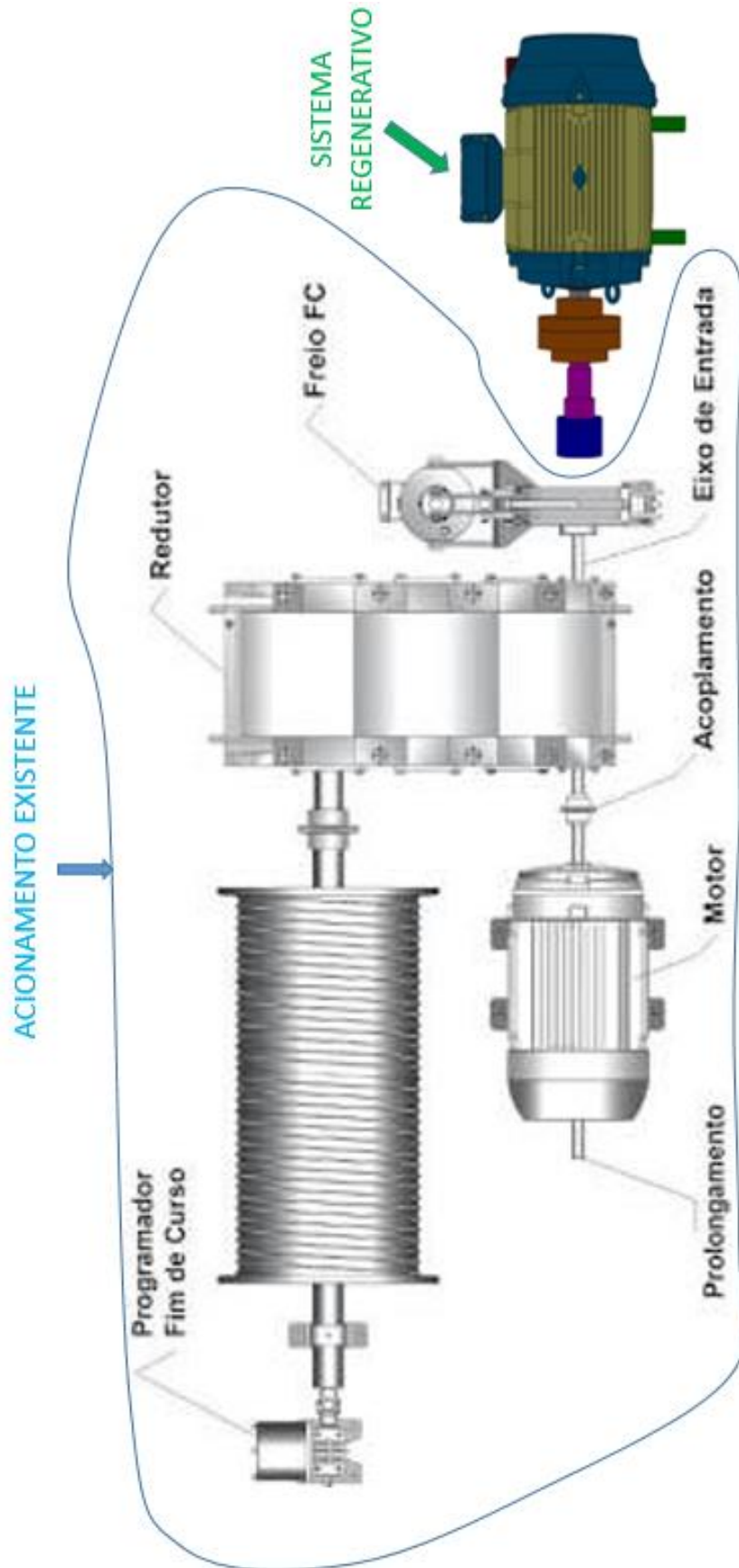
Isométrica

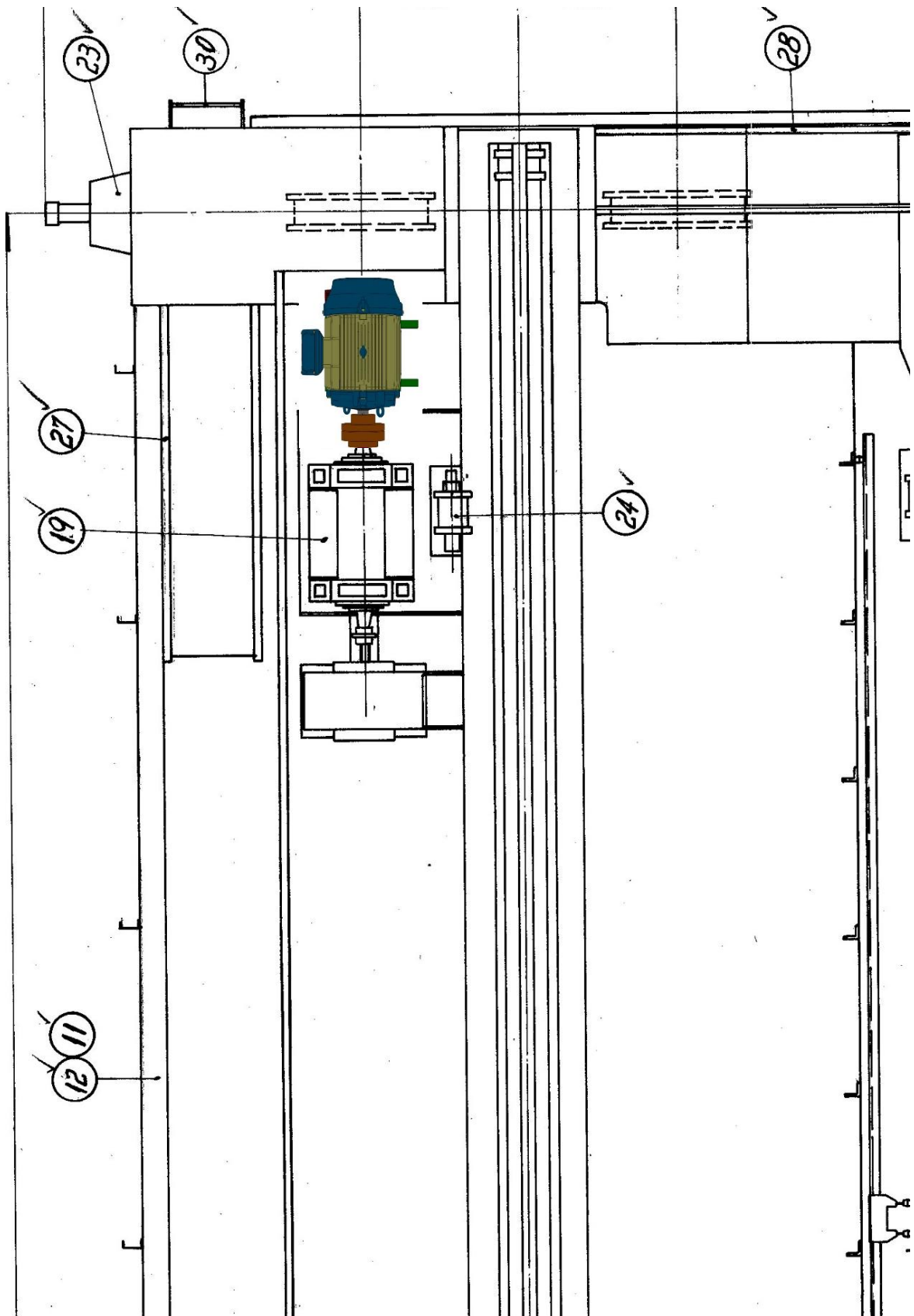


Dimétrica

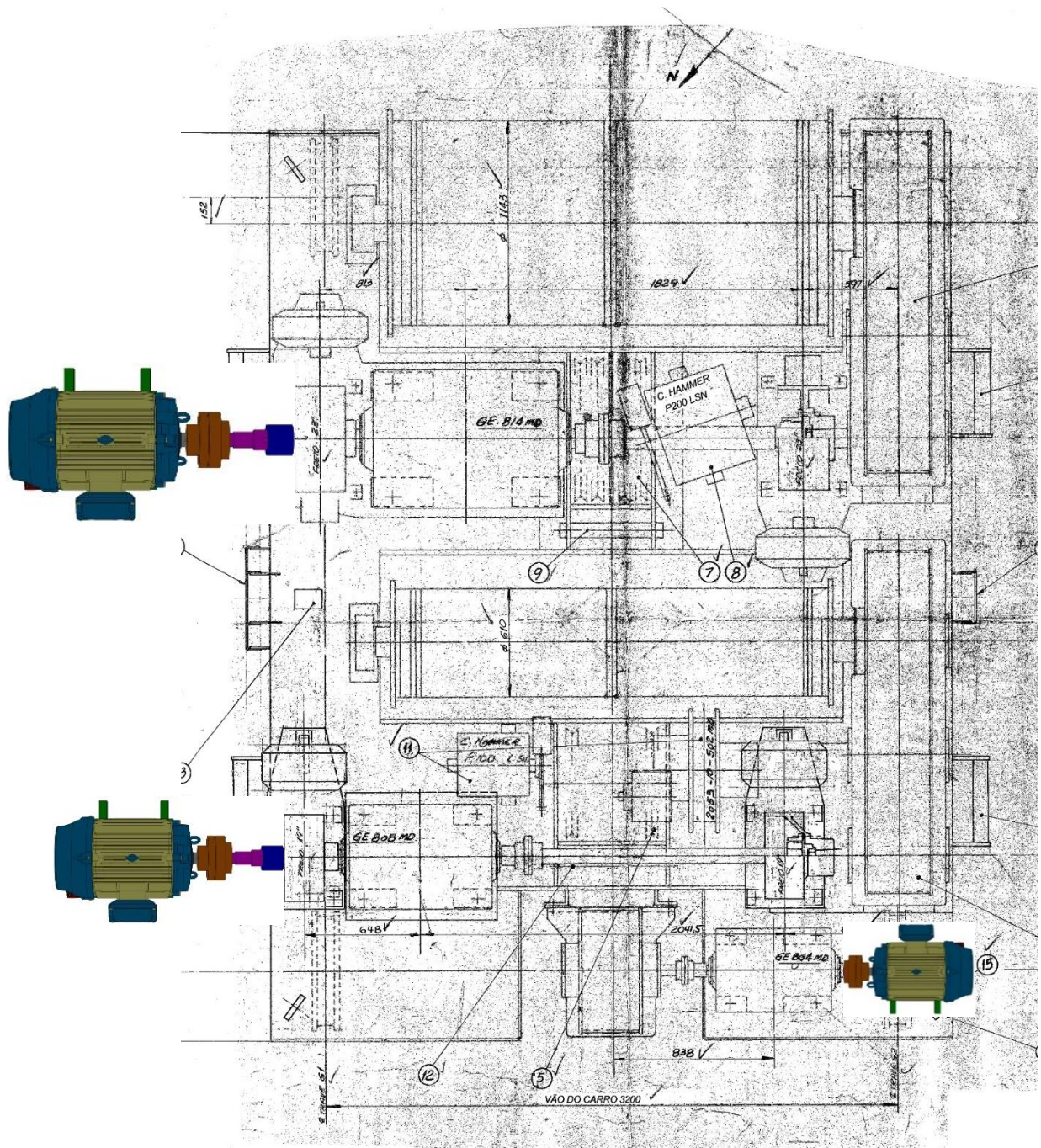


Vista Superior

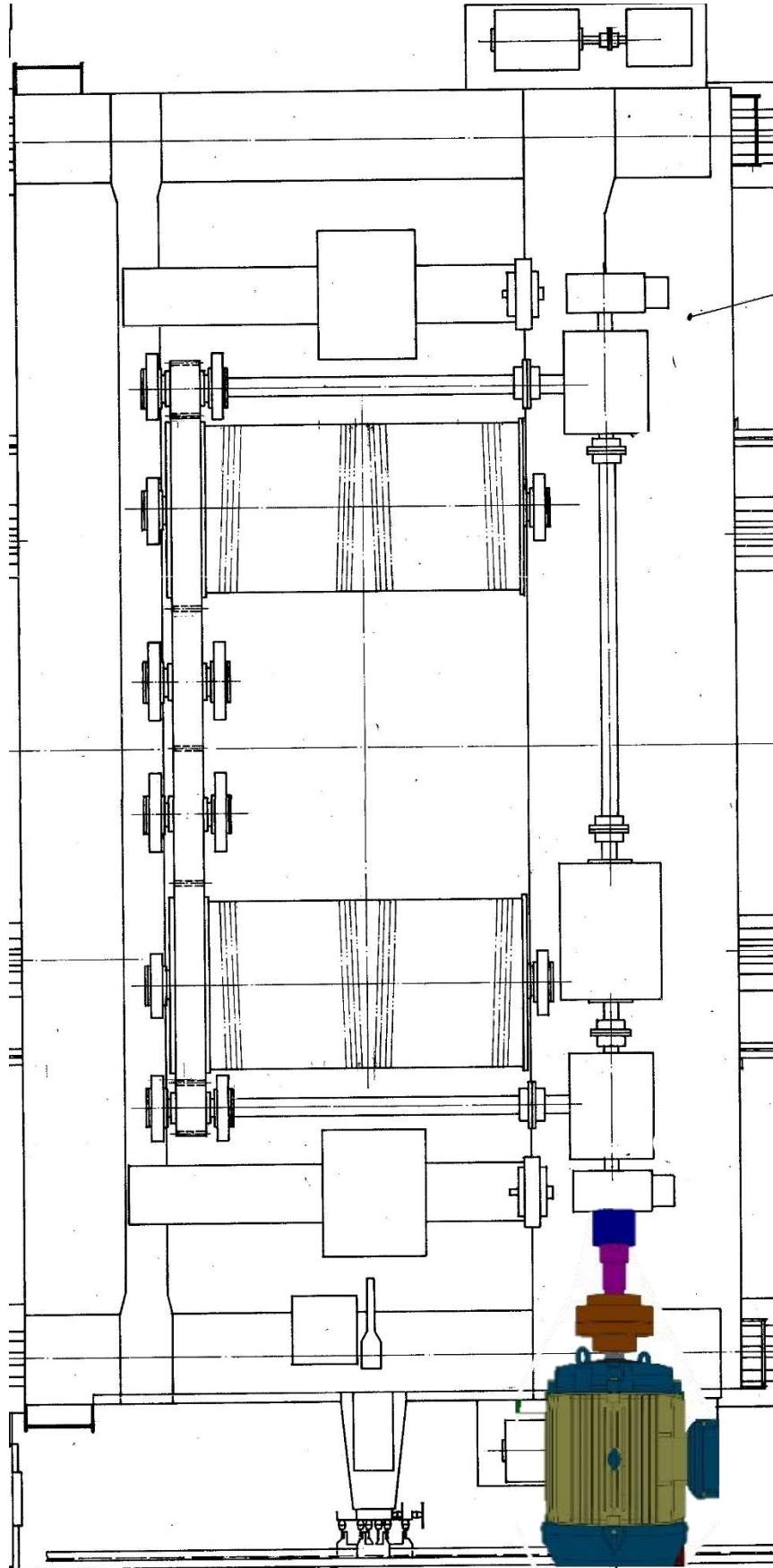


Arranjo Final – Translação da Ponte Rolante

Arranjo Final – Translação do Carro Auxiliar / Guincho de 50t / Guincho de 10t



Arranjo Final – Guincho de 100t



ANEXO G – LISTA DE MATERIAL AVANÇADA



ECI nº 20180424

Cliente : N/A

Pag.: 1/3

Título: **INSTALAÇÃO DE SISTEMA PARA FRENAGEM REGENERATIVA EM PONTE ROLANTE SIDERÚRGICA 100t/50t/10t**

Moeda: R\$

Base: ABRIL/2018

ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	UN	PREÇO UNIT.	TOTAL
1	Fornecimento de Motor-Gerador WEG 50 CV / 4 Polos (Aclonamento da Ponte)	4,00	u	6.500,00	26.000,00
2	Fornecimento de Motor-Gerador WEG 15 CV / 4 Polos (Aclonamento do Carro Principal)	2,00	u	2.850,00	5.700,00
3	Fornecimento de Motor-Gerador WEG 15 CV / 4 Polos (Aclonamento do Carro Auxiliar)	2,00	u	2.850,00	5.700,00
4	Fornecimento de Motor-Gerador WEG 350 CV / 4 Polos (Aclonamento do Guincho 100t)	1,00	u	38.000,00	38.000,00
5	Fornecimento de Motor-Gerador WEG 200 CV / 4 Polos (Aclonamento do Guincho 50t)	1,00	u	20.000,00	20.000,00
6	Fornecimento de Motor-Gerador WEG 50 CV / 4 Polos (Aclonamento do Guincho 10t)	1,00	u	6.500,00	6.500,00
7	Fornecimento de Acoplamento N-eupex 218 Flender (Aclonamento da Ponte)	4,00	u	750,00	3.000,00
8	Fornecimento de Acoplamento N-eupex 152 Flender (Aclonamento da Carro Principal)	2,00	u	520,00	1.040,00
9	Fornecimento de Acoplamento N-eupex 152 Flender (Aclonamento da Carro Auxiliar)	2,00	u	520,00	1.040,00
10	Fornecimento de Acoplamento N-eupex 380 Flender (Aclonamento do Guincho 100t)	1,00	u	1.300,00	1.300,00
11	Fornecimento de Acoplamento N-eupex 340 Flender (Aclonamento do Guincho 50t)	1,00	u	1.200,00	1.200,00
12	Fornecimento de Acoplamento N-eupex 218 Flender (Aclonamento do Guincho 10t)	1,00	u	750,00	750,00
13	Fornecimento de Eixo de Ligação – Aço SAE 8640 (Aclonamento da Ponte)	4,00	u	1.500,00	6.000,00
14	Fornecimento de Eixo de Ligação – Aço SAE 8640 (Aclonamento do Carro Principal)	2,00	u	1.050,00	2.100,00
15	Fornecimento de Eixo de Ligação – Aço SAE 8640 (Aclonamento do Carro Auxiliar)	2,00	u	1.050,00	2.100,00

Observações:

Estão inclusos Nesta Estimativa de Custo:

- Materiais para instalação (Frete, IPI e ICMS).
- Mão de Obra (Leis Sociais)

Preparado:

Verificado:

Revisão

0



ECI nº 20180424

Cliente : N/A

Pag.: 2/3

Título: **INSTALAÇÃO DE SISTEMA PARA FRENAGEM REGENERATIVA EM PONTE ROLANTE SIDERÚRGICA 100t/50t/10t**

Moeda: R\$

Base: ABRIL/2018

ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	UN	PREÇO UNIT.	TOTAL
16	Fornecimento de Eixo de Ligação – Aço SAE 8640 (Aclonamento do Guincho de 100t)	1,00	u	2.600,00	2.600,00
17	Fornecimento de Eixo de Ligação – Aço SAE 8640 (Aclonamento do Guincho de 50t)	1,00	u	2.400,00	2.400,00
18	Fornecimento de Eixo de Ligação – Aço SAE 8640 (Aclonamento do Guincho de 10t)	1,00	u	1.500,00	1.500,00
19	Fornecimento de Skid Metálico 23 kg Estrutura Leve (Aclonamento da Ponte)	4,00	u	575,00	2.300,00
20	Fornecimento de Skid Metálico 16 kg Estrutura Leve (Aclonamento do Carro Principal)	2,00	u	400,00	800,00
21	Fornecimento de Skid Metálico 16 kg Estrutura Leve (Aclonamento do Carro Auxiliar)	2,00	u	400,00	800,00
22	Fornecimento de Skid Metálico 40 kg Estrutura Leve (Aclonamento do Guincho 100 t)	1,00	u	1.000,00	1.000,00
23	Fornecimento de Skid Metálico 37 kg Estrutura Leve (Aclonamento do Guincho 50 t)	1,00	u	925,00	925,00
24	Fornecimento de Skid Metálico 23 kg Estrutura Leve (Aclonamento do Guincho 10 t)	1,00	u	575,00	575,00
25	Fornecimento de Inversor de Frequência para Motor-Gerador de 50 CV - WEG (Aclonamento da Ponte)	4,00	u	11.000,00	44.000,00
26	Fornecimento de Inversor de Frequência para Motor-Gerador de 15 CV - WEG (Aclonamento do Carro Principal)	2,00	u	3.500,00	7.000,00
27	Fornecimento de Inversor de Frequência para Motor-Gerador de 15 CV - WEG (Aclonamento do Carro Auxiliar)	2,00	u	3.500,00	7.000,00

Observações:		Revisão
Estão inclusos Nesta Estimativa de Custo:	<u>Preparado:</u>	
• Materiais para Instalação (Frete, IPI e ICMS).	<u>Verificado:</u>	
• Mão de Obra (Leis Sociais)		0



ECI nº 20180424

Cliente : N/A

Pág.: 3/3

Título: **INSTALAÇÃO DE SISTEMA PARA FRENAGEM REGENERATIVA EM PONTE ROLANTE SIDERÚRGICA 100t/50t/10t**

Moeda: R\$

Base: ABRIL/2018

ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	UN	PREÇO UNIT.	TOTAL
28	Fornecimento de Inversor de Frequência para Motor-Gerador de 350 CV - WEG (Aclonamento do Guincho 100t)	1,00	u	37.000,00	37.000,00
29	Fornecimento de Inversor de Frequência para Motor-Gerador de 200 CV - WEG (Aclonamento do Guincho 50t)	1,00	u	22.000,00	22.000,00
30	Fornecimento de Inversor de Frequência para Motor-Gerador de 50 CV - WEG (Aclonamento do Guincho 10t)	1,00	u	11.000,00	11.000,00
31	Fornecimento, lançamento e instalação de cabo 3 X 185 mm ²	50,00	m	126,00	6.250,00
32	Instalação de caixa de passagem	1,00	u	1150,00	1.150,00
33	Fabricação e montagem de suportes	200,00	kg	17,00	3.400,00
34	Lançamento de eletroduto zincado DN 100	50,00	m	630,00	31.500,00
35	Montagem e instalação de painel de comando	1,00	u	1.250,00	1.250,00
36	Montagens Mecânica Fina	250,00	h/h	150,00	37.500,00
37	Montagens Eletroeletrônica	120,00	h/h	150,00	18.000,00
38	Testes / Startup e Treinamentos	1,00	u	20.000,00	20.000,00
39	Projeto Executivo	1,00	u	40.000,00	40.000,00
	TOTAL				425.380,00

Observações:		Revisão
Estão inclusos Nesta Estimativa de Custo:	<u>Preparado:</u>	
• Materiais para instalação (Frete, IPI e ICMS).	<u>Verificado:</u>	0
• Mão de Obra (Leis Sociais)		

ANEXO H – TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA

Resolução ANEEL Nº 2.375/18 de 13/03/2017.
VIGÊNCIA A PARTIR DE 15/03/2018.

BAIXA TENSÃO

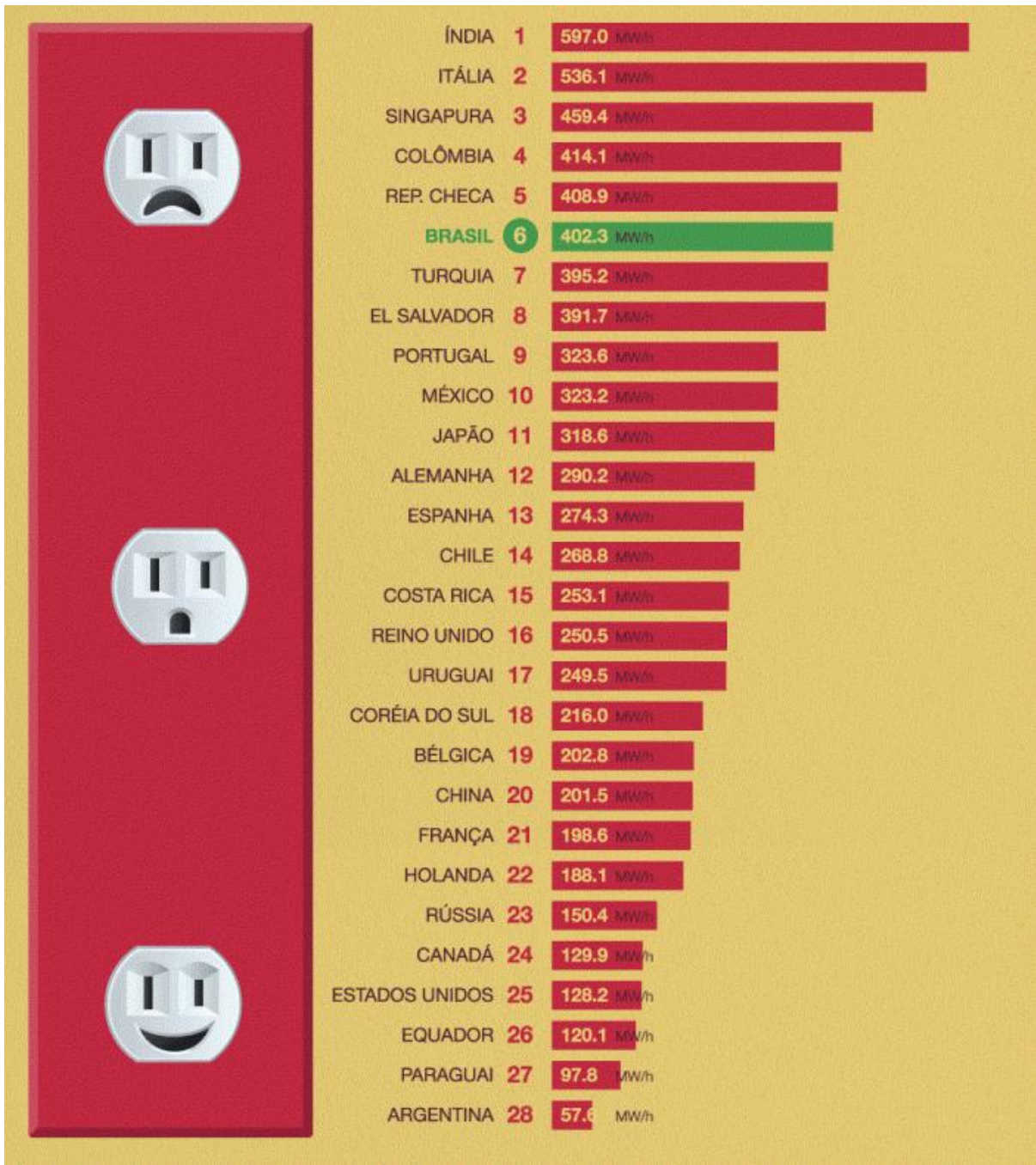
TARIFAS DE BAIXA TENSÃO - R\$/kWh - Março/2018							
Classe de consumo	Tarifa com PIS/COFINS e ICMS					Tarifa homologada pela ANEEL sem incidência de ICMS/PIS/COFINS	Tarifa com PIS/COFINS isenta de ICMS
	Faixa consumo						
	até 50 kWh	de 51 até 300 kWh	até 300 kWh	de 301 até 450 kWh	acima de 450 kWh		
	Residencial (isento de ICMS)	Residencial (ICMS de 18%)	Demais Classes (ICMS de 20%)	Todas as Classes (ICMS de 31%)	Todas as Classes (ICMS de 32%)		
Residencial	0,61201	0,75705	-	0,91339	0,92814	0,57498	0,61201
Tarifa Social							
· até 30 kWh	0,19806	0,24500	-	0,29560	0,30037	0,18608	0,19806
· 31 até 50 kWh	0,33954	0,42001	-	0,50675	0,51492	0,31900	0,33954
· 51 até 100 kWh	-		-				
· 101 até 220 kWh	-	0,63001	-	0,76012	0,77239	0,47849	0,50931
· acima de 220 kWh	-	0,70001	-	0,84458	0,85821	0,53166	0,56590
Não residencial	-	-	0,77753	0,91339	0,92814	0,57498	0,61201
Rural	-	-	0,54427	0,63938	0,64970	0,40249	0,42841
Iluminação Pública							
· Rede de Distribuição	-	-	0,42764	0,50237	0,51048	0,31624	0,33660
· Bulbo da Lâmpada	-	-	0,46653	0,54805	0,55690	0,34500	0,36722



(DOWNEY)

FIGURAS

FIG. 1 – CUSTO NA ENERGIA NO BRASIL (R\$/MWh) – BASE JAN/2015

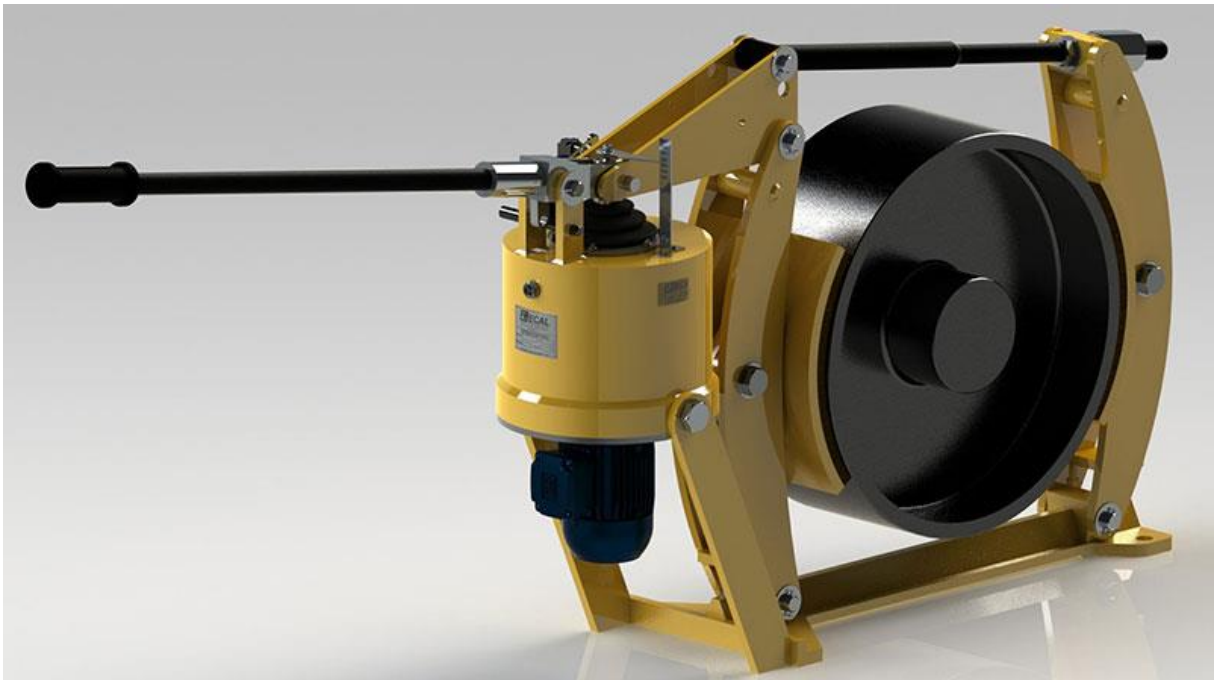


(FUENTES)

FIG. 2 – DESPERDÍCIO ENERGÉTICO



FIG. 3 – FREIO ESTACIONÁRIO – ESTÁTICO (DE SAPATAS)



(F.MECAL)

FIG. 4 – BANCO DE RESISTORES (FREIO DINÂMICO)



(ELETELE)



(RR RESSITORES)

FIG. 5 – DIAGRAMA DE METODOLOGIA

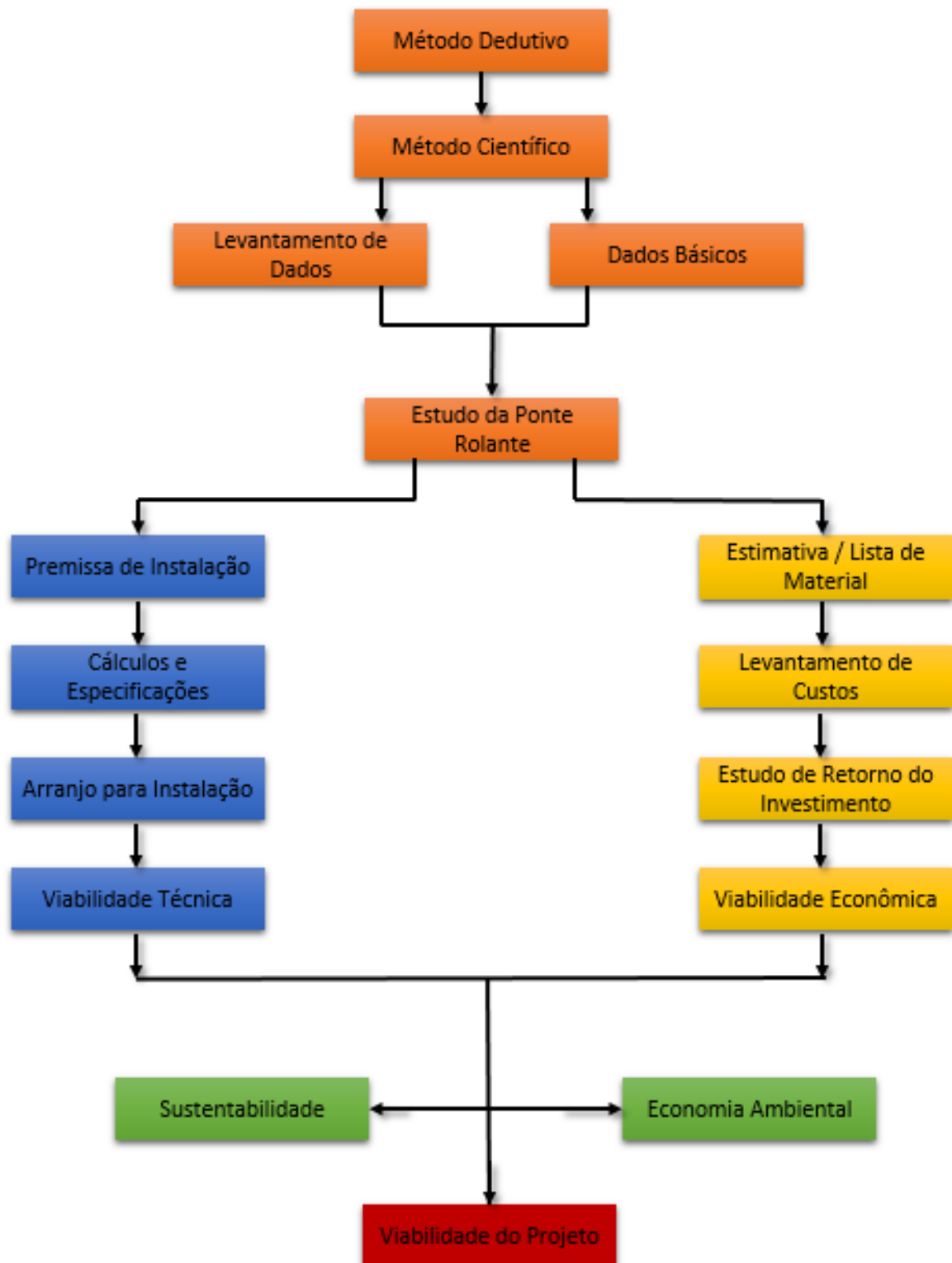


FIG. 6 – ECONOMIA AMBIENTAL – EQUIVALENTE ÁRVORES



FIG. 7 – CRÉDITO DE CARBONO

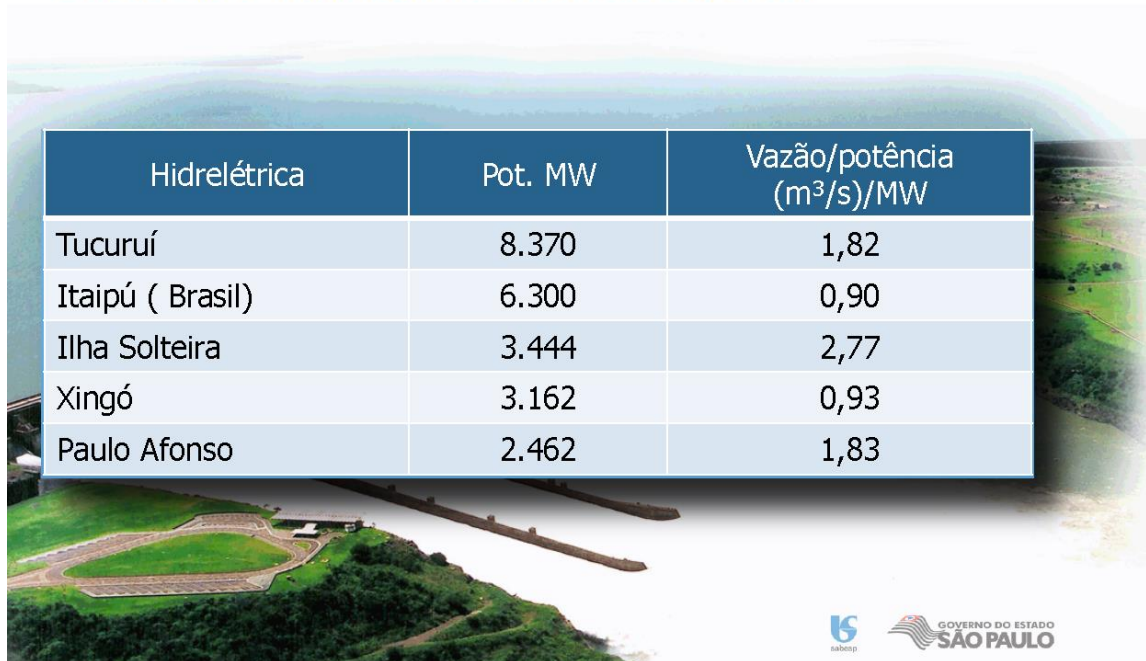


(PROENSINO - CRÉDITO DE CARBONO)

FIG. 8 – POTENCIAL ENERGETICO DAS HIDRELÉTRICAS DO BRASIL

Dados da 5 maiores hidrelétricas do Brasil

Hidrelétrica	Pot. MW	Vazão/potência (m ³ /s)/MW
Tucuruí	8.370	1,82
Itaipú (Brasil)	6.300	0,90
Ilha Solteira	3.444	2,77
Xingó	3.162	0,93
Paulo Afonso	2.462	1,83



The image shows an aerial view of a dam and reservoir. A table is overlaid on the image, providing data for the five largest hydroelectric power plants in Brazil. The table has three columns: 'Hidrelétrica', 'Pot. MW', and 'Vazão/potência (m³/s)/MW'. The data is as follows:

Hidrelétrica	Pot. MW	Vazão/potência (m³/s)/MW
Tucuruí	8.370	1,82
Itaipú (Brasil)	6.300	0,90
Ilha Solteira	3.444	2,77
Xingó	3.162	0,93
Paulo Afonso	2.462	1,83

In the bottom right corner of the image, there are logos for 'US' and 'GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO'.



REFERÊNCIAS

AIST Technical Report No. 6. **Specification for Electric Overhead Traveling Cranes for Steel Mill Service.** June 2005

DOWNEY, KEVIN. **Leave a comment 0 Warning of new malware attacks against power grids.** Disponível em: <https://www.komando.com/preparedness/415365/warning-of-new-malware-attacks-against-power-grids>. Acessado: 20/04/2018.

PROENSINO - CRÉDITO DE CARBONO. **Introdução Ao Mercado Crédito De Carbono.** Disponível em: http://petroensino.com.br/credito_de_carbono.html. Acessado em: 02/04/2018

CORSINI, Rodinei. **Ponte Rolante.** Disponível em <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/37/ponte-rolante-308775-1.aspx>. Acessado 05/02/2018.

ELETELE, **Resistores de Frenagem.** Disponível em: http://www.eletele.com.br/Resistores_Banco.htm. Acessado em 12/04/2018.

FIRJAN. **Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?** Disponível em: www.firjan.com.br/quantocustaenergia/. Acessado em 15/01/2018.

FLENDER. **Flexible Couplings N-EUPEX Series.**

F.MECAL. **Freio de sapata para Ponte Rolante.** Disponível em: <http://www.fmecal.com.br/freio-sapata-ponte-rolante>. Acessado em: 10/02/2018.

FUENTES, André. **Brasil piora em ranking e passa a ser o 6° com a energia mais cara do mundo.** Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/impavido-colosso/brasil-piora-em-ranking-e-passa-a-ser-o-6-com-a-energia-mais-cara-do-mundo/>. Acessado em 15/01/2018.

GM. **Rumo à Ponte Rolante Inteligente.** Disponível em: <https://www.ghcranes.com/pt-br/produtos/vantagens-tecnicas/rumo-a-ponte-rolante-inteligente/>. Acessado: 17/02/2018.

GOVERNO DO BRASIL. **Entenda como funciona o mercado de crédito de carbono.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/04/entenda-como-funciona-o-mercado-de-credito-de-carbono>. Acessado: 02/04/2018.

GREEN. CO_2 , **Calculadora de Emissão de CO_2** . Disponível em: <http://www.greenco2.net/calculadora.html#>. Acessado: 01/04/2018.

IZABEL, Dayane. **Como reduzir custos com energia elétrica em pequenas e médias empresas**. Disponível em: <http://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/como-reduzir-custos-com-energia-eletrica-empresa/>. Acessado 16/01/2018.

NORMA TÉCNICA, **ABNT NBR 8400:1984 Versão Corrigida:1987**. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3838>. Acessado em 21/02/2018.

OHMIC, **Resistores de Frenagem**. Disponível em: <http://www.ohmic.com.br/site/produtos-frenagem-dinamica-saiba-mais>. Acessado em 12/04/2018.

MOURA, Dayane Soares de. **Poema da Engenharia**. Elaborado pela autora

O GLOBO. **Realismo tarifário**. Disponível em: <http://www.fecombustiveis.org.br/clipping/realismo-tarifario/>. Acessado 16/01/2018.

PROJETO EM ENERGIA, **Frenagem Regenerativa**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/projenergia3/projetos/trabalhos-2014/trabalhos-2014-2/GRUPOB.pdf>. Acessado: 15/03/2018.

RR RESISTORES. **Banco de Resistores para partida de motores**. Disponível em: <http://www.rrresistores.com.br/banco-resistores-para-motores>. Acessado 02/04/2018.

TONGSIS. **Freio de Sapatas para Pontes Rolantes**. Disponível em: <http://www.tongsis.com.br/control-re-moto/freio-sapatas-ponte-rolante>. Acessado em 20/02/2018.

INDÚSTRIAS VILLARES S.A. – DIVISÃO EQUIPAMENTOS. **Carro Auxiliar – Conjunto Geral – MV 9575A82**

INDÚSTRIAS VILLARES S.A. – DIVISÃO EQUIPAMENTOS. **Carro Principal – Conjunto Geral – MV 9575A83 - Folha 2 de 2.**

INDÚSTRIAS VILLARES S.A. – DIVISÃO EQUIPAMENTOS. **Carro Principal – Conjunto Geral – MV 9575A83 - Folha 1 de 2.**

INDÚSTRIAS VILLARES S.A. – DIVISÃO EQUIPAMENTOS. **Ponte Rolante CAP 100, 50, 10t – Conjunto – MV 9575A84 - Folha 1 de 2.**

INDÚSTRIAS VILLARES S.A. – DIVISÃO EQUIPAMENTOS. **Ponte Rolante CAP 100, 50, 10t – Conjunto** – MV 9575A84 - Folha 2 de 2.

RIMA Projetos e Consultoria Ltda. **Estimativa de Custo e Investimento – ECI nº 20180424.**
Lista de Material Avançada.

WEG. **Motores Elétricos.** Disponível em: https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-El%C3%A9tricos/c/BR_MT. Acessado em 05/04/2018.