



Escola Politécnica - Universidade de São Paulo  
Allison Transmission Division - General Motors do Brasil



# PROJETO MECÂNICO



---

*Projeto de Sistema de Manuseio de  
Materiais em Linha de Montagem*

---

Clayton Vinícius Ferraz N° USP: 2901279

Orientador: Prof. Sérgio Rabelo

Aprovado  
16/12/97  
Sérgio Rabelo

São Paulo  
1997

## **Resumo**

Este trabalho trata do estudo e projeto básico de um sistema de manuseio de materiais em uma linha de montagem de transmissões automáticas para veículos comerciais médios.

Partindo do estudo de viabilidade, passando pela síntese de soluções estudadas, ele descreve os problemas percebidos e as soluções que tornariam o sistema mais viável, terminando na prévia de um projeto executivo, informando prazos e atividades a serem desenvolvidas.

Basicamente buscou-se uma solução geral para o problema de manuseio de peças mais pesadas em toda a linha e chegou-se a três soluções que atendem, na sua área, o problema especificado: transportador de piso para a linha propriamente dita; monovias aéreas para o abastecimento a partir das células e a solução existente para a área final de montagem.

# Índice

<b>1. Introdução</b>	<b>5</b>
1.1. PLANTA SANTO AMARO	5
1.2. OS PRODUTOS	8
1.3. SEQÜÊNCIA DE OPERAÇÕES	11
<b>2. Estudo de Viabilidade</b>	<b>18</b>
2.1. SÍNTESE DAS NECESSIDADES	18
2.2. FORMULAÇÃO	19
2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	19
2.3.1. FUNCIONAIS	19
2.3.2. OPERACIONAIS	19
2.3.3. CONSTRUTIVAS	20
2.4. SÍNTESE DE SOLUÇÕES	20
2.4.1. SOLUÇÕES POSSÍVEIS	20
2.4.2. EXEQÜIBILIDADE FÍSICA	27
<b>3. Projeto Básico</b>	<b>29</b>
3.1. ESCOLHA DAS MELHORES SOLUÇÕES	29
3.1.1. A MATRIZ DE DECISÃO	30
3.2. MODELAMENTO DO PROJETO	32
3.2.1. ESTUDO DO <i>LAY-OUT</i>	33
3.2.2. ERGONOMIA	35
3.2.3. ESTUDO DE APLICAÇÃO	38
3.3. RESULTADOS	39
<b>4. Projeto Executivo</b>	<b>40</b>
4.1. MONTAGEM FINAL	40
4.2. ALIMENTAÇÃO DA LINHA	41
4.3. TESTES E ACESSÓRIOS	42

---

<b>5. Conclusões e Discussões</b>	<b>43</b>
-----------------------------------	-----------

---

<b>6. Bibliografia</b>	<b>44</b>
------------------------	-----------

---

<b>7. Anexos</b>	<b>45</b>
------------------	-----------

# Índice de Figuras

FIGURA 1 - FACHADA DA PLANTA.	5
FIGURA 2 - VISTA DA LINHA DE MONTAGEM.	6
FIGURA 3 - VISTA GERAL DA ÁREA DE MONTAGEM, COM SISTEMA DE MANUSEIO EXISTENTE.	6
FIGURA 4 - ESQUEMA INICIAL DO LAY-OUT DA PLANTA.	7
FIGURA 5 - ESQUEMA EM CORTE DE UMA TRANSMISSÃO MT 643.	8
FIGURA 6 - MODELO MT 643.	9
FIGURA 7 - MODELO MTB 643.	9
FIGURA 8 - MODELO MT 653DR.	10
FIGURA 9 - MODELO MT 643R.	10
FIGURA 10 - CORTE REPRESENTATIVO DE UMA TRANSMISSÃO MT 643.	11
FIGURA 11 - CARCAÇA PRINCIPAL DA TRANSMISSÃO.	12
FIGURA 12 - TAMPA TRASEIRA - MODELO MT 643.	12
FIGURA 13 - INSTALAÇÃO DO TREM DE ENGRENAGENS - MODELO MT 643.	13
FIGURA 14 - CONJUNTO DA EMBREAGEM DE AVANÇO.	14
FIGURA 15 - BOMBAS DE ÓLEO E SUPORTE FRONTAL.	15
FIGURA 16 - CONJUNTO DA VÁLVULA DE CONTROLE.	15
FIGURA 17 - TRANSMISSÃO MT 643 PRONTA PARA O TESTE DA BANCADA.	16
FIGURA 18 - TORRE SELETORA.	17
FIGURA 19 - RESFRIADOR DO MODELO MTB 643.	17
FIGURA 20 - TRANSMISSÃO PRONTA APÓS A VESTIMENTA FINAL.	17
FIGURA 21 - EXEMPLO DE FLUXO DE MATERIAIS NAS CÉLULAS E PARA A LINHA.	18
FIGURA 22 - CARRO DE MONTAGEM UTILIZADO ATUALMENTE.	20
FIGURA 23 - ESQUEMA DO TRANSPORTADOR EOM.	21
FIGURA 24 - ESQUEMA DO TRANSPORTADOR DE PISO.	22
FIGURA 25 - ESQUEMA DO ROLLER FRICTION.	22
FIGURA 26 - GUINDASTES GIRATÓRIOS UTILIZADOS ATUALMENTE.	23
FIGURA 27 - EXEMPLO DE SISTEMA KBK E PERFIL DO TRILHO.	23
FIGURA 28 - ILUSTRAÇÃO DE SISTEMA DE PONTES ROLANTES KBK.	24
FIGURA 29 - ESQUEMA DO MANIPULADOR DE COLUNA.	24
FIGURA 30 - PONTE NA ÁREA DE TESTES DAS TRANSMISSÕES.	25
FIGURA 31 - GUINDASTE GIRATÓRIO COM VIGA KBK.	26
FIGURA 32 - SISTEMAS DE PONTES ROLANTES.	26
FIGURA 33 - LAY-OUT FINAL PROJETADO.	34
FIGURA 34 - GRÁFICO DOS LIMITES DE LEVANTAMENTO DE PESO.	35
FIGURA 35 - NOVO MODELO DO CARRO DE MONTAGEM DA TRANSMISSÃO.	40
FIGURA 36 - CRONOGRAMA DA IMPLEMENTAÇÃO DA MONTAGEM FINAL.	41
FIGURA 37 - CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DA LINHA.	41
FIGURA 38 - PROTÓTIPO DO CARRO DE TRANSPORTE FINAL.	42
FIGURA 39 - CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE TESTES E ACESSÓRIOS.	42

# 1. INTRODUÇÃO

---

A Allison já está presente no Brasil há muitos anos, a princípio como Detroit Diesel Allison, uma divisão da General Motors do Brasil, depois como TransAllison e hoje como Allison Transmission Division. Quando a GM produzia motores para caminhões no Brasil, importava algumas transmissões dos EUA, que era fornecida em alguns pacotes motor-transmissão, pela Detroit Diesel Allison.

Com a separação das unidades da divisão e a venda da Detroit Diesel, a General Motors manteve a Allison como uma divisão independente nos Estados Unidos. No Brasil, a Allison Transmission Division se tornou um departamento da GM do Brasil, com um sistema de serviços e aplicações.

Para sua efetiva presença no Brasil, a Allison Transmission fez uma *joint-venture* com a MotoPeças, em Sorocaba, para a produção de transmissões no Brasil, o que seria conhecida como TransAllison. Com o fim das exigências de empresa nacional, a Allison Transmission decidiu produzir sozinha as transmissões, em vista do bom mercado existente na América do Sul, reformando a planta de Santo Amaro da antiga Detroit Diesel Allison e implantando uma unidade de montagem, com infra-estrutura da GMB, inaugurada em fins de abril de 1997.

## 1.1. Planta Santo Amaro

Na planta de Santo Amaro, São Paulo - SP se encontram os departamentos Comercial e Manufatura da Allison Transmission Division, que apesar do nome, se subordina à estrutura financeira de São Caetano do Sul, com relação a funcionários e infra-estrutura funcional.



Figura 1 - Fachada da planta.

A planta se destina a montagem de transmissões automáticas para veículos comerciais médios (caminhões e ônibus) e inicialmente foi projetada para montar a família de transmissões MT-600.

Assim, todo o estudo se baseia nesta família, com suas características e variações nos modelos existentes, porém já ocorrem discussões no alto escalão da possibilidade de se montar outros produtos da linha Allison dos EUA como o modelo AT-545, da família AT-500. Estas possibilidades não serão levadas em conta, já que se trata ainda de estudos e o projeto atual se encontra num estágio mais avançado.

O objetivo do projeto é implantar um novo sistema de manuseio de materiais na linha de montagem e área de testes, em substituição ao existente, que tem se mostrado inadequado às nossas necessidades reais (Figura 2 e Figura 3).



Figura 2 - Vista da linha de montagem.



Figura 3 - Vista Geral da área de montagem, com sistema de manuseio existente.

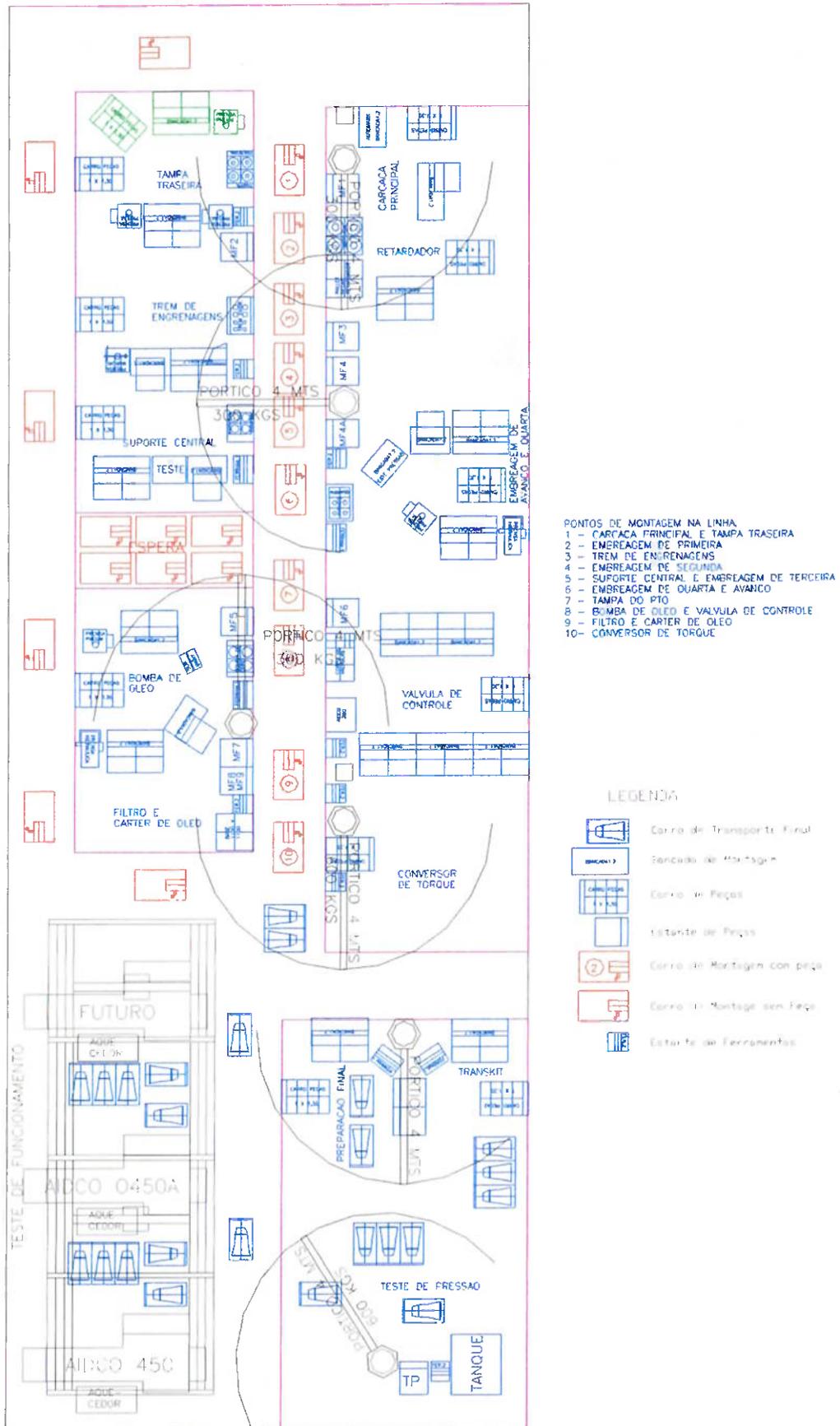


Figura 4 - Esquema inicial do Lay-out da planta.

## 1.2. Os Produtos

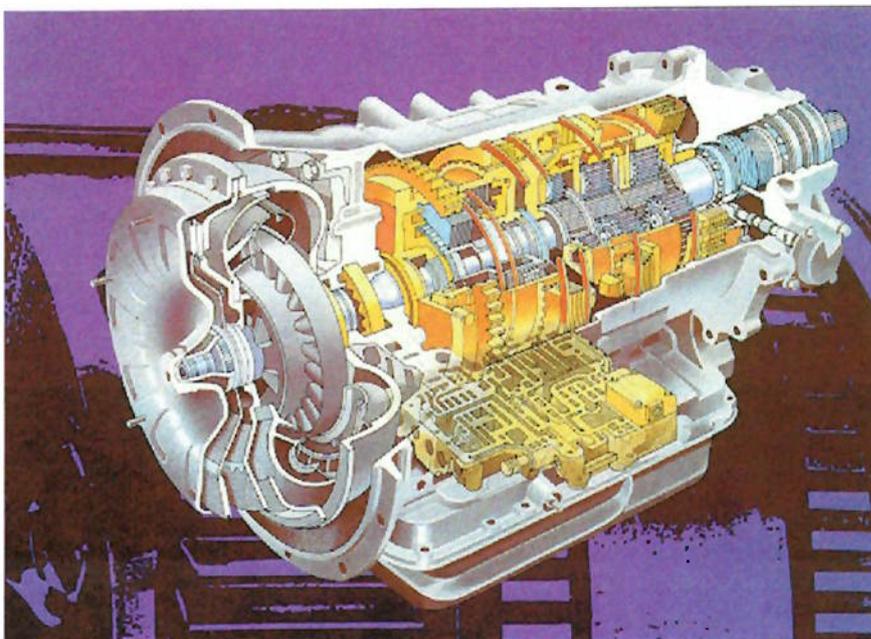


Figura 5 - Esquema em corte de uma transmissão MT 643.

Esta unidade foi projetada para a montagem de transmissões automáticas da família MT-600 para veículos comerciais médios utilizadas como caminhões e ônibus de serviços urbanos como transporte coletivo de passageiros, coleta de lixo, entrega de mercadorias entre outras aplicações (ver anexos)

Esta família compreendia inicialmente os modelos MT 643, MTB 643, MT 647, MT 653DR e MTB 653DR entre outros desconhecidos no Brasil. Destes modelos, a planta está apta a produzir e já o produz os modelos MT 643, MTB 643 e MT 653. À estes modelos, será acrescentado o modelo MT 643R, projetado exclusivamente para atender o mercado da América Latina e posteriormente o mercado mundial, sendo montado somente no Brasil, com peças vindas dos EE.UU. e de fornecedores nacionais.

As peças são essencialmente importadas dos EE.UU., e montadas no Brasil. Busca-se agora fornecedores nacionais, principalmente pelo desenvolvimento do novo produto MT 643R e da necessidade de nacionalização de peças exigida pelo Mercosul.

### **MT 643**

Produto básico da família MT-600 (Figura 6), se destina a caminhões essencialmente, podendo também ser aplicada em ônibus. Possui variações de regulagens e acessórios para atingir uma gama grande de aplicações. Utiliza sistema hidráulico de troca de marchas. Se caracteriza por ter 4 marchas automáticas à frente e uma manual a ré, com tomada de força disponível para as aplicações.

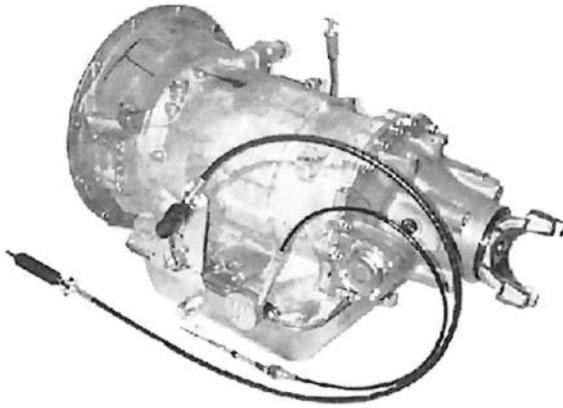


Figura 6 - Modelo MT 643.

### **MTB 643**

Baseado no modelo MT 643 se destina a ônibus urbanos essencialmente. Possui variações de regulagens e acessórios para atingir vasta gama de aplicações. Utiliza sistema hidráulico de troca de marchas, com 4 marchas automáticas à frente e uma manual a ré, com tomada de força disponível para as aplicações.

Sua principal característica é o sistema hidráulico de freio, denominado retardador (Figura 7), no eixo de saída da transmissão, permitindo uma redução de velocidade do veículo, sem se utilizar do freio, economizando-o, sendo por isto muito indicado para ônibus urbanos

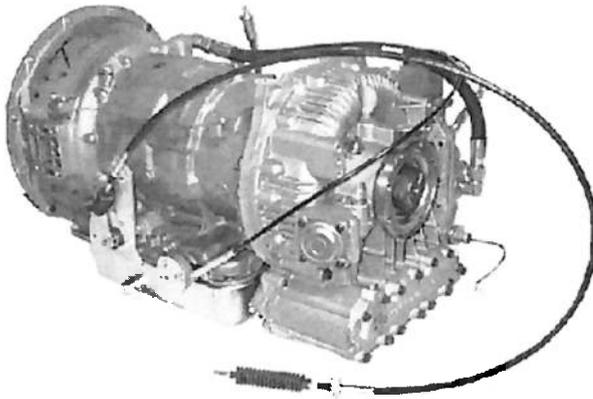


Figura 7 - Modelo MTB 643.

### **MT 647**

Baseado na MT 643, se destina a caminhões essencialmente, podendo também ser aplicada em ônibus. Se caracteriza pela aplicação em veículos de maior potência que o da MT 643. Possui variações de regulagens e acessórios com relação à MT 643 para aplicações de maior potência. Utiliza sistema hidráulico de troca de marchas. Se caracteriza por ter 4 marchas automáticas à frente e uma manual a ré, com tomada de força disponível para as aplicações.

### MT 653DR



Figura 8 - Modelo MT 653DR.

Baseado na MT 643, se destina principalmente a caminhões (Figura 8). Se caracteriza pela aplicação em veículos que exigem maior potência de partida, possuindo uma marcha de grande redução (DR - *deep ratio*). Possui variações de regulagens e acessórios com relação à MT 643 para aplicações de maior potência de saída. Utiliza sistema hidráulico de troca de marchas. Se caracteriza por ter 4 marchas automáticas à frente, uma manual reduzida à frente e uma manual a ré, com tomada de força disponível para as aplicações.

### MT 643R

Montado a partir da MT 643 se destina a ônibus urbanos essencialmente, podendo também ser aplicada em caminhões. Possui variações de regulagens e acessórios para atingir uma vasta gama de aplicações. Utiliza sistema hidráulico de troca de marchas, com 4 marchas automáticas à frente e uma manual a ré, sem tomada de força, utilizada no sistema de frenagem.

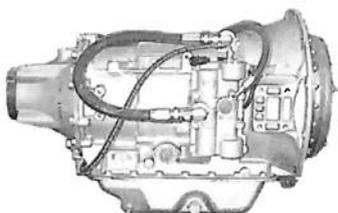


Figura 9 - Modelo MT 643R.

Sua principal característica é o sistema hidráulico de freio, denominado retardador (Figura 9), na entrada da transmissão, permitindo uma redução da velocidade do veículo, sem se utilizar do freio, economizando-o, sendo por isto muito indicado para ônibus urbanos.

Tem por objetivo substituir a MTB 643 nas aplicações em ônibus urbanos, já que a característica básica dos ônibus urbanos na América Latina é o motor dianteiro, que impossibilita a aplicação da MTB 643 pelas suas dimensões.

### 1.3. Seqüência de Operações

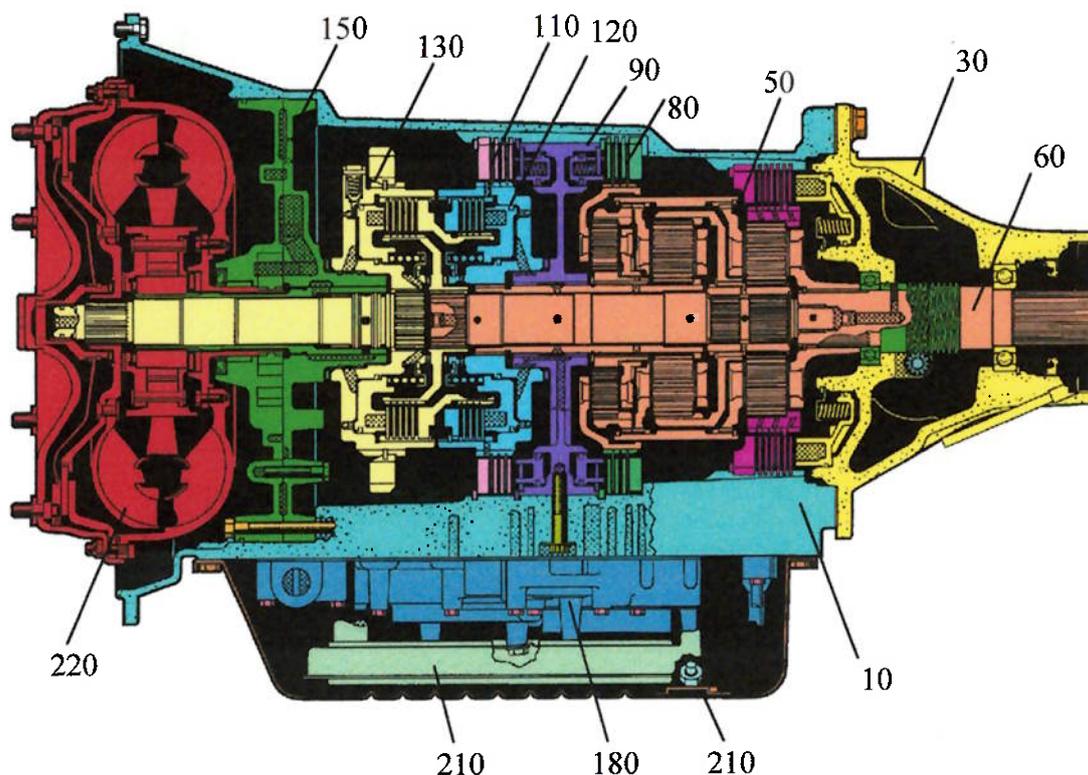


Figura 10 - Corte representativo de uma transmissão MT 643.

Um ponto de importância deste trabalho foi a implementação do processo de montagem, que permitiu a idealização das estações de trabalho, com definição das células e postos de trabalho na linha de montagem.

Inicialmente, só haviam informações recebidas da matriz em Indianápolis, IN - EUA, que não se adequavam ao perfil da nossa planta, tampouco ao nosso sistema produtivo, assim foi desenvolvido um trabalho de implementação do processo, onde foram definidos cada célula e posto de trabalho em discussões sucessivas que culminaram no sistema atualmente definido.

Este sistema se baseia em 28 estações de trabalho virtuais, já que algumas ocupam os mesmos espaços físicos que outras, algumas localizadas em células e outras em postos na linha, criando-se processos que permitem a montagem completa de subconjuntos da transmissão.

A seguir, apresentamos cada uma das estações, com suas descrições e características principais de manuseio, baseado no *lay-out* inicial (ver Figura 4), representando algumas partes na vista em corte de uma transmissão (Figura 10).

**10 - Carcaça Principal:** Célula onde são agregados os pequenos componentes fixados ao corpo principal da transmissão. Apresenta a peça individual de maior dimensão na transmissão, cuja massa é de cerca de 26kg e apresenta manuseio incômodo (Figura 11);



Figura 11 - Carcaça Principal da Transmissão.

**15 - Retardador:** Posto da linha onde são agregadas as peças do retardador de saída do modelo MTB 643, é um posto temporário até a descontinuidade da produção daquele modelo. Apresenta-se sob um conjunto de peças que formam o conjunto da tampa traseira e retardador de saída dos modelos MTB, cuja massa é de cerca de 45kg e apresenta geometria incômoda e um ponto de instalação de difícil posicionamento;

**20 - Tampa traseira:** Célula onde são agregados componentes à tampa que sela a transmissão no lado do eixo de saída da transmissão. Esta estação não apresenta uma peça de massa muito grande (até 17kg) e sua instalação não é tão difícil, mas pode aproveitar o sistema de instalação da carcaça para ser mais confortável para o montador (Figura 12);



Figura 12 - Tampa traseira - modelo MT 643.

**30 - Adaptadora de Baixa:** célula localizada junto à da tampa traseira, onde se agregam os componentes da extensão da tampa utilizada no modelo MT 653DR, onde fica alojada a embreagem da marcha reduzida. Massa pouco menor que a tampa, pode aproveitar-se do sistema da tampa traseira;

**40 - Instalação da tampa:** Posto de trabalho na linha de montagem responsável pela fixação da carcaça principal no dispositivo de montagem e a montagem da tampa traseira e adaptadora de baixa à mesma;

**50 - Embreagem de 1ª:** Posto da linha responsável por agregar as peças que compõem a embreagem de acionamento da 1ª. marcha na transmissão;

**60 - Trem de Engrenagens:** Célula responsável pela montagem do sistema de engrenagens que transmite rotação e potência nos sistemas de embreagens de 1ª, 2ª. e 3ª. A massa do conjunto de até 30 kg, com posição de instalação ruim.

**70 - Instalação do Trem de Engrenagens:** Posto da linha responsável pela instalação do trem de engrenagens na transmissão, com seus componentes agregados (Figura 13)



Figura 13 - Instalação do Trem de Engrenagens - modelo MT 643.

**80 - Embreagem de 2ª:** Posto da linha responsável por agregar as peças que compõem a embreagem de acionamento da 2ª. marcha à transmissão;

**90 - Suporte Central:** Célula de montagem do suporte do trem de engrenagens, que também atua no acionamento das engrenagens de 2ª. e 3ª.;

**100 - Instalação do Suporte Central:** Posto da linha responsável pela instalação do suporte central na transmissão, com seus componentes agregados. Seu conjunto final apresenta massa de 11 kg, com uma posição de instalação mais fácil, mas com exigência de certa precisão;

**110 - Embreagem de 3ª:** Posto da linha responsável por agregar as peças que compõem a embreagem de acionamento da 3ª. marcha na transmissão;

**120 - Embreagem de 4ª:** Célula responsável pela montagem do conjunto de embreagem e acionamento da 4ª. marcha; a embreagem de 4ª apresenta massa de cerca de 7 kg, não apresentando necessidade de uso de manipuladores;

**130 - Embreagem de Avanço:** Célula responsável pela montagem da embreagem e acionamento de marchas à frente, ocupa o mesmo espaço físico da célula de 4ª. marcha, devido às semelhanças dos componentes. Apresenta massa de 20 kg (Figura 14);



Figura 14 - Conjunto da embreagem de avanço.

**140 - Instalação das Embreagens de 4ª., Avanço e Retardador:** Posto de trabalho na linha responsável pela instalação das embreagens de 4ª. e avanço e o sistema retardador do modelo MT 643R. O retardador não apresenta problema de manuseio, assim como a 4ª. marcha, mas a embreagem de avanço apresenta difícil instalação devido à necessidade de correto engrenamento com a 4ª;

**150 - Bomba de Óleo e Suporte Frontal:** Célula responsável pela montagem do conjunto da bomba de óleo do circuito hidráulico da transmissão e do suporte frontal que apoia as embreagens de 4ª. e avanço e a carcaça do retardador, estes conjuntos formam uma só peça após a montagem. O conjunto apresenta considerável massa (24kg) e uma geometria pouco ergonômica (Figura 15);



Figura 15 - Bombas de óleo e suporte frontal.

**160 - Instalação da Bomba de Óleo e Suporte Frontal:** Posto da linha responsável pela instalação da bomba de óleo na transmissão e seus agregados;

**170 - Corpos de Válvula de Baixa e do Retardador:** Célula localizada junto à Válvula de Controle, responsável pela montagem dos sistemas de controle de acionamento da embreagem de marcha reduzida no modelo MT 653 e do retardador de entrada no modelo MT 643R;

**180 - Válvula de Controle:** Célula responsável pela montagem e teste do sistema de controle de acionamento das embreagens de 1ª., 2ª., 3ª., 4ª. e ré em todos os modelos. Apresenta razoável massa (17kg), equivalente à tampa traseira, mas apresenta posição de instalação mais adequada. O sistema de manipulação de instalação deve dar maior conforto e segurança ao montador (Figura 16);



Figura 16 - Conjunto da válvula de controle.

**190 - Instalação da Válvula de Controle e Corpos de Válvula de Baixa e do Retardador:** Posto da linha responsável pela instalação da válvula de controle e seus agregados e dos corpos de válvula de baixa (MT 653DR) e do retardador (MT 643R) e seus agregados;

**200 - Instalação do Governador e Filtro de Óleo:** Posto da linha responsável pela instalação do medidor de rotação de saída da transmissão e do filtro de óleo e agregados;

**210 - Instalação do Cárter e Acessórios:** Posto da linha responsável pela instalação do cárter de óleo e agregados e outros componentes pertinentes à transmissão, como bujões e mangueiras de óleo;

**220 - Instalação do Conversor de Torque:** Posto final da linha responsável pela instalação do conversor de entrada que aciona a transmissão. Apresenta a maior massa de um conjunto da transmissão (até 55kg, dependendo do modelo), deve ser utilizado um bom sistema de manuseio, pois também sua geometria é inadequada ao carregamento.

**230 - Bancadas de Teste:** Posto que contém as máquinas de testes das transmissões relativos ao funcionamento das mesmas. Deve ser suspensa a transmissão finalizada, que pode atingir 300 kg, assim, deve ter um sistema adequado de manuseio (Figura 17);



Figura 17 - Transmissão MT 643 pronta para o teste da bancada.

**240 - Teste de Pressão:** Posto de trabalho onde as transmissões são testadas quanto ao vazamento de óleo do sistema hidráulico. Também aqui a transmissão é suspensa montada, exigindo um adequado sistema de manuseio.

**250 - Torre Seletora:** Célula de trabalho responsável por modificações e montagem das alavancas de acionamento da transmissão (Figura 18);



Figura 18 - Torre Seletora.

**260 - Resfriador:** Célula de trabalho responsável pela modificação e montagem dos trocadores de calor das transmissões (Figura 19);



Figura 19 - Resfriador do modelo MTB 643.

**270 - Vestimenta Final:** Célula de trabalho responsável por agregar as partes e componentes não fornecidos normalmente com a transmissão (Figura 20), como torres seletoras, resfriadores e outras mangueiras, executadas para clientes específicos, como Mercedes-Bens Brasil e Argentina. Última estação de trabalho, já fora da linha, como as duas anteriores, exige a suspensão da transmissão completa, com um bom sistema de manuseio.

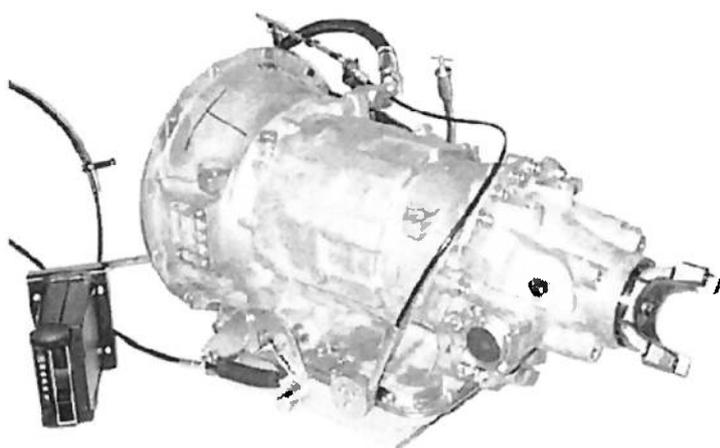


Figura 20 - Transmissão pronta após a vestimenta final.

Destas divisões, podemos definir quais as estações de trabalho que requerem um sistema de movimentação de materiais e definir sua localização e condições de instalação, de acordo com o peso e dimensões dos componentes montados.

## 2. ESTUDO DE VIABILIDADE

### 2.1. Síntese das Necessidades

Sistema de movimentação e transporte de materiais numa linha de montagem (CKD) de transmissões automáticas. O sistema deve possibilitar a remoção de peças de locais de espera ou armazenamento temporário e posicioná-las em bancadas ou dispositivos de montagem, se possível aproveitando os modelos já existentes, alimentando uma linha central, células de subconjuntos e uma área de testes e montagens finais, de acordo com *lay-out* previsto (Figura 21). Para facilidade do estudo e a síntese das soluções, dividiu-se o processo total em 3 partes, nas quais as soluções de uma parte não afeta as demais. São elas: *Montagem Principal, Alimentação da Linha e Testes Finais e Acessórios*.

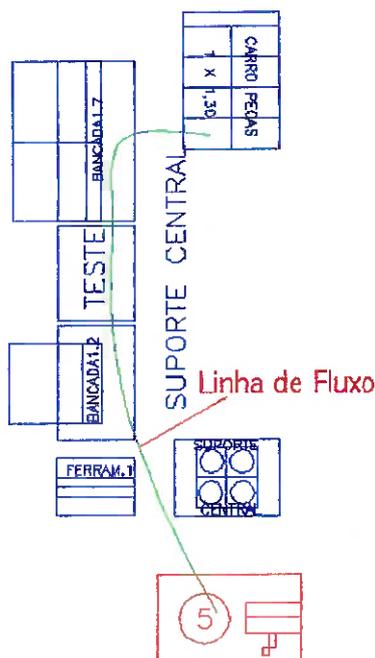


Figura 21 - Exemplo de fluxo de materiais nas células e para a linha.

Características de projeto:

- Sistema leve: fragilidade das instalações;
- Fácil manuseio: facilitar a operação do montador;
- Estabilidade estática e dinâmica.
- Boa adaptabilidade ao *lay-out* da planta: se adequando às instalações e infra-estrutura existentes.

## 2.2. Formulação

Entradas e saídas do sistema a ser implantado:

### Entradas

Desejáveis	Indesejáveis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comando de movimentação;</li> <li>• Parada do conjunto;</li> <li>• Fixação e remoção da peça;</li> <li>• Alimentação do sistema;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos na estrutura ou conjunto;</li> <li>• Comandos inadequados;</li> </ul>

### Saídas

Desejáveis	Indesejáveis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento adequado ao comando;</li> <li>• Estabilidades dinâmica e estática;</li> <li>• Fixação adequada da peça;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Queda de material;</li> <li>• Instabilidade do conjunto;</li> <li>• Movimentos Inadequados;</li> <li>• Ruídos, vibrações etc.</li> </ul>

## 2.3. Características Técnicas

### 2.3.1. Funcionais

- *Desempenho*: capacidade de sustentar cargas de até 500 kg na área de testes e linha de montagem, e até 60 kg na alimentação da linha de montagem;
- *Conforto*: nível de ruído baixo e comandos simples do operador;
- *Segurança*: estabilidade de movimentação e impedir acidentes em caso de falha de alimentação;

### 2.3.2. Operacionais

- *Durabilidade*: 5 anos de vida útil, com utilização diária de 4 horas;
- *Confiabilidade*: nenhuma manutenção necessária nos 2 primeiros anos de uso;

### 2.3.3. Construtivas

- *Capacidade:* máximas cargas de 500 kg nos testes, e até 60 kg na linha de montagem, velocidades para menor tempo de deslocamentos com segurança, variação de velocidade;
- *Rigidez:* pequenos deslocamentos flexionais e torcionais.

## 2.4. Síntese de Soluções

Como dito anteriormente, o Processo de Montagem foi dividido em 3 partes, abaixo, apresentamos as soluções para cada um deles.

### 2.4.1. Soluções Possíveis<sup>1</sup>

#### 2.4.1.1. Montagem Principal

**Solução 1:** Solução atual.



Figura 22 - Carro de montagem utilizado atualmente.

Tipo carro movimentado manualmente, cujo posicionamento da transmissão é acionado pelo operador (Figura 22). O custo desta solução é baixo, já que não haveria alterações significativas, teríamos apenas o custo de carros novos, sua manutenção e melhoria dos existentes.

Custo<sup>2</sup> previsto: **R\$20.000,00**

<sup>1</sup> Algumas soluções foram sugeridas pelo Depto. de Planejamento de Instalações da GMB, indicadas por (GMB)

<sup>2</sup> Custos levantados em setembro de 1997.

**Solução 2: Power Free de piso**

Os mesmos carros anteriores, tracionados por uma corrente acionada continuamente, instalada no piso, com acionamento *Power Free*, ou seja, traciona os carros até determinadas posições e libera para trabalho. O operador aciona o engate para continuar a tracionar o carro.

A remoção das transmissões prontas da linha é feita por um operador, que as transfere à outra fase da produção.

Custo previsto: **R\$200.000,00**

**Solução 3: Power Free de teto**

Dispositivos de montagem das transmissões presos por um sistema de correntes tracionadoras em trilhos aéreos, como o sistema anterior, o operador aciona a continuidade do tracionamento.

Também aqui, a remoção das transmissões prontas da linha é feita por um operador, que as transfere à outra fase da produção.

Custo previsto: **R\$250.000,00**

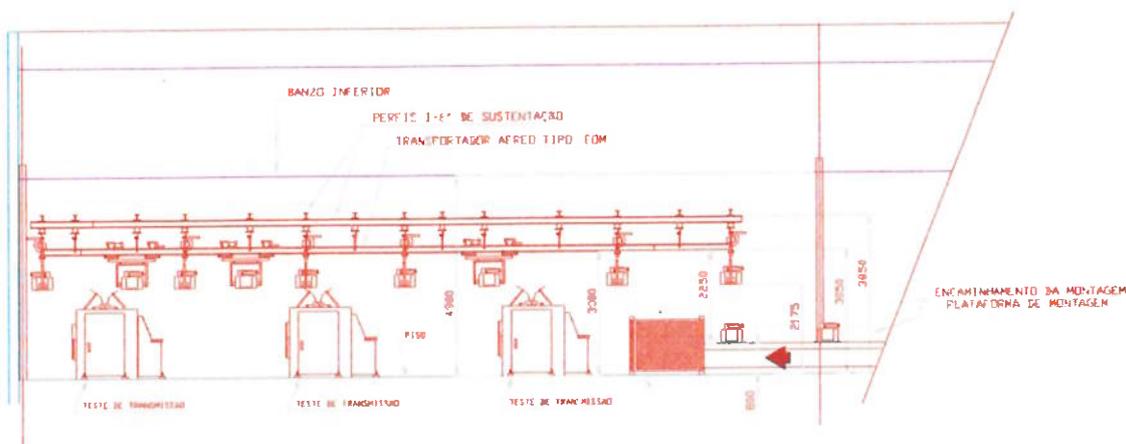
**Solução 4: EOM aéreo**

Figura 23 - Esquema do transportador EOM.

Dispositivos de montagem presos em sistema de trilhos aéreos, eletromagnéticos, com controle e acionamento realizados por computador, parando nas estações programadas por tempos programados, regulando também o tempo de produção.

A descarga em áreas pré-determinadas de fim de montagem se faz automaticamente, sem intervenção humana.

Custo previsto: **R\$350.000,00**

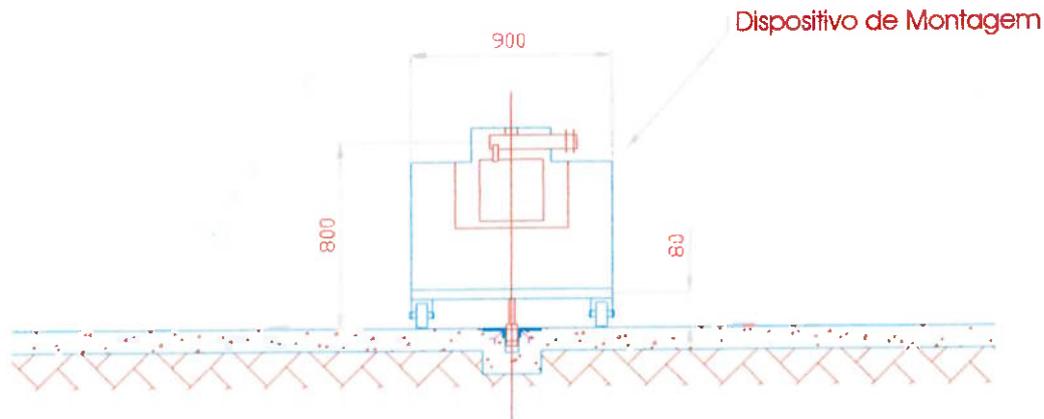
**Solução 5: Transportador de Piso (GMB)**

Figura 24 - Esquema do transportador de piso.

Os mesmos dispositivos de montagem presos em correntes tracionadoras, acionados continuamente em velocidade reduzida, com retorno superficial dos dispositivos, formando um circuito.

A transferência de áreas é realizada por um operador humano.

Custo previsto: **R\$ 160.000,00**

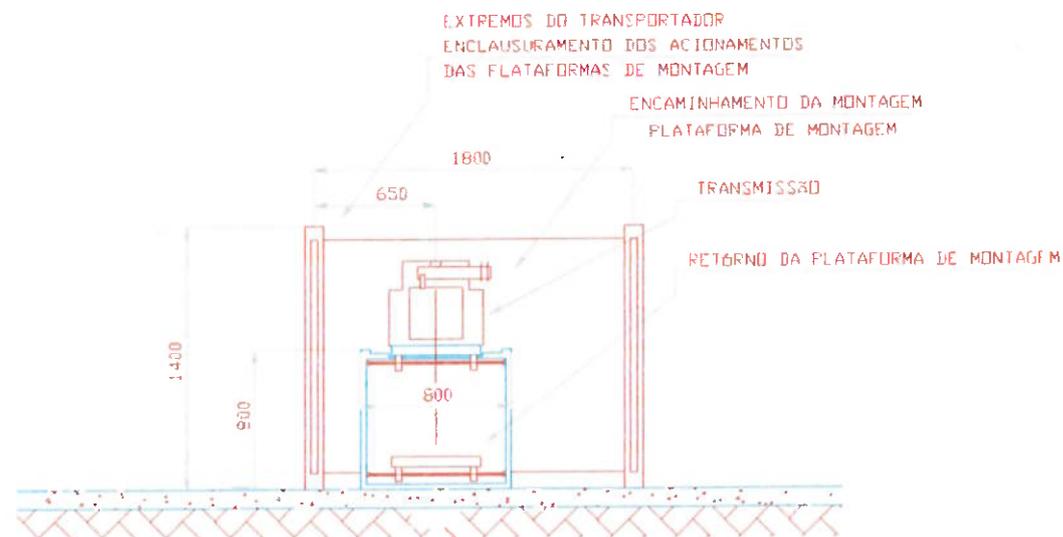
**Solução 6: Esteira com estrutura metálica - Roller Friction (GMB)**

Figura 25 - Esquema do Roller Friction.

Dispositivo de montagem correndo sobre roletes montados sobre estrutura metálica, acima do solo, com retorno dos dispositivos pela parte inferior da estrutura, com acionamento de elevadores no início e fim das esteiras.

Também a transferência de áreas é realizada por um operador humano.

Custo previsto: **R\$ 610.000,00**

### 2.4.1.2. Alimentação da Linha

**Solução 1:** Solução atual.



Figura 26 - Guindastes Giratórios utilizados atualmente.

Guindastes giratórios, com razoável alcance, mas difícil controle e acionamento. O custo desta solução está associada à manutenção e melhoria do sistema, com retrabalho dos mesmos.

O posicionamento das peças é feito pelo direcionamento angular dos guindastes associados à distância na lança, requer maior controle e há casos de interferências de alguns guindastes (ver Figura 4).

Custo previsto: **R\$15.000,00**

**Solução 2:** Guindastes Leves.

Guindastes giratórios, com vigas de sistema “KBK”. Basicamente o mesmo sistema anterior com maior controle de acionamento e posicionamento, projetado para evitar as interferências e atender melhor as estações e postos da linha.

Custo previsto: **R\$50.000,00**

**Solução 3:** Trilhos aéreos.

Trilhos aéreos, com estrutura leve (KBK), posicionados nas linhas de fluxo de materiais. O posicionamento do material é praticamente linear, apenas transladando-se o trole e talha. Custo associado a infra-estrutura e implementação (Figura 27)

Custo previsto: **R\$ 110.000,00**

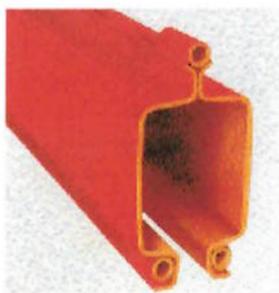


Figura 27 - Exemplo de Sistema KBK e perfil do trilho.

**Solução 4: Pontes KBK**

Figura 28 - Ilustração de sistema de pontes rolantes KBK.

Sistema de pontes rolantes posicionadas sobre a linha, com estrutura de perfil leve, de acordo com a necessidade de materiais, manuseio realizado pela translação em dois sentidos da ponte. Custo associado a implementação e infra-estrutura.

Custo previsto: **R\$ 95.000,00**

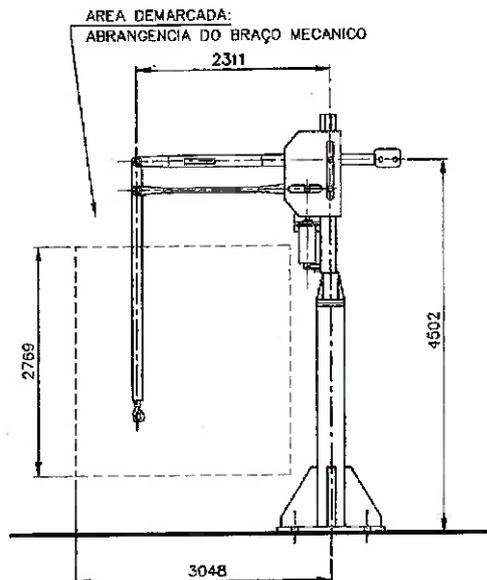
**Solução 5: Manipuladores de Colunas (GMB)**

Figura 29 - Esquema do Manipulador de Coluna.

Sistemas de manipuladores pneumáticos articulados, com grande área de ação, tanto vertical como horizontal, com sistema de fixação semelhantes aos guindastes, posicionamento das peças realizados circularmente ao redor da coluna de apoio e num retângulo limitado pelo alcance da lança do manipulador (Figura 29). Caracteriza-se pela facilidade do movimento e controle do operador, mas requer maior atenção do mesmo durante a operação.

Custo previsto: **R\$ 170.000,00**

### 2.4.1.3. Testes Finais e Acessórios.

**Solução 1:** Solução atual.



Figura 30 - Ponte na área de testes das transmissões.

Guindastes giratórios, ponte rolante (Figura 30) e dispositivos de movimentação (carrinhos). Passa-se as transmissões da linha de montagem para os carros e estes se deslocam nas estações de teste e montagem final. Custo associado à construção dos carrinhos e manutenção do equipamento atual.

Custo previsto: **R\$ 20.000,00**

**Solução 2:** Guindastes Leves.

Guindastes giratórios, com vigas de sistema “KBK”, assessorados pelos mesmos dispositivos de movimentação anteriores. Neste caso, as áreas de teste e montagem final são cobertas por guindastes giratórios mais leves.

Custo previsto: **R\$ 30.000,00**

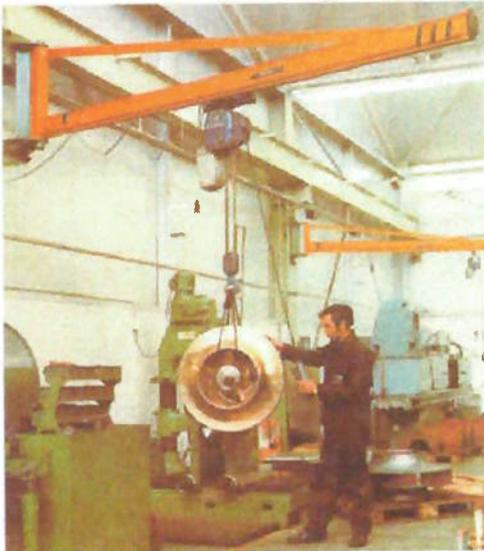


Figura 31 - Guindaste giratório com viga KBK.

### Solução 3: EOM aéreo (GMB)

Sistema de trilhos aéreos eletromagnéticos, como explicados anteriormente, com controle eletrônico de parada, traçados conforme o fluxo de materiais nas estações, com mínima intervenção humana na movimentação.

Custo previsto: **R\$ 420.000,00**

### Solução 4: Pontes Rolantes KBK

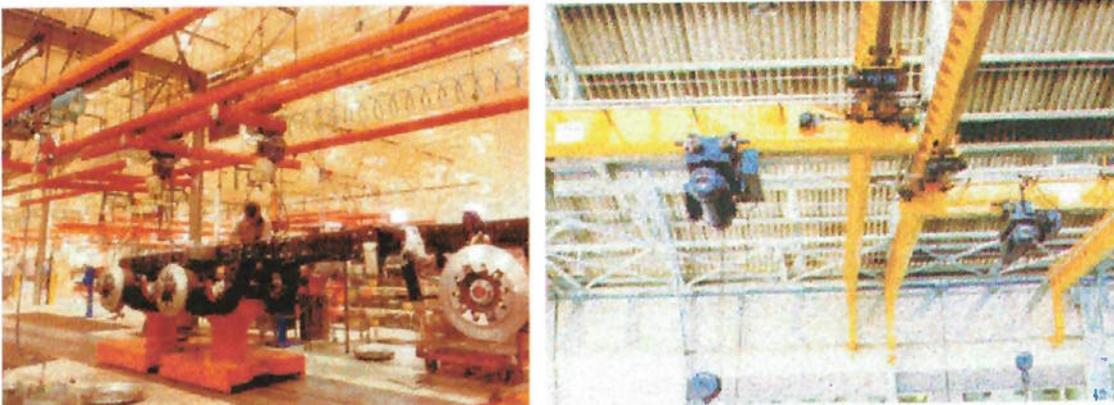


Figura 32 - Sistemas de Pontes Rolantes.

Sistemas de pontes rolantes, cobrindo a área final. O posicionamento é realizado por operadores, com movimentos de translação em duas direções. As pontes facilitarão em futuras mudanças de posicionamento de equipamentos ou áreas de armazenamento intermediário das transmissões prontas neste local.

Custo previsto: **R\$ 100.000,00**

## 2.4.2. Exeqüibilidade Física

### 2.4.2.1. Montagem Final

**Solução atual:** A solução atual é claramente executável e novos carros já foram desenvolvidos como parte de adiantamento e solução intermediária.

**Power Free de piso:** Esta solução tem problemas com a implementação devido às obras civis necessárias à sua instalação. Deve-se observar curvaturas e posições de parada que poderiam alterar o traçado e localização das estações na linha.

**Power Free de teto:** Deve ser reforçada a estrutura do edifício e as posições de parada que ocorrem na solução anterior deve ser observada, além de haver um novo projeto do dispositivo de montagem.

**EOM aéreo:** O reforço estrutural também deve ser feito, como nos projetos anteriores, agravado pela necessidade de estudo mais aprofundado de tempo de montagem, para correto balanceamento de tempo. Se aplica melhor em conjunto com a solução EOM no final da linha (área de testes).

**Transportador de Piso:** Os mesmos dispositivos e problemas de piso do *Power Free* de piso se aplicam aqui, com eliminação do problema de localização das estações.

**Esteira com estrutura metálica - Roller Friction:** A instalação é simples, mas ocorreria novo projeto do dispositivo de montagem e verificação de dimensões factíveis com o processo de montagem, sem exagerar na estrutura para suportar as dimensões do dispositivo.

### 2.4.2.2. Alimentação da Linha

**Solução atual:** não há obviamente problemas com a exeqüibilidade desta solução, senão pela impossibilidade de correção dos problemas existentes;

**Guindastes Leves:** por esta solução ser muito próxima à anterior, sua exeqüibilidade também está garantida, dependendo sim, das dimensões que se devam alcançar, o que o tornaria inviável.

**Trilhos aéreos:** A execução deste sistema é possível, mas deverá ser realizado um reforço na estrutura do edifício da planta para sua instalação concreta.

**Pontes KBK:** A limitação anterior se aplica aqui também, complicada pelo fato de ser uma estrutura que exige mais sustentação, exigindo também um reforço maior.

**Manipuladores de Colunas:** utilizando o mesmo princípio do guindaste de coluna, sua execução não exige reforços, mas também possui limitação de alcance.

### **2.4.2.3. Testes Finais e Acessórios.**

**Solução atual:** A solução não apresenta problemas.

**Guindastes Leves:** A Solução se baseia em soluções apresentadas anteriormente e como visto são poucas as restrições.

**EOM aéreo:** A restrição apresentada anteriormente, se aplica aqui, e a solução melhor se viabilizaria com a adoção do sistema também na linha.

**Pontes Rolantes KBK:** A solução já foi apresentada anteriormente e aquelas restrições também se aplicam.

### 3. PROJETO BÁSICO

---

Das soluções pré-definidas, escolheremos as melhores para cada aplicação e em seguida realizaremos estudos mais detalhados, visando sua perfeita adequação ao ambiente fabril, procurando possíveis problemas de implantação que viriam prejudicar a continuidade do trabalho no futuro.

#### 3.1. Escolha das Melhores Soluções

Utilizaremos o método da matriz de avaliação para determinarmos as melhores soluções em cada caso. Os valores dos pesos de cada item, serão definidos entre 0 e 10, dependendo de sua importância no projeto. Independentemente, os critérios ou parâmetros de seleção que cada solução deve atingir, são:

- a) Segurança: o equipamento deve ser seguro para o operador, bem como para outros que estejam próximos, atentos ou não à utilização do equipamento, **peso 8**;
- b) Custo de Implantação: o equipamento deve ser o de menor custo de implantação, aí incluídos sistemas de controle, infra-estrutura e outros acessórios pertinentes a seu total aproveitamento, **peso 8**;
- c) Adequação ao sistema atual: o equipamento deve causar pouco impacto no sistema atual de produção, manuseio e *lay-out*, evitando grandes alterações de processos e procedimentos, **peso 10**;
- d) Tempo de Implantação: o tempo de implementação do sistema deve ser o menor possível para garantir continuidade de produção, **peso 7**;
- e) Facilidade de Operação: o equipamento deve ser de fácil utilização por qualquer tipo de pessoa, sem treinamento específico, com respostas de comandos rápidas e estabilidade de operação, **peso 9**;
- f) Nível de automação: a capacidade de sofrer controle eletrônico, facilita a integração com sistema de automação de montagem que está em fase de implementação na fábrica, **peso 5**;

### 3.1.1. A Matriz de Decisão

#### 3.1.1.1. Montagem Principal

Item	Peso	Solução											
		Solução Atual		P. Free Piso		P. Free Teto		EOM Aéreo		Transp. Piso		Roller Friction	
		Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.
a	8	8,0	64,0	7,0	56,0	8,0	64,0	5,0	40,0	7,0	56,0	9,0	72,0
b	8	10,0	80,0	6,5	52,0	6,0	48,0	4,0	32,0	8,0	64,0	2,0	16,0
c	10	9,0	90,0	10,0	100,0	9,0	90,0	9,0	90,0	7,0	70,0	9,0	90,0
d	7	10,0	70,0	9,0	63,0	7,0	49,0	5,0	35,0	9,0	63,0	6,0	42,0
e	9	5,0	45,0	9,0	81,0	8,0	72,0	10,0	90,0	9,0	81,0	10,0	90,0
f	5	0,0	0,0	5,0	25,0	5,0	25,0	10,0	50,0	4,0	20,0	6,0	30,0
<b>NOTA FINAL:</b>			349,0		377,0		348,0		337,0		354,0		340,0

Em segurança (a), o *Roller friction* apresenta o maior índice relativo, devido à proteção conseguinte obtida pela estrutura metálica da solução, em seqüência, cai o grau de segurança, passando pelo sistemas, de tração automática ou sem tração (Solução atual), até a solução mais automatizada, sem controle de interferência do operador.

No item custo (b), saímos da solução atual com baixo custo de implantação, passando por sistemas mais automáticos, até a automação completa (EOM), com maior custo de implantação.

A adequação ao sistema (c), premiou as soluções que mais se adequam ao processo atual de montagem como o *Power Free*, pelo controle de parada nas estações e utilizando os dispositivos existentes (Piso), passando pelas alterações destes dispositivos e sistema de manuseio manual até a alimentação contínua que se distancia da idéia de montagem parada.

O tempo de implantação (d), mostra a solução atual com o menor tempo, indo até um sistema computadorizado mais complexo.

A facilidade de operação (e) fica por conta do menor número de comandos ou acionamento por parte do operador no controle de tração ou posicionamento dos dispositivos.

O nível de automação (f) mede justamente o menor contato humano com os controles do sistema.

Na matriz, notamos a solução 2 - *Power Free* de Piso, como a que melhor cobre as necessidades do projeto, com 3 itens em vantagem à segunda melhor solução, mas sua principal característica, a adequação ao sistema atual é muito superior à da segunda solução, que suplanta a desvantagem de custo de implementação.

### 3.1.1.2. Alimentação da Linha

Item	Peso	Solução									
		Solução Atual		Guind. Leves		Trilhos Aéreos		Pontes KBK		Manip. Coluna	
		Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.
a	8	6,0	48,0	7,0	56,0	9,0	72,0	8,0	64,0	7,0	56,0
b	8	10,0	80,0	9,0	72,0	7,5	60,0	7,0	56,0	7,0	56,0
c	10	3,0	30,0	4,0	40,0	9,0	90,0	8,0	80,0	5,0	50,0
d	7	10,0	70,0	9,0	63,0	6,0	42,0	5,0	35,0	8,0	56,0
e	9	3,0	27,0	5,0	45,0	7,0	63,0	6,0	54,0	4,0	36,0
f	5	1,0	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0
<b>NOTA FINAL:</b>			260,0		281,0		332,0		294,0		259,0

A segurança (a) dos sistemas ficam por conta da estabilidade e facilidade de controle, tendo melhor índice o trilho KBK, seguido pelo sistema de pontes, que apresenta apenas translação e então os sistemas rotacionais, com maior dificuldade no posicionamento e segurança.

O custo (b), se deve basicamente quanto se muda da estrutura e equipamentos atuais, crescendo à medida que se distancia da forma atual.

Adequação ao sistema (c) é um item forte nos trilhos KBK, pelo desenvolvimento sobre o fluxo de materiais, seguido da ponte e depois os sistemas rotacionais, que exigem maior perícia do operador para atingir a posição de montagem.

O tempo de implantação (d), recai sobre as obras civis de sustentação de novos sistemas e instalação de equipamentos, saindo do sistema atual e indo até o reforço da estrutura do prédio.

A facilidade de operação (e), indica a movimentação a ser realizada pelo operador, quanto maior o número de movimentos no sistema, menor a facilidade de operação, como é o caso do sistema atual, que exige a rotação, acompanhada de uma translação do trole de sustentação na lança.

Automação é um item desprezível nesta seção, já que nenhuma das soluções apresenta sistema computadorizado.

A melhor solução (Trilhos KBK) apresenta vantagens em 4 dos 6 aspectos relacionados, com relação à segunda solução. Só é desvantajoso no item adequação, já que as pontes possuem maior flexibilidade, porém as vantagens do trilho suplantam as da ponte.

*OBS.: A impossibilidade de adequar o trilho em alguns pontos do lay-out, poderá exigir o uso de pontes em algumas estações.*

### 3.1.1.3. Testes Finais e Acessórios

Item	Peso	Solução							
		Solução Atual		Guind. Leves		EOM Aéreo		Pontes KBK	
		Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.	Nota	Contrib.
a	8	7,0	56,0	7,0	56,0	6,0	48,0	7,0	56,0
b	8	10,0	80,0	9,5	76,0	6,0	48,0	9,0	72,0
c	10	9,0	90,0	8,0	80,0	7,0	70,0	8,0	80,0
d	7	10,0	70,0	9,0	63,0	5,0	35,0	8,0	56,0
e	9	7,0	63,0	6,0	54,0	10,0	90,0	7,0	63,0
f	5	1,0	5,0	1,0	5,0	10,0	50,0	1,0	5,0
<b>NOTA FINAL:</b>			<b>364,0</b>		<b>334,0</b>		<b>341,0</b>		<b>332,0</b>

A segurança (a) de todos os sistemas é praticamente a mesma, com baixo índice devido à própria situação de movimentação mais intensa na área, com menor índice para a solução mais automática.

O custo (b) se aplica à diferença do sistema atual e automação da solução, enquanto a adequação (c) é resultado da abrangência da solução quanto a alcance e a maleabilidade do sistema, menor no sistema de trilho.

O tempo de implantação (d) é o mesmo esperado anteriormente, bem como a facilidade de operação (e) e nível de automação (f).

A melhor solução é a atual, que evita muito tempo perdido de implementação e inadequação à situação atual. Com menos rigor em relação ao tempo de implementação, o sistema de EOM se torna competitivo com a solução atual e seria uma possível melhoria futura ao sistema, principalmente por sua característica de automação

## 3.2. Modelamento do Projeto

Com as definições anteriores e os dados iniciais, podemos detalhar melhor as soluções e discutir suas aplicações, com as alterações e adequações necessárias à sua implantação. Para facilidade do estudo, dividiu-se esta seção em 3 partes: Estudo do *lay-out*, Ergonomia e Estudo de aplicação.

O *lay-out* é discutido sobre o sistema atual, redefinindo o traçado dos materiais no abastecimento da linha, considerando-se apenas a troca do sistema de manuseio, sem entrar ainda no mérito das discussões ergonômicas.

A parte Ergonomia, baseando-se nos dados definidos no *lay-out* anterior, verifica a ergonomia do sistema e apresenta as modificações necessárias, para se reduzir o custo do projeto e ao mesmo tempo, torná-lo seguro.

O estudo de aplicação compara os resultados dos itens anteriores e finaliza com uma solução otimizada, calculando os elementos básicos do sistema e selecionando alguns componentes, como motores de acionamento e talhas.

### 3.2.1. Estudo do *Lay-out*

O desenvolvimento do *lay-out* é atribuição da engenharia de manufatura na Allison, assim, as modificações e discussões a serem realizadas não apresentarão problemas de aceitação, já que este trabalho está sendo desenvolvido nesta área.

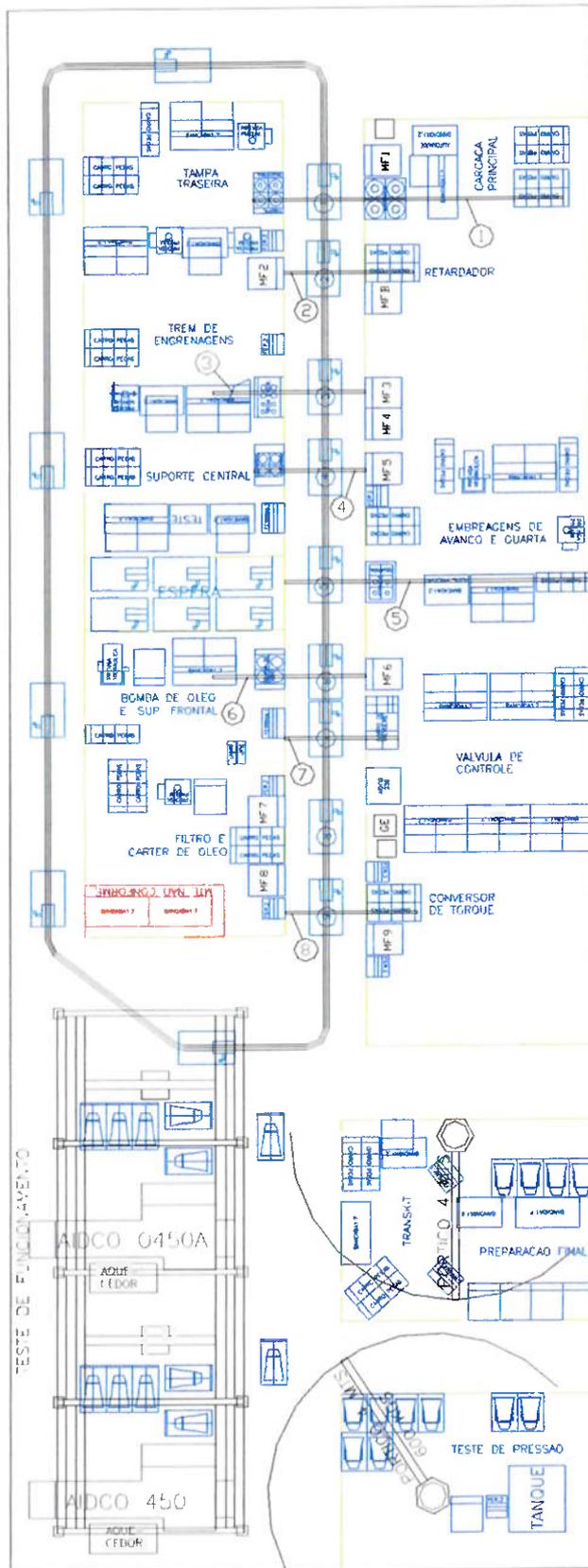
Observando o *lay-out* inicial (Figura 4), percebemos um esquema inadequado ao sistema de manuseio, com as colunas prejudicando o correto fluxo de materiais. Com um novo sistema de manuseio definido, aquele *lay-out* apresentado se torna obsoleto. Obviamente, o sistema a ser definido deve se adequar ao *lay-out* atual, mas pequenas modificações podem ser realizadas, para otimizar a solução escolhida.

Durante o estudo das soluções, foram discutidas melhorias e alterações do *lay-out*, que visavam facilitar a montagem e melhorar o processo e, ao final do estudo das soluções, com estas definidas, pôde-se traçar um *lay-out* mais consistente que atendessem o sistema atual e as soluções apresentadas.

Essencialmente, este trabalho inicial de discussão do *lay-out* focalizou-se na retirada do sistema atual de manuseio, realocação de materiais, dispositivos e ferramentas, aproveitando o espaço liberado e no traçado do novo sistema selecionado. O traçado se baseia no sistema atual, considerando-se apenas peso e dimensões críticas, sendo que um estudo ergonômico será realizado no próximo item. O traçado é linear, devido a dificuldade encontrada de se implementar sistema KBK com curvas no Brasil.

Também já foram removidos sistemas que não serão implementados, como é o caso de mais uma máquina de testes ou a área de montagem do retardador (modelo MTB), que foi removido pela descontinuidade deste modelo na linha futuramente e por estar sendo instalado através de *kits*, que já vêm prontos dos EE.UU.

Foi traçado, ainda, um perfil de como deverá ser o percurso do carro de montagem no sistema, com extensão até a área de mudança de dispositivo de movimentação: do carro de montagem para o carro de transporte final. Não foi necessário o uso de pontes, como comentado anteriormente, após exame mais detalhado das possibilidades.



**LEGENDA**

- Trilhos KBK
- Carro de Transporte Final
- Bancada de Montagem
- Carro de Peças
- Estante de Peças
- Carro de Montagem com peça
- Carro de Montagem sem Peça
- Estante de Ferramentas

**POSICAO DO CARRO:**

- 1- Instalacao da Carcaca e Tampa Traseira
- 2- Instalacao do retardador e embreagem de 1a.
- 3- Instalacao do Trem de Engrenagens e emb. de 2a.
- 4- Instalacao do Sup. Central e Emb. de 3a.
- 5- Instalacao do retardador e Emb. de 4a. e Avanco
- 6- Instalacao da Bomba e Tampa do PTO
- 7- Instalacao dos Corpos de Valvula
- 8- Instalacao do Governador, Filtro e Carter e Acessorios
- 9- Instalacao do Conversor de Torque

**POSICAO DOS TRILHOS KBK:**

- 1- Manuseio da Carcaca, Tampa Traseira e Adeptador
- 2- Manuseio do Retardador
- 3- Manuseio do Trem de Engrenagens
- 4- Manuseio do Suporto Central
- 5- Manuseio das Embs. de 4a. e Avanco
- 6- Manuseio da Bomba de Oleo e Sup. Dianteira
- 7- Manuseio da Valvula de Controle
- 8- Manuseio do Conversor de Torque

Figura 33 - Lay-out final projetado.

### 3.2.2. Ergonomia

O manual do NIOSH<sup>3</sup>, estabelece 3 regiões ou limites para levantamento de peso, classificados como:

- Acima do Limite Máximo Permissível (LMP);
- Entre o Limite Máximo Permissível (LMP) e o Limite de Ação (LA);
- Abaixo do Limite de Ação.

A região acima do LMP determina onde os levantamentos são inaceitáveis, requerendo controles de engenharia. A região entre o LMP e o LA, determina onde os levantamentos também são inaceitáveis e requerem controles de engenharia e/ou administrativos, aqui serão considerados apenas aqueles que tiverem necessidade de implementação, ou seja, muito acima do LA que não possam sofrer controle administrativo

A região abaixo do LA determina os levantamentos que são vistos como normais para a maioria dos trabalhadores.

Do gráfico (Figura 34), encontramos a região de trabalho do operador, que deve ficar abaixo do limite de ação.

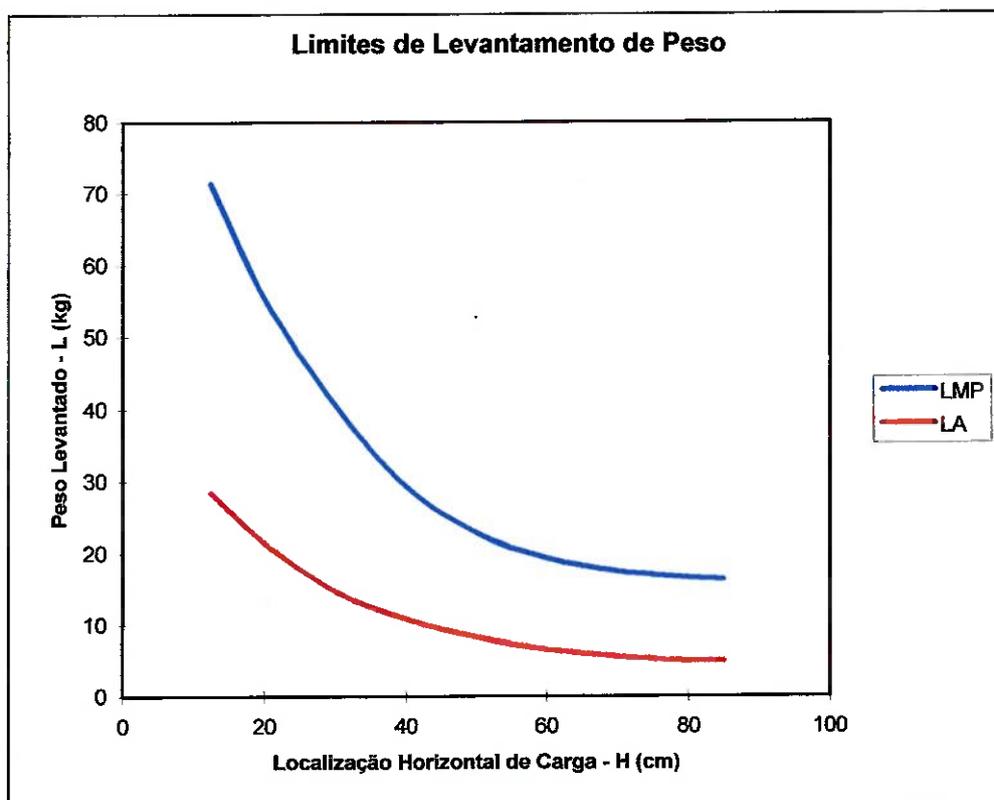


Figura 34 - Gráfico dos Limites de Levantamento de Peso.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (EUA), ver bibliografia.

Para satisfazer os critérios explicados acima, incorporando as variáveis do levantamento de peso, o NIOSH apresenta uma fórmula para determinar o LA e o LMP, em situações específicas, como simetria no levantamento, sem torções, com ambas as mãos e próximo ao corpo entre outras que não prejudiquem mais a saúde do operador durante o levantamento.

$$LA = 40 \left( \frac{15}{H} \right) \left[ 1 - 0,004(V - 75) \right] \left( 0,7 + \frac{7,5}{D} \right) \left( 1 - \frac{F}{F_{max}} \right) \quad (\text{kg})$$

$$LMP = 3LA$$

onde:

**H** - dimensão horizontal, considerada entre o ponto médio das mãos do operador e o ponto médio dos tornozelos. Deve estar entre 15 e 80 cm, limitado por questões físicas;

**V** - distância vertical desde o piso à base do local onde o objeto está apoiado. Deve estar entre 0 e 175 cm, que é altura alcançada pela maioria das pessoas;

**D** - equivale ao espaço a ser percorrido com o objeto. Deve estar entre 25 e 200cm, se for menor que 25, considera-se igual a 10cm.

**F** - equivale à frequência de levantamentos (por minuto). Deve estar entre 0,2 e  $F_{m\acute{a}x}$ . Para levantamentos menores que 1 vez/5min considera-se  $F=0$ .

$F_{m\acute{a}x}$  - frequência máxima conseguida (ver **Tabela 1**).

**Tabela 1 - Valores para  $F_{m\acute{a}x}$  na origem do levantamento.**

<b>Período de Tempo (h)</b>	<b>(A) <math>V \leq 75\text{cm}</math> inclinado</b>	<b>(B) <math>V &gt; 75\text{cm}</math> ereto</b>
<b>1</b>	<b>15</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>12</b>	<b>15</b>

Vemos que nesta fórmula influenciam, a distância a ser percorrida com o objeto, a proximidade da peça com o operador, altura de onde é içada e a frequência de içamento. Utilizaremos uma frequência de 20 vezes por turno, já que a planta foi dimensionada para 20 transmissões por turno de produção, assim  $F=0$ , já que a frequência é menor que 1/5min.

Considerando-se o *lay-out* final, utilizaremos as distâncias e posições determinadas para cada estação no mesmo, medindo-se os dispositivos utilizados hoje que permanecerão no sistema, como plataformas de espera e bancadas de montagem, para a determinação dos limites de peso (**Tabela 2**).

**Tabela 2 - Limites de Levantamento de Peso por Estação.**

<b>Estação</b>	<b>massa(kg)</b>	<b>Dist. Hor. (cm)</b>	<b>Dist. Vert. (cm)</b>	<b>Espaço Perc. (cm)</b>	<b>LA</b>	<b>LMP</b>
10	26	35	100	200	11,4	34,1
15	45	50	40	100	10,6	31,8
20	10	30	90	150	14,1	42,3
30	17	20	90	150	21,2	63,5
40	17	35	70	80	13,9	41,6
50	1,5	40	150	150	7,9	23,6
60	30	25	100	70	17,4	52,3
70	30	40	70	150	11,5	34,4
80	1,5	40	150	150	7,9	23,6
90	11	30	90	150	14,1	42,3
100	11	30	85	140	14,5	43,4
110	1,5	40	120	150	9,2	27,7
120	7	30	90	150	14,1	42,3
130	20	30	90	150	14,1	42,3
140	20	30	60	100	16,4	49,3
150	24	40	105	100	10,2	30,7
160	24	35	75	140	12,9	38,8
170	5	30	80	200	14,5	43,4
180	17	25	70	140	18,4	55,3
190	17	35	70	100	13,6	40,7
200	0,5	40	150	150	7,9	23,6
210	3	50	50	100	10,2	30,7
220	55	30	100	100	14,0	41,9

A **Tabela 2** apresenta somente dados até a estação 220, que pertence à seqüência da linha, pois os demais exigem a elevação da transmissão pronta (350kg), que obviamente é impossível de levantamento por uma pessoa, além de já possuírem sistema de manuseio mais adequado.

Notamos que as estações **15** e **220**, apresentam massa acima do LMP, devendo apresentar um sistema de manuseio. Em compensação, as estações **20, 30, 50, 80, 90, 100, 110, 120, 170, 180, 200** e **210**, apresentam massa menor que o peso do LA, não necessitando de sistema de manuseio. As demais estações apresentam massa entre o LA e LMP, necessitando de sistema de manuseio, sendo: **10, 15, 40, 60, 70, 100, 130, 140, 150, 160, 190** e **220**, todas estações de montagem final na linha, com exceção da Carcaça Principal, Bomba de óleo e trem de engrenagens, onde as peças já prontas, na movimentação final até a plataforma de espera, exigem sistema de manuseio.

### 3.2.3. Estudo de Aplicação

Das estações que estão abaixo do LA, temos o Suporte Central que apresenta dificuldade de instalação na carcaça, sendo assim, necessário considerar um sistema de manuseio. Deste modo a previsão no *layout* se confirma. As demais estações não apresentaram divergência do proposto, não necessitando de alteração no traçado anterior. O traçado do transportador de piso é decorrente do fato de ser necessário retirar a transmissão o carro da linha e posicioná-la nos carros de montagem final, como foi comentado. Completando o estudo de aplicação, dimensionaremos os elementos característicos das soluções devidas, como trilhos, talhas e troles.

#### 3.2.3.1. Montagem Principal

9 posições de montagem, mais 1 posição de transferência da linha para a preparação final;

20 transmissões por turno;

**Takt time:** 22 min/transmissão

**Tempo de movimentação:**

Com o sistema atual podemos ter um *takt time* de até 20 min/transmissão, o que dá um tempo de movimentação de 2 minutos, mas que é elevado, assim fixamos o tempo em 10 segundos nos trajetos mais curtos, portanto temos:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{1,5m}{10s} \quad \Rightarrow v = 2,5m/min$$

O espaço percorrido sem trabalho, ou seja o retorno do carro é de **38m**.

O tempo livre será:

$$t = l_1 \cdot v = 38m \cdot 2,5m/min \quad \Rightarrow t = 95 s$$

Como o tempo calculado de movimentação é de 10s, com no máximo 20s, concluímos que será necessário um carro de montagem a mais, portanto:

**No. de Carros** = 11 carros de montagem;

**Motorização:**

Massa dos carros = 100kg;      Atrito de rolamento nos carros = 0,3

$$P = F_a \cdot v = 11 \cdot 30kgf \cdot 2,5m/min \quad \Rightarrow P = 150 W = 0,3hp$$

Recomendação: **P<sub>m</sub> = 0,5hp**

### 3.2.3.2. Sistema de Alimentação da linha<sup>4</sup>

**Trilhos:** Monovias suspensas

Massa: até 60 kg.

⇒ Recomendação: Capacidade da monovia de até 125kg, com distância de pontos suspensos de até 8m, altura abaixo do teto de 500mm.

O maior comprimento de monovia projetada, é a da estação da carcaça principal, com cerca de 8,4m, sendo suficiente apenas 2 pontos de apoio em todos os trilhos.

**Talha**

Massa: até 60 kg, pelo menos duas velocidades de funcionamento. Altura de elevação de até 3m.

⇒ Recomendação: Capacidade da talha de até 125kg, velocidade principal de 9,6 m/min e microvelocidade de 2,4 m/min, altura de elevação de 3m, com massa própria de 16 kg.

A massa da carga mais a talha ainda estão dentro da capacidade da monovia.

Seleção: **PK1N-1F**

**Talha**

Massa: até 60 kg, sem necessidade de motorização.

⇒ Recomendação: Capacidade de carga de até 600kg, translação manual, com massa própria de 6 kg.

A massa da carga mais a talha e trole, ainda estão dentro da capacidade da monovia.

Seleção: **RU2PK**

∴ Solução final de talha e trole: **RU2 PK1N - 1F**

## 3.3. Resultados

**Montagem Principal:** *Power Free* de piso, motor de **0,5hp**, 11 carro de montagem.

**Alimentação da Linha:** Trilhos monovias KBK, com talha e trole **RU2 PK1N - 1F**.

**Testes finais e Acessórios:** Sistema atual.

Um desenho do *lay-out* final se encontra em anexo.

---

<sup>4</sup> Ver catálogos em anexo.

## 4. PROJETO EXECUTIVO

---

A execução do projeto está amarrada ao orçamento. Do projeto inicial da fábrica sobraram recursos que poderão ser utilizados na implementação deste projeto, algumas partes não necessitam de recursos ou estes já estão designados como a área de testes e acessórios, com o sistema já existente e os carros de movimentação previstos, outras partes deverão esperar aprovação de verbas para sua conclusão.

A época de implementação é incerta, mas deve acontecer próxima de feriados e época de menor previsão de fabricação, minimizando as perdas das paradas.

### 4.1. Montagem Final

Deve esperar a aprovação de orçamento para o projeto, já que será a parte mais cara e de implementação mais demorada. Algumas melhorias foram introduzidas devido a possíveis atrasos desta parte do projeto, assim, novos carrinhos de montagem (Figura 35) foram adquiridos, aumentando seu número.



Figura 35 - Novo modelo do carro de montagem da transmissão.

Prevê-se 2 semanas de obras civis para preparação do *Pit* e assentamento do sistema de tração e mais 1 semana de instalação do equipamento, com um período de 2 meses em aquisição e recebimento do equipamento, além de 1 semana para aprovação e testes do sistema.

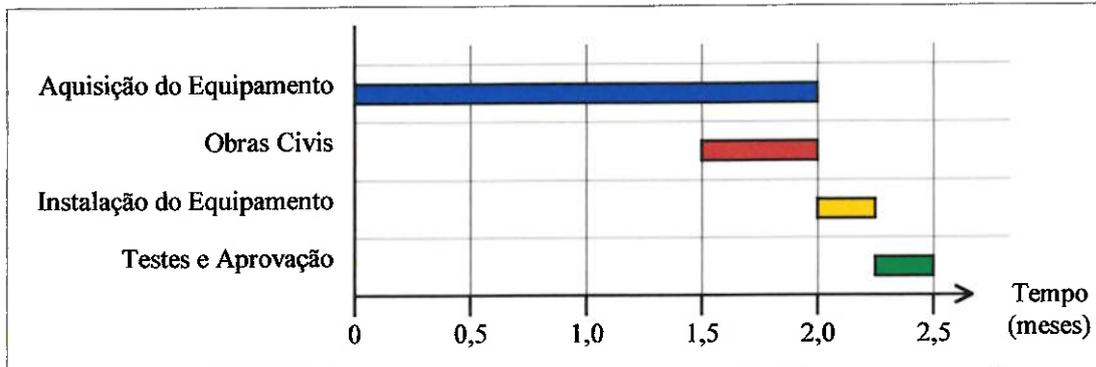


Figura 36 - Cronograma da Implementação da Montagem Final.

De acordo com o cronograma (Figura 36), teremos 1,5 meses de preparação para a efetivação e 1 mês em implementação do projeto. O custo previsto é de R\$200.000,00.

## 4.2. Alimentação da linha

Pode utilizar os recursos resultantes do projeto inicial. Também é demorada sua implantação, com mais tempo em instalação do equipamento.

Prevê-se 1,5 semanas de obras civis para preparação do *Pit* e assentamento do sistema de tração e mais 2 semanas de instalação do equipamento, com um período de 2 meses em aquisição e recebimento do equipamento, além de 1 semana para aprovação e testes do sistema.

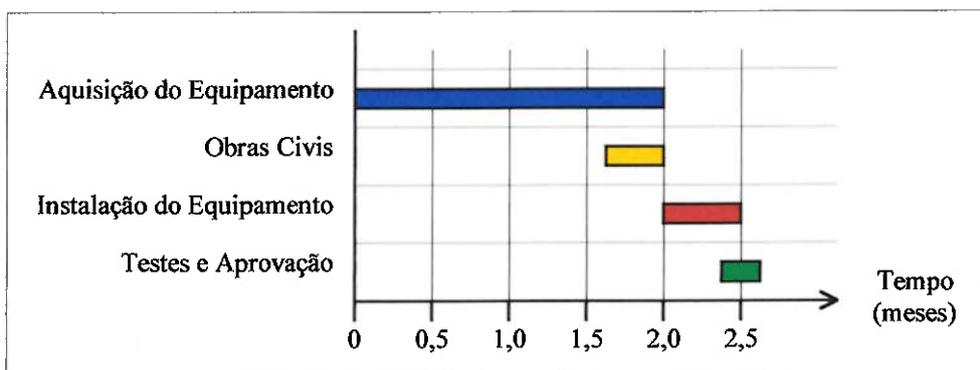


Figura 37 - Cronograma de implementação do sistema de Alimentação da linha.

De acordo com o cronograma (Figura 37), teremos 1,5 meses de preparação para a efetivação e 1 mês em implementação do projeto, sendo que os testes podem começar antes do término da instalação total, por serem várias partes. O custo previsto é de R\$110.000,00, resultantes do projeto inicial.

### 4.3. Testes e Acessórios

O sistema já existe e as melhorias já estão programadas, com recursos disponibilizados, inclusive com protótipos aprovados (Figura 38) , aguardando a ordem de fabricação.



Figura 38 - Protótipo do carro de transporte final.

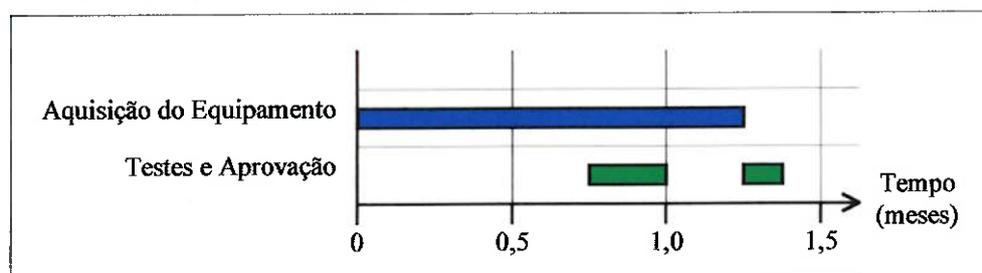


Figura 39 - Cronograma de implementação do sistema de Testes e acessórios.

De acordo com o cronograma, teremos 3 semanas de preparação para a aquisição inicial e 1,5 semanas para testes e aprovação dos dispositivos, sendo que os testes podem começar antes do término da entrega total, e a aprovação é de apenas 0,5 semana após a entrega total. O custo previsto de R\$20.000, já está disponibilizado no projeto inicial.

## 5. CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

---

As soluções apresentaram boa adequação às necessidades, apesar de o *Power Free* de piso, ser uma solução que poderia ser melhorada com outro sistema de transporte, mais barato, mas que não temos informações sobre tal sistema.

O estudo ergonômico mostra que o sistema supre as necessidades de levantamento de peso, mas que por questões de maior segurança poderia ser executado um estudo mais aprofundado nas células, visando a modificação de dispositivos que facilitassem a integração com o sistema de manuseio, como mesas de prensas móveis, *pallets* de montagem de subconjuntos, aumentando ainda o conforto do operador, mas que não se faz crítico pela frequência de levantamento e pessoal disponível para o projeto.

Estão sendo implantadas soluções intermediárias alternativas, até a execução final do projeto, visando adequar a linha ao futuro sistema, como a aquisição de novos carros de montagem.

O tempo real de implantação não está bem definido pela mudança de prioridades no projeto global de implantação da fábrica, mas alguns recursos estão disponibilizados, e as mudanças que puderem ser implantadas, serão realizadas na medida do possível.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

---

RUDENKO, N. **Máquinas de elevação e transporte.** Trad. João Plaza. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos. 1976.

FERRARESI, D. & RUFFINO, R. T. **Exercício sobre aparelhos de elevação e transporte.** São Carlos. 3ª edição. 1972.

MADUREIRA, O. M. **PMC 475 - Metodologia do projeto.** Apostila do Curso. Departamento de Engenharia Mecânica - EPUSP. 1989

MANNESMANN DEMAG MOVICARGA. **Sistema Demag KBK.** Catálogo técnico. 701 IS 152. 03/84-BR.

MANNESMANN DEMAG MOVICARGA. **Talhas elétricas de corrente PK.** Catálogo técnico. 701 IS 814. 08/84-BR.

## **7. ANEXOS**

---

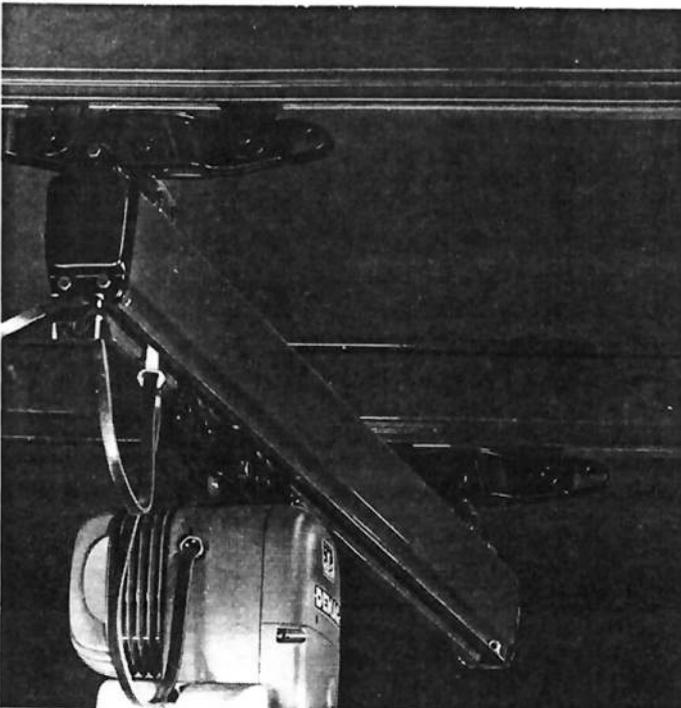
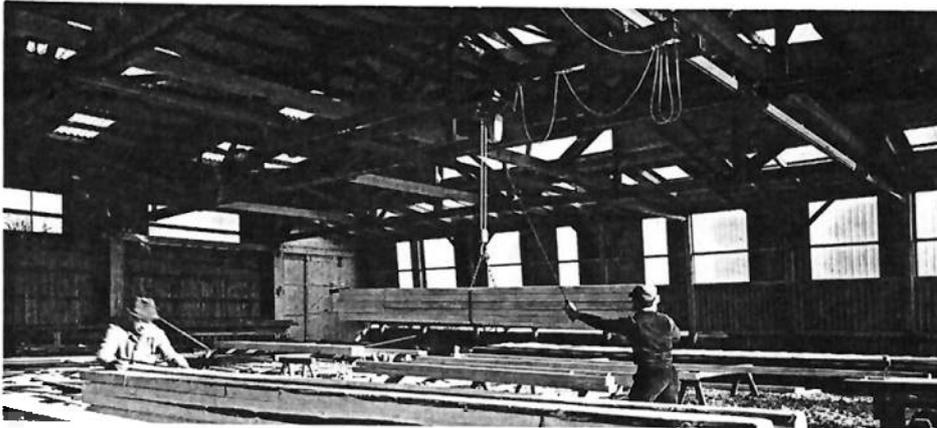


**MANNESMANN  
DEMAG**

**M1**

Movicarga

## Sistema Demag KBK



03/84-BR

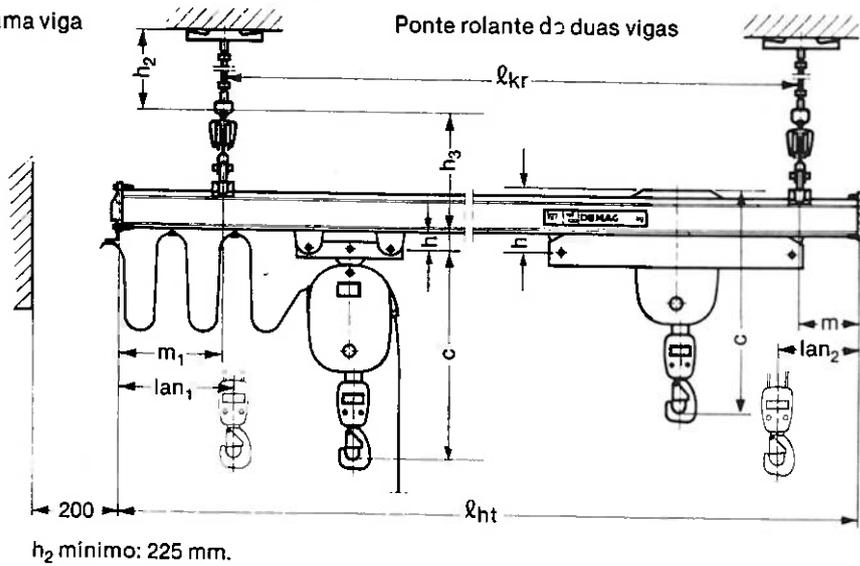


DTC/257.055.57

701 IS 152

# Pontes Rolantes Suspensas KBK de uma e duas vigas.

Ponte rolante de uma viga



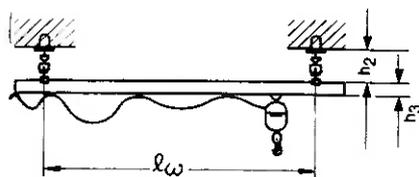
## Dados técnicos principais

Ponte Tipo	Capacidade	Comprimento da viga da ponte	Ponte Rolante	Caminho de rolamento. Distância máxima entre suspensões	Medidas Construtivas					
					Vão	Talha PK com um ramal	Talha PK com dois ramais			
	P Kg.	l <sub>ht</sub> m.	l <sub>kr</sub> m.	l <sub>ω</sub> m.	h mm.	h <sub>3</sub> mm.	C mm.	C mm.		
Ponte de uma viga	125	7	6,75	8,0	35	475	420	1-1	—	—
	250	7	6,75	7,5	35	475	490	2-1	440	1-2
	500	7	5,9	5,0	35	475	540	5-1	510	2-2
	1000	4	3,5	3,1	50	490	650	10-1	645	5-2
Ponte de duas vigas	125	11	8,8	6,0	190	475	420	1-1	—	—
	250	11	8,8	5,0	190	475	490	2-1	440	1-2
	500	11	8,8	3,8	190	475	540	5-1	510	2-2
	1000	7	6,1	3,0	190	490	650	10-1	645	5-2

Capacidades e vãos maiores, sob consulta.

## Monovias Suspensas

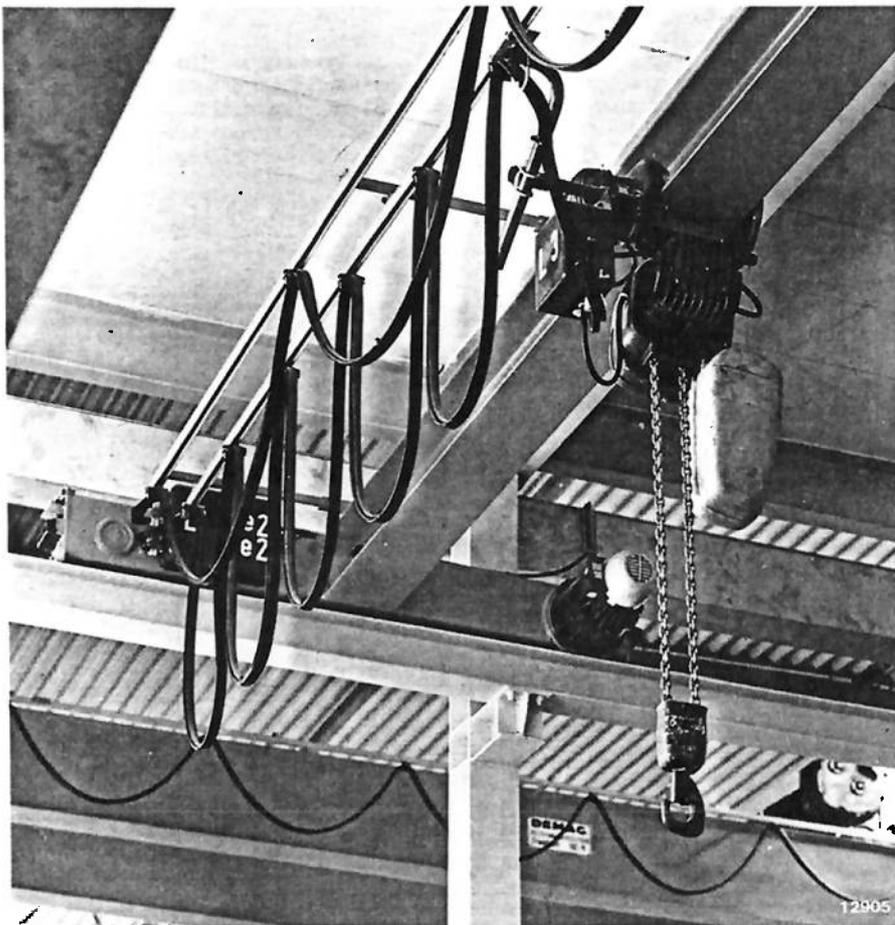
Recomendamos monovias suspensas para transportes lineares com piso livre.



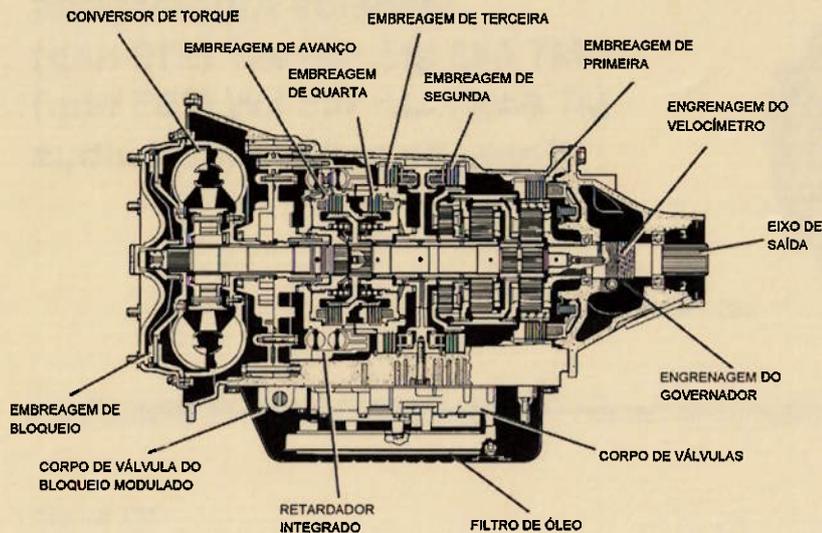
Capacidade até	kg	125	250	500	1000
Distância entre pontos de susp. máx. l <sub>ω</sub>	m	8	7,5	6,2	3,3
Altura de construção h <sub>3</sub>	mm	180	180	180	180
Altura de construção h <sub>2</sub> mín.	mm	225	225	225	225



## Talhas elétricas de corrente PK



## Vista em corte da transmissão

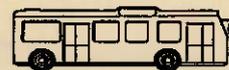


MT 643R

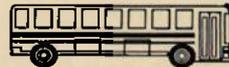
### Características e Vantagens

- Projetada para motores à gasolina de alta potência e motores à diesel de até 156 kW (210 nhp). Quatro marchas à frente e uma à ré. Esta transmissão é ideal para ônibus urbanos, interurbanos, ônibus de fretamento e categorias especiais.
- As embreagens são do tipo de discos múltiplos, acionadas hidráulicamente e auto-compensam o desgaste normal. Engrenagens planetárias de dentes retos proporcionam alta durabilidade, resistência e operação silenciosa.
- Embreagem de bloqueio automático, modulado pelo acelerador para maior economia de combustível, e maior frenagem pelo motor. Mudanças automáticas de marchas. Inibidores evitam a entrada da ré antes do veículo atingir uma velocidade aceitável.
- O conversor de torque de três elementos proporciona suavidade e proteção contra trancos. Diferentes conversores permitem à MT643R acoplar-se a uma grande variedade de motores.
- A engrenagem da tomada de força, acionada pelo conversor, no lado direito da transmissão (vista de trás), é padrão nos modelos sem retardador.
- Retardador de entrada opcional, com capacidade de absorção de potência de mais de 230 kW (300 hp) a 2600 RPM. É particularmente útil para operações com constantes paradas e arrancadas. Uma combinação de um sistema de duplo estágio de aplicação e uma alta capacidade de frenagem diminuem a utilização do freio e aumentam sua durabilidade.
- Disponibilidade para chave de partida em neutro, chave sinalizadora de ré, acionador de velocímetro padrão SAE e freio de estacionamento.
- Configuração padrão com cárter de 130 mm (5,1 pol) e opção de 109 mm (4,3 pol) nos casos em que a distância entre o cárter e o solo exigirem o seu uso.

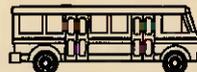
## Aplicações típicas



ÔNIBUS URBANO



ÔNIBUS PARA FRETAMENTO



ÔNIBUS ESPECIAL

### Ônibus Urbano

- Cobrança de passagem
- Rotas definidas de operação
- Paradas e arrancadas constantes
- Retornam ao mesmo ponto no final do dia
- Ocupação para passageiros sentados e em pé
- Sem compartimento de bagagens

### Ônibus para Fretamento

- Diferentes rotas de operação
- Paradas e arrancadas menos frequentes
- Somente passageiros sentados
- Compartimento para bagagens opcional
- Melhor desempenho

### Ônibus Especial

- Transporte para aeroportos e hotéis
- Atendimento por chamado ou com horário programado
- Transporte especial como trólei ou para deficientes físicos
- Ocupação para passageiros em pé



## Allison Transmission Division

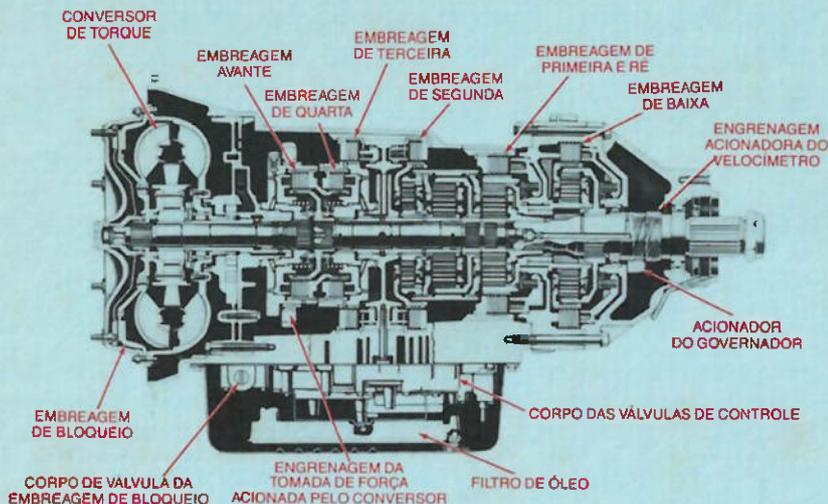
General Motors do Brasil Ltda.

R. Agostinho Togneri, 57

CEP 04690-090 - São Paulo - SP

Fone (011) 3171-0515 Fax (011) 523-6962

## Vista em corte da transmissão



**MT 653DR**

### Características e vantagens

- Projetada para uso com motores à gasolina de alta potência e motores Diesel de potência média até 250 nhp (186 KW). Cinco marchas à frente e uma à ré, com mudança totalmente automática nas quatro marchas mais altas. A primeira marcha é engatada manualmente. Este modelo de transmissão é adequado para aplicações rodoviárias e rodoviárias/fora de estrada.
- As embreagens são do tipo de discos múltiplos, resfriadas a óleo e auto-compensadas quanto ao desgaste normal. Engrenagens planetárias de dentes retos proporcionam resistência, ausência de ruídos e longa vida útil.
- Embreagem de bloqueio automático, modulada pelo acelerador para economia máxima de combustível e melhor frenagem auxiliar pelo motor. Inibidores que evitam reduções ou engate da ré antes que a velocidade do veículo atinja níveis aceitáveis.
- O conversor de torque Allison de três elementos proporciona operação suave e sem choques. As várias reduções dos conversores permitem que a MT/MTB 653 possa ser acoplada a uma grande variedade de motores.
- A engrenagem da tomada de força acionada pelo conversor localizada no lado direito da transmissão (vista de trás) é acessório padrão. A fixação é feita por 6 parafusos SAE.
- Um retardador de saída com capacidade de absorção de potência de mais de 500 hp (373 KW) a 2000 RPM e calibração de "alta capacidade", é particularmente útil para operações de ciclo pára/anda; aplica a força de frenagem diretamente sobre o eixo acionador reduzindo o uso do freio do veículo e seu desgaste.
- Disponibilidade para chave de partida em neutro, chave sinalizadora de marcha à ré, acionador do velocímetro e freio de estacionamento.
- Carter de óleo de 5.1 polegadas é padrão. Carters de 4.3 ou 7.1 polegadas são opcionais caso a altura entre o carter e o solo ou a severidade do trabalho exigirem o uso dos mesmos.

### Aplicações\*



COLETOR DE LIXO



TRANSPORTE DE ESTACA



BETONEIRA



TANQUE



BASCULANTE



UTILIDADE PÚBLICA



MUNICIPAL



PLATAFORMA



CONSTRUÇÃO



REMOVEDOR DE NEVE



PLATAFORMA REBOQUE



GUINCHO SOCORRO

\* Outras aplicações disponíveis. Consulte o seu distribuidor local.

### Assistência pelo sistema SCAAN

Para certificar-se de que o conjunto motor/transmissão seja o mais adequado para a sua operação, para o seu território, com o seu veículo preferido, o seu distribuidor Allison oferece o sistema **SCAAN**.

**SCAAN** quer dizer Sistema para Análise Computadorizada da Aplicação, e ajuda a eliminar adivinhações ao se decidir a compra de um veículo. E o que é mais importante, isso é feito rápida e precisamente através de terminais de computador localizados em todos os distribuidores. Isso significa que as necessidades do seu veículo serão analisadas rapidamente.

O **SCAAN** pode computar uma grande variedade de parâmetros de desempenho do veículo: rampabilidade, aceleração e retardação. O **SCAAN** verifica também as especificações do seu trem de força contra a experiência da Allison nessa aplicação para assegurar desempenho satisfatório do veículo.

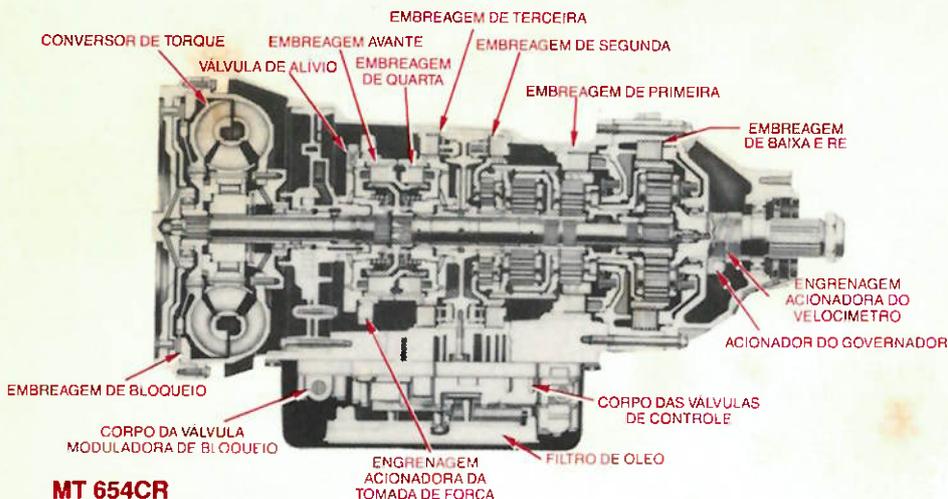
O **SCAAN** pode fazer interação de operações para permitir que as várias configurações do veículo sejam rapidamente avaliadas para assegurar a escolha do trem de força.



### Allison Transmission Division

Rua Agostinho Togneri, 57  
CEP 04690-090 - São Paulo - SP  
(011) 548-1531 - 523-3647

## Vista em corte da transmissão



### Características e vantagens

- Projetadas para uso com motores Diesel de potência média até 300 nhp (224 KW). Cinco marchas à frente e uma à ré. Este modelo de transmissão é adequado para veículos rodoviários.
- As embreagens são do tipo de discos múltiplos, resfriadas a óleo e auto compensadas quanto ao desgaste normal. Engrenagens planetárias de dentes retos proporcionam resistência, ausência de ruídos e longa vida útil.
- Embreagem de bloqueio automático, modulada pelo acelerador para economia máxima de combustível e melhor frenagem auxiliar pelo motor. Inibidores que evitam reduções ou engate da ré antes que a velocidade do veículo atinja níveis aceitáveis.
- O conversor de torque Allison de três elementos proporciona operação suave e sem choques. As várias reduções dos conversores permitem que a MT/MTB 654 possa ser acoplada a uma grande variedade de motores.
- A engrenagem da tomada de força acionada pelo lado direito da transmissão (vista de trás) é acessório padrão. A fixação é feita por 6 parafusos SAE.
- Um retardador de saída com capacidade de absorção de potência de mais de 500 hp (373 KW) a 2000 RPM e calibração de "alta capacidade", é particularmente útil para operações de ciclo pára/anda; aplica a força de frenagem diretamente sobre o eixo acionador reduzindo o uso do freio do veículo e seu desgaste.
- Disponibilidade para chave de partida em neutro, chave sinalizadora de marcha à ré, acionador do velocímetro e freio de estacionamento.
- Carter de óleo de 5.1 polegadas é padrão. Carters de 4.3 ou 7.1 polegadas são opcionais caso a altura entre o carter e o solo ou a severidade do trabalho exigirem o uso dos mesmos.

### Aplicações\*



\* Outras aplicações são disponíveis. Consulte o seu distribuidor local.

### Assistência pelo sistema SCAAN

Para certificar-se de que o conjunto motor/transmissão seja o mais adequado para a sua operação, para o seu território, com o seu veículo preferido, o seu distribuidor Allison oferece o sistema **SCAAN**.

**SCAAN** quer dizer Sistema para Análise Computadorizada da Aplicação, e ajuda a eliminar adivinhações ao se decidir a compra de um veículo. E o que é mais importante, isso é feito rápida e precisamente através de terminais de computador localizados em todos os distribuidores. Isso significa que as necessidades do seu veículo serão analisadas rapidamente.

O **SCAAN** pode computar uma grande variedade de parâmetros de desempenho do veículo: rampabilidade, aceleração e retardação. O **SCAAN** verifica também as especificações do seu trem de força contra a experiência da Allison nessa aplicação para assegurar desempenho satisfatório do veículo.

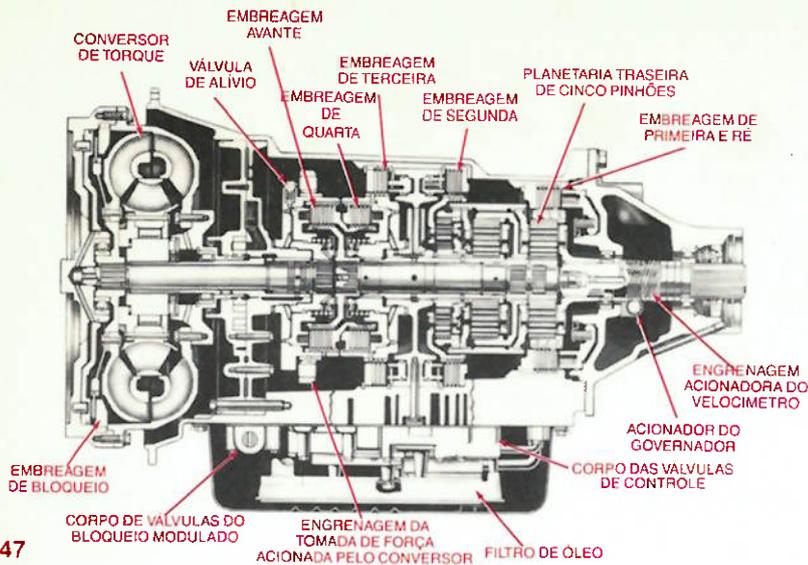
O **SCAAN** pode fazer interações de operações para permitir que as várias configurações do veículo sejam rapidamente avaliadas para assegurar a escolha adequada do trem de força.



### Allison Transmission Division

General Motors do Brasil Ltda.  
Al. Santos, 647 - 1.º andar  
CEP 01419 - São Paulo - S.P.  
(011) 252-0365

## Vista em corte da transmissão



MT 647

### Características e vantagens

- Projetada para uso com motores Diesel de potência até 250 nhp (186 KW). Quatro marchas à frente e uma à ré. Este modelo de transmissão é adequado para veículos de relação alta potência/peso tais como veículos de emergência, motor home e alguns ônibus.
- As embreagens são do tipo de discos múltiplos, resfriadas a óleo e auto-compensadas quanto ao desgaste normal. Engrenagens planetárias de dentes retos proporcionam resistência, ausência de ruídos e longa vida útil.
- Embreagem de bloqueio automático, modulada pelo acelerador para economia máxima de combustível e melhor frenagem auxiliar pelo motor. Inibidores que evitam reduções ou engate da ré antes que a velocidade do veículo atinja níveis aceitáveis.
- O conversor de torque Allison de três elementos proporciona operação suave e sem choques. As várias reduções dos conversores permite que a MT/MTB 647 e 648 possam ser acopladas a uma grande variedade de motores.
- A engrenagem da tomada de força acionada pelo conversor localizada no lado direito da transmissão (vista de trás) é acessório padrão. A fixação é feita por 6 parafusos SAE.
- Um retardador de saída com capacidade de absorção de potência de mais de 500 hp (373 KW) a 2000 RPM e calibração de "alta capacidade", é particularmente útil para operações de ciclo pára/anda; aplica a força de frenagem diretamente sobre o eixo acionador reduzindo o uso do freio do veículo e seu desgaste.
- Disponibilidade para chave de partida em neutro, chave sinalizadora de marcha à ré, acionador do velocímetro e freio de estacionamento.
- O ATEC (Allison Transmission Electronic Control) proporciona as seguintes vantagens: características de programação para atender os requisitos do veículo e da aplicação; diagnóstico interno que verifica constantemente a operação e facilita a detecção de problemas caso venham a ocorrer; melhoria no consumo de combustível; atender necessidade específicas do veículo e a aplicação (disponível com MT/MTB 648).
- Carter de óleo de 5.1 polegadas é padrão. Carters de 4.3 ou 7.1 polegadas são opcionais caso a altura entre o carter e o solo ou a severidade do trabalho exigirem o uso dos mesmos.

### Aplicações\*



\* Outras aplicações disponíveis. Consulte o seu distribuidor local.

### Assistência pelo sistema SCAAN

Para certificar-se de que o conjunto motor/transmissão seja o mais adequado para a sua operação, para o seu território, com o seu veículo preferido, o seu distribuidor Allison oferece o sistema SCAAN

SCAAN quer dizer Sistema para Análise Computadorizada da Aplicação, e ajuda a eliminar adivinhações ao se decidir a compra de um veículo. E o que é mais importante, isso é feito rápida e precisamente através de terminais de computador localizados em todos os distribuidores. Isso significa que as necessidades do seu veículo serão analisadas rapidamente.

O SCAAN pode computar uma grande variedade de parâmetros de desempenho do veículo: rampabilidade, aceleração e retardação. O SCAAN verifica também as especificações do seu trem de força contra a experiência da Allison nessa aplicação para assegurar desempenho satisfatório do veículo.

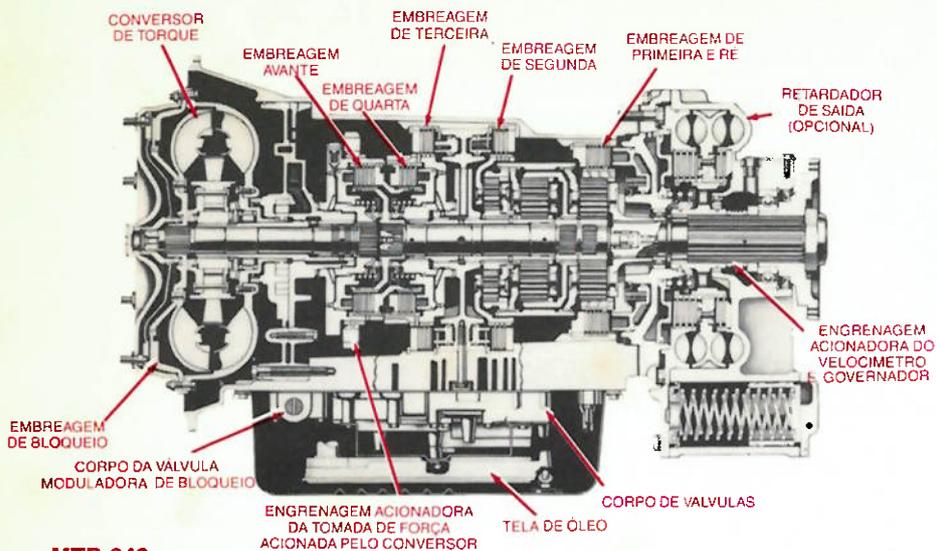
O SCAAN pode fazer interação de operações para permitir que as várias configurações do veículo sejam rapidamente avaliadas para assegurar a escolha adequada do trem de força.



### Allison Transmission Division

Alameda Santos, 647 - 1.º andar  
CEP 01419 - São Paulo - SP  
(011) 252-0365

## Vista em corte da transmissão

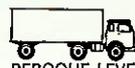


MTB 643

### Características e vantagens

- Projetada para uso com motores a gasolina de alta potência e motores Diesel de potência média até 250 nhp (186 KW). Quatro marchas à frente e uma à ré. Este modelo de transmissão é adequado para ônibus escolares, coleta e entrega, veículos de emergência e motor home.
- As embreagens são do tipo de discos múltiplos, resfriadas a óleo e auto compensadas quanto ao desgaste normal. Engrenagens planetárias de dentes retos proporcionam resistência, ausência de ruídos e longa vida útil.
- Embreagem de bloqueio automático, modulada pelo acelerador para economia máxima de combustível e melhor frenagem auxiliar pelo motor. Inibidores que evitam reduções ou engate da ré antes que a velocidade do veículo atinja níveis aceitáveis.
- O conversor de torque Allison de três elementos proporciona operação suave e sem choques. As várias reduções dos conversores permitem que a MT/MTB 643 possa ser acoplada a uma grande variedade de motores.
- A engrenagem da tomada de força acionada pelo conversor localizada no lado direito da transmissão (vista de trás) é acessório padrão. A fixação é feita por 6 parafusos SAE.
- Um retardador de saída com capacidade de absorção de potência de mais de 500 hp (373 KW) a 2000 RPM e calibração de "alta capacidade", é particularmente útil para operações de ciclo para/anda; aplica a força de frenagem diretamente sobre o eixo acionador reduzindo o uso do freio do veículo e seu desgaste.
- Disponibilidade para chave de partida em neutro, chave sinalizadora de marcha a ré, acionador do velocímetro e freio de estacionamento.
- Carter de óleo de 5.1 polegadas é padrão. Carters de 4.3 ou 7.1 polegadas são opcionais caso a altura entre o carter e o solo ou a severidade do trabalho exigirem o uso dos mesmos.

### Aplicações\*



REBOQUE LEVE



MOTOR HOME



COLETA E ENTREGA



BEBIDAS



BOMBEIROS



ÔNIBUS ESCOLAR



SERVIÇO PÚBLICO



FRIGORÍFICO



TRANSPORTE DE ESTAÇÕES



COLETA DE LIXO



BASCULANTE



TANQUE



PLATAFORMA

\* Outras aplicações são disponíveis. Consulte o seu distribuidor local.

### Assistência pelo sistema SCAAN

Para certificar-se de que o conjunto motor/transmissão seja o mais adequado para a sua operação, para o seu território, com o seu veículo preferido, o seu distribuidor Allison oferece o sistema **SCAAN**

**SCAAN** quer dizer Sistema para Análise Computadorizada da Aplicação, e ajuda a eliminar adivinhações ao se decidir a compra de um veículo. E o que é mais importante, isso é feito rápida e precisamente através de terminais de computador localizados em todos os distribuidores. Isso significa que as necessidades do seu veículo serão analisadas rapidamente.

O **SCAAN** pode computar uma grande variedade de parâmetros de desempenho do veículo: rampabilidade, aceleração e retardação. O **SCAAN** verifica também as especificações do seu trem de força contra a experiência da Allison nessa aplicação para assegurar desempenho satisfatório do veículo.

O **SCAAN** pode fazer interação de operações para permitir que as várias configurações do veículo sejam rapidamente avaliadas para assegurar a escolha adequada do trem de força.



### Allison Transmission Division

General Motors do Brasil Ltda.  
Al. Santos, 647 - 1.º andar  
CEP 01419 - São Paulo - S.P.  
(011) 252-0365

**Dados básicos da talha (fig. 1 e fig. 3)**

PK1N-1	PK1N-1F	PK1N-2	PK1N-2F	PK2N-1	PK2N-1F	PK2N-2	PK2N-2F	PK5N-1	PK5N-1F	PK5N-2	PK5N-2F	PK10N-1	PK10N-1F	PK10N-2	PK10N-2F	PK10N-3	PK10N-3F		
Capacidade de carga - máx.	125	250	250	250	250	500	500	500	500	1000	1000	1000	1000	2000	2000	3000	3000		
Veloc. de elevação princ.	9,6	4,8	4,8	12	12	6	6	6	6	6	6	14,4	9,6	7,2	4,8	4,8	3,1		
Microvelocidade	-	2,4	-	3	3	-	1,5	-	1,5	-	1,5	-	2,4	-	1,2	-	0,7		
Motor de elevação	0,24	0,24/0,06	0,24	0,24/0,06	0,60	0,60/0,15	0,60	0,60/0,15	1,20	1,20/0,30	1,20	1,20/0,30	2,76	1,80/0,42	2,76	1,80/0,42	2,76	1,80/0,42	
Peso (para elev. = 3m)	16	32	32	32	32	40	40/20	40	40/20	40	40/20	40	40/20	40	40/20	40	40/20	40	
Altura de elevação (mm)	30	4-6	2-3	30	4-6-8	2-3	30	4-6-8	30	4-6-8	30	4-6-8	60	78	80	175	177		
Armazenador de corrente máx.	6 e 16	2-3	2-3	8 e 16	8 e 16	2-3	8 e 16	8 e 16	8 e 16	8 e 16	8 e 16	6 e 10	6 e 10	30	4	30	4	10 e 24	
Medida (mm)	200	145	145	200	200	185	185	255	255	310	310	280	280	200	200	280	280	179	845
Medida (mm)	80	420	100	440	100	490	510	540	540	645	645	690	690	760	760	770	770	770	770
Medida (mm)	415	500	34	34	495	595	510	540	540	645	645	690	690	760	760	770	770	770	770
Medida (mm)	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Medida (mm)	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Medida (mm)	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Medida (mm)	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
Medida (mm)	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Excentricidade (mm)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

**Dados básicos do trole (fig. 2 e fig. 3)**

RUPK - Trole livre a puxar		EUPK - Trole motorizado	
Capacidade de carga - máx.	Utilizado nas talhas - Tipo	Velocidade de translação	Motor de Translação
600	Manual	2200	2200
1100	Manual	1100	1100
1600	Manual	1600	1600
2000	Manual	2000	2000
2500	Manual	2500	2500
3000	Manual	3000	3000
3500	Manual	3500	3500
4000	Manual	4000	4000
4500	Manual	4500	4500
5000	Manual	5000	5000
5500	Manual	5500	5500
6000	Manual	6000	6000
6500	Manual	6500	6500
7000	Manual	7000	7000
7500	Manual	7500	7500
8000	Manual	8000	8000
8500	Manual	8500	8500
9000	Manual	9000	9000
9500	Manual	9500	9500
10000	Manual	10000	10000
10500	Manual	10500	10500
11000	Manual	11000	11000
11500	Manual	11500	11500
12000	Manual	12000	12000
12500	Manual	12500	12500
13000	Manual	13000	13000
13500	Manual	13500	13500
14000	Manual	14000	14000
14500	Manual	14500	14500
15000	Manual	15000	15000
15500	Manual	15500	15500
16000	Manual	16000	16000
16500	Manual	16500	16500
17000	Manual	17000	17000
17500	Manual	17500	17500
18000	Manual	18000	18000
18500	Manual	18500	18500
19000	Manual	19000	19000
19500	Manual	19500	19500
20000	Manual	20000	20000
20500	Manual	20500	20500
21000	Manual	21000	21000
21500	Manual	21500	21500
22000	Manual	22000	22000
22500	Manual	22500	22500
23000	Manual	23000	23000
23500	Manual	23500	23500
24000	Manual	24000	24000
24500	Manual	24500	24500
25000	Manual	25000	25000
25500	Manual	25500	25500
26000	Manual	26000	26000
26500	Manual	26500	26500
27000	Manual	27000	27000
27500	Manual	27500	27500
28000	Manual	28000	28000
28500	Manual	28500	28500
29000	Manual	29000	29000
29500	Manual	29500	29500
30000	Manual	30000	30000

**Dados básicos do trole - Baixa Altura (fig. 4)**

RUPK - Trole livre a puxar		EUPK - Trole motorizado	
Capacidade de carga máx.	Velocidade de translação - trole ELPK	Motor de Translação	Peso próprio
125	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2200	2200
250	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	1100	1100
500	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	500	500
1000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	250	250
2000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	125	125
3000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	83	83
4000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	62	62
5000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	50	50
6000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	42	42
7000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	35	35
8000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	29	29
9000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	24	24
10000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	20	20
11000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	17	17
12000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	14	14
13000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	11	11
14000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	9	9
15000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	7	7
16000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	6	6
17000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	5	5
18000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	4	4
19000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	3	3
20000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
21000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
22000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
23000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
24000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
25000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
26000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
27000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
28000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
29000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2
30000	16,8 ou 33,6 ou 8,4/33,6	2	2

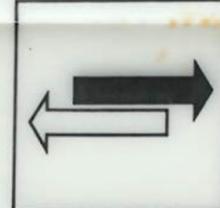
**OBSERVAÇÕES:** ① A altura de elevação = 3 m, é padronizada. ② Esta medida corresponde quando da utilização do armazenador Cap. = 16 m. ③ A velocidade de translação = 16,8 m/min. é padronizada. ④ Possível visualizá-la somente na Fig. 2. ⑤ Para as Potências dos motores, vide tabela "Dados Básicos do Trole". RUPK/EUPK, correspondente às velocidades. ⑥ Esta medida corresponde quando da utilização do armazenador Cap. = 16 m. ⑦ Esta medida corresponde ao molhão para 2 tra nos de corrente (Fig. 4). ⑧ Esta medida corresponde ao conjunto com trole motorizado ELPK. ⑨ Roda do trole motorizado p/ELPK. ⑩ Para trechos curvos, sob consulta.



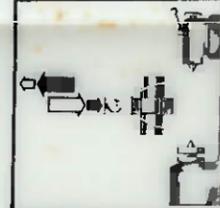
**1. Qual o peso das cargas que deverão ser movimentadas em suas instalações?**  
As talhas elétricas de corrente DEMAG oferecem uma vasta gama de capacidades. Até 3.000 kg.



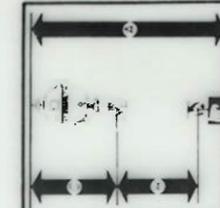
**2. Que altura de elevação é necessária?**  
A distância entre o ponto superior e inferior do gancho é a altura de elevação.



**3. Que velocidade de elevação é requerida?**  
Em função do modelo da talha, do número de tramos de corrente, pode ser escolhida a velocidade de elevação mais adequada.



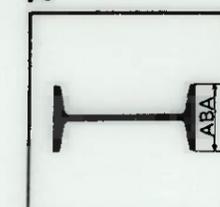
**4. O manuseio das cargas requer utilização de microvelocidades para posicionamentos mais precisos?**  
Todas as talhas DEMAG tipo PK podem ser fornecidas com motor de dupla polaridade, onde permite um movimento de precisão através da microvelocidade, numa relação 1/4 da velocidade principal.



**5. A que altura será suspensa a talha?**  
A altura de elevação útil (H) depende da altura de suspensão (A) existente no local de instalação e da altura própria da talha (C).



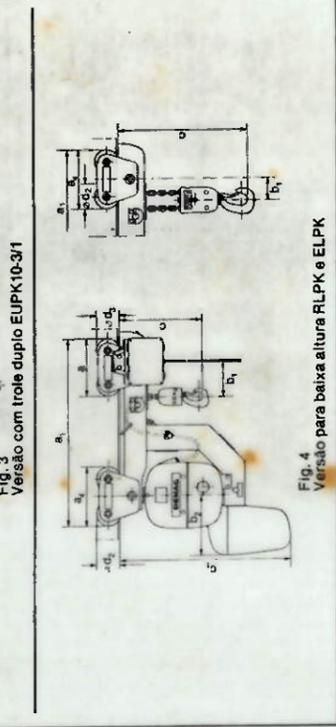
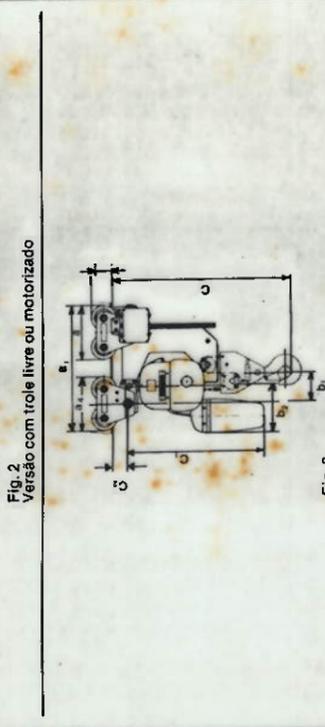
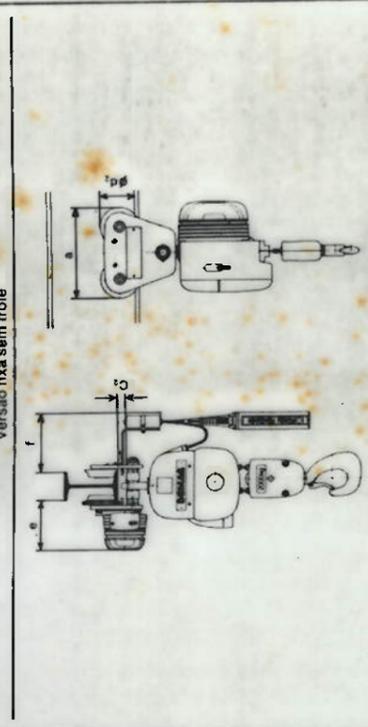
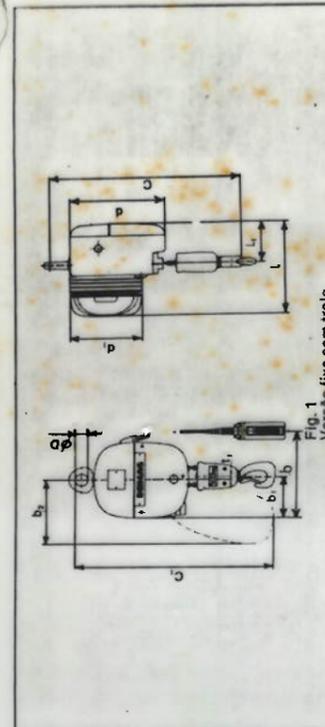
**6. Sua carga somente terá movimentação vertical ou também necessita de transação horizontal?**  
As talhas DEMAG tipo PK podem ser fixas ou equipadas com troles, com translação manual ou motorizada.



**7. Se for necessária a talha com trole, quais as dimensões da viga de rolamento?**  
Os troles RUPK ou EUPK, para as talhas DEMAG tipo PK, deslocam-se perfeitamente em vigas com abas de 50 a 300 mm. O aspecto da viga não é importante e sim que possua uma aba inferior na qual possam apoiar as rodas do trole.



**8. Qual a energia elétrica disponível?**  
A corrente, a tensão e a frequência determinam as características dos motores e do equipamento de comando.



**ESCLARECIMENTOS SOBRE A NOMENCLATURA UTILIZADA NA TABELA/DADOS.**

RU PK 5N - 2 F

- Micro Velocidade
- Número de Tramos
- Tipo da Talha (motor)
- Modelo da Talha

**Escolha**