

**DZV**  
**DESEMBARQUE**  
**ZERO PARA A VIA**





**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
IV TURMA DE ESPECIALIZAÇÃO EM  
TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA - USP  
ANO - 2010/2012**

**ORIENTADOR:**

**Prof. Dr. André Riyuiti Hirakawa**

**ALUNOS:**

**Carlos Álvaro Guimarães**

**Gustavo Henrique Lucas Jaquie**

**Paulo Henrique Cardoso Mota**

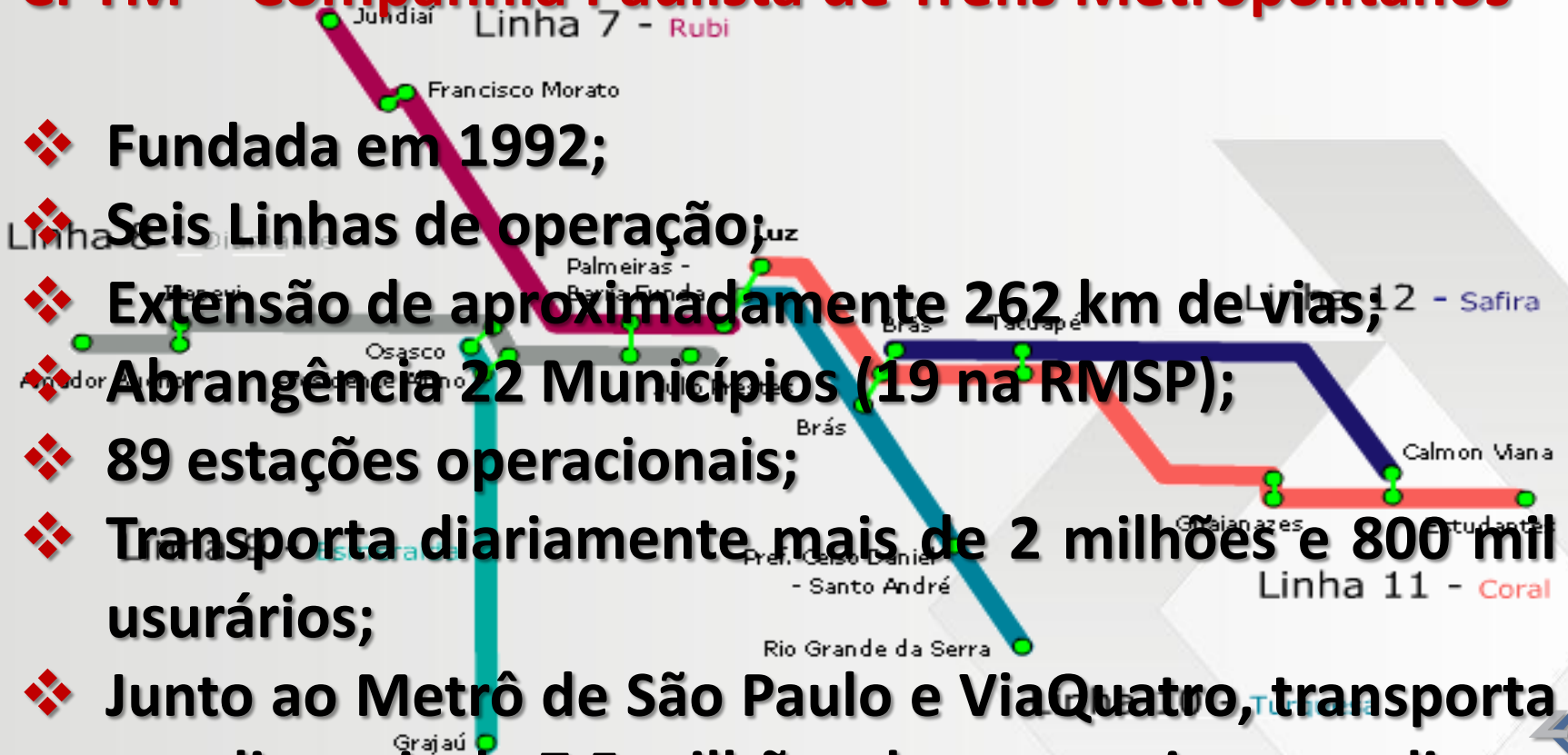
# PROJETO DZV

# DESEMBARQUE ZERO PARA A VIA

# INTRODUÇÃO

## CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

- ❖ Fundada em 1992;
- ❖ Seis Linhas de operação;
- ❖ Extensão de aproximadamente 262 km de vias;
- ❖ Abrangência 22 Municípios (19 na RMSP);
- ❖ 89 estações operacionais;
- ❖ Transporta diariamente mais de 2 milhões e 800 mil usuários;
- ❖ Junto ao Metrô de São Paulo e ViaQuatro, transporta por dia mais de 7,5 milhões de passageiros por dia.



## MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

- ❖ **Avaria em um trem no trecho, sem possibilidade de movimentação (avaria de tração);**
- ❖ **Necessidade do empregado da CPTM descer a via para efetuar os procedimentos de reboque;**
- ❖ **Usuários não aguardam processo de reboque atual, e desembarcam para a via;**
- ❖ **Paralisação da circulação, gerando transtornos no transporte Metropolitano.**

## MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

- ❖ **Análise de Ocorrências com desembarque de usuários para a via (avaria de tração), período de Janeiro de 2007 a Abril de 2012:**
  - **Foram afetadas as viagens de vários usuários;**
  - **Prejuízo com avarias (estações, trens,...);**
  - **Tempo médio de reboque real praticado na CPTM elevado devido deslocamento de locomotivas.**

## MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

- ❖ Com base no contexto, foi vislumbrada uma metodologia que:
  - Evite o desembarque para a via de empregados e usuários;
  - Diminua o tempo de início do reboque;
  - Trem mais próximo do avariado realize o reboque;

Surgindo a ideia, batizada como:

### PROJETO DZV DESEMBARQUE ZERO PARA A VIA

## PRIMEIRA FASE

**Fase de estudos, análises e pesquisas, dividida nos seguintes tópicos:**

- ❖ **Engates no Brasil e no Mundo;**
- ❖ **Procedimentos de Reboque;**
- ❖ **Sistemas de Freios;**
- ❖ **Dispositivos de Segurança.**



## PRIMEIRA FASE

### ❖ Engates no Brasil e no Mundo:

- Origem;
- Evolução;
- Engate do projeto.

# PRIMEIRA FASE



Engate tipo barra.



Engate automático - Schafenberg.

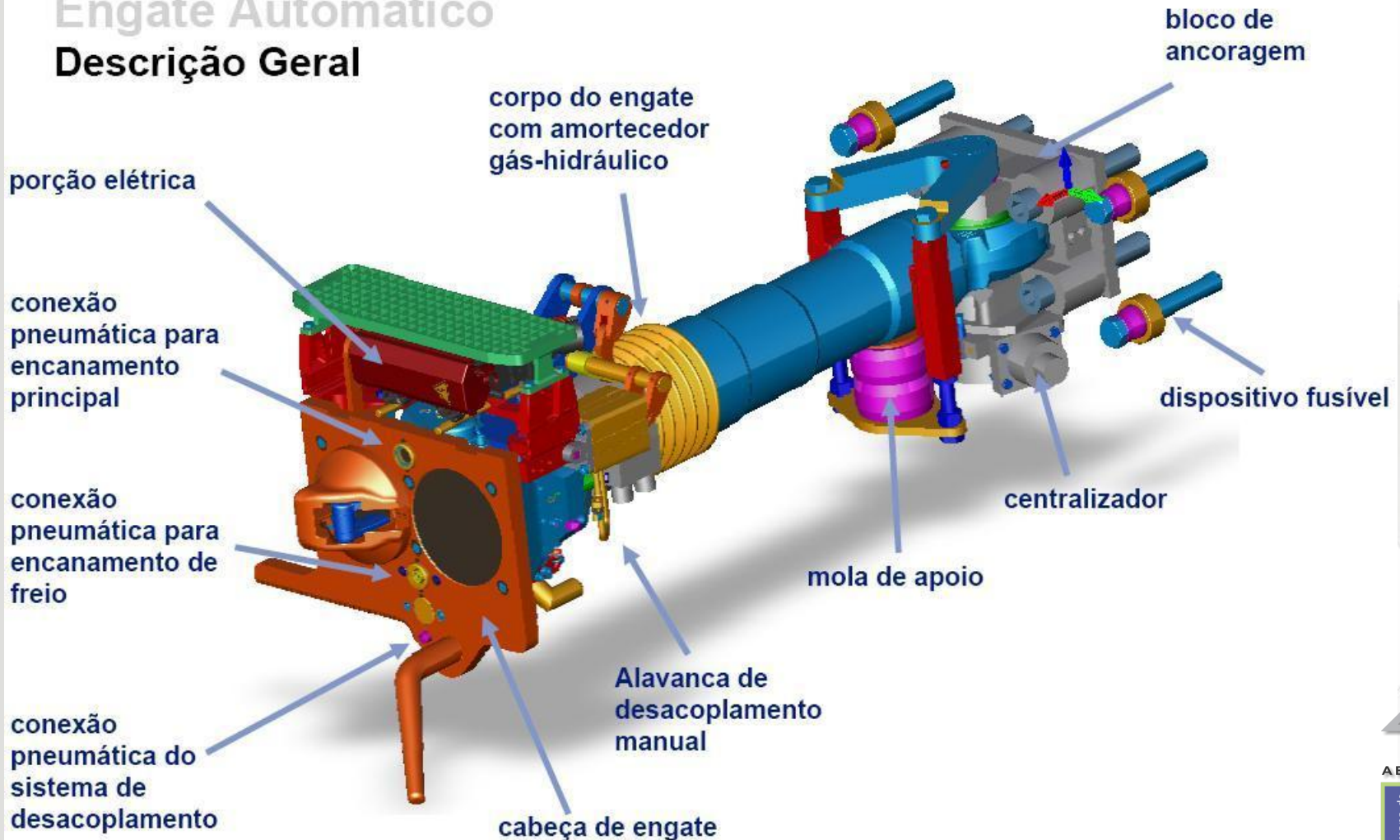
Engate automático - Schafenberg.



Engate tipo parafuso

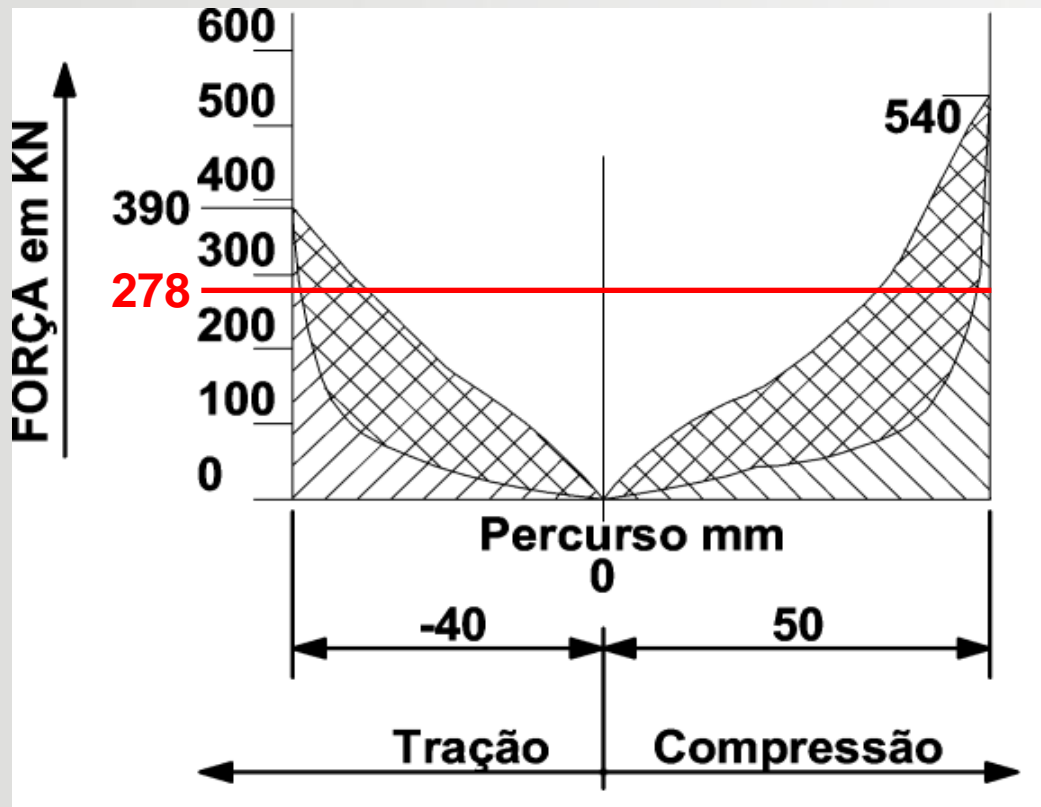
# PRIMEIRA FASE

## Engate Automático Descrição Geral



# PRIMEIRA FASE

## ❖ Gráfico esforços engates:



**Carregamento máx.  
8 passageiros/m<sup>2</sup>**

**Velocidade máxima  
de reboque: 20 km/h**

**Esforço no engate  
calculado = 278kN**

## PRIMEIRA FASE

### ❖ Procedimentos de Reboque:

**Foram analisados e simulados os diferentes métodos de reboques praticados atualmente na CPTM, sendo:**

- **Trem rebocando Trem avariado - ligado;**
- **Trem rebocando Trem avariado - desligado;**
- **Locomotiva rebocando Trem avariado - ligado;**
- **Locomotiva rebocando Trem avariado - desligado;**

# PRIMEIRA FASE

## ❖ Procedimentos de Reboques Existentes na CPTM.

PROCEDIMENTO DE REBOQUE	VANTAGENS	DESVANTAGENS	TEMPO DE REBOQUE
Reboque trem com trem avariado ligado	Dois níveis de freio (aplicação somente pela cabine de condução do trem rebocador).	<u>Necessidade de desligar o trem rebocado antes do acoplamento / Necessidade de desligar e ligar o trem rebocador / Não permite aplicação de emergência pelo trem rebocado.</u> Possibilidade de contaminação de sinais.	10,4 min
Reboque trem com Trem avariado desligado	Quantidade mínima de interações no sistema.	<u>Trem rebocado sem sistema de ar condicionando / Não permite aplicação de emergência pelo trem rebocado / Necessidade de ativar <i>by-pass</i> no trem rebocador / Necessita de energia da rede aérea / Empregado na via.</u>	14,8 min
Reboque por locomotiva Trem avariado ligado	Dois níveis de freio no rebocado (aplicação pela locomotiva) .	<u>Tempo para realização de reboque / Não permite a aplicação de freio de emergência pelo trem rebocado / Necessita de energia da rede aérea / Empregado na via.</u>	31,7 min
Reboque por locomotiva Trem avariado desligado	Dois níveis de freio no rebocado (aplicação pela locomotiva) / Não necessita de energia da rede aérea.	<u>Trem avariado sem sistema de ar condicionando / Tempo para realização de reboque / Sem aplicação de freio de emergência pelo trem rebocado / Empregado na via.</u>	39,7 min

Obs.: Tempos de deslocamentos simulados com intervalo mínimo entre trens de 4 minutos.

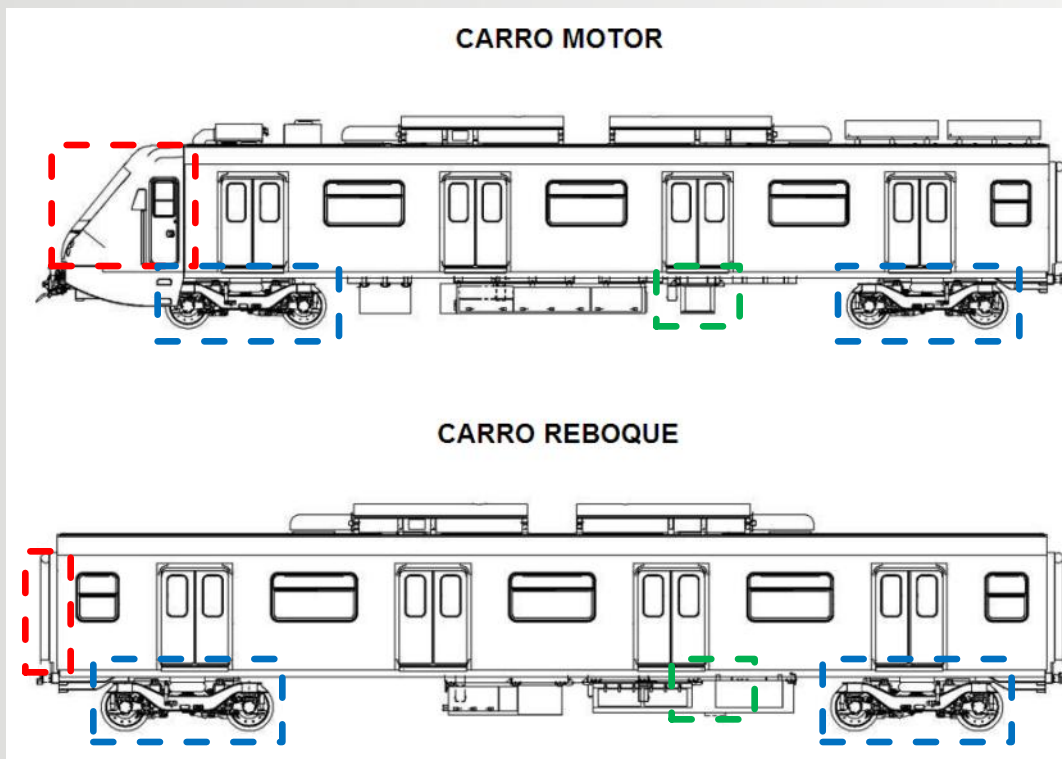
## PRIMEIRA FASE

### ❖ Sistemas de Freios:

- Tipos de frenagem;
- Características de segurança (Fail Safe).

# PRIMEIRA FASE

## ❖ Níveis de Freios:



**■** Nível 1: Comando e controle

**■** Nível 2: Equipamentos pneumáticos da caixa

**■** Nível 3: Equipamentos pneumáticos do truque



## PRIMEIRA FASE

### ❖ Dispositivos de Segurança:

- Laço de emergência;
- Laço de tração;
- Sistema de condução degradado.

## PRIMEIRA FASE

- ❖ **Laço de Emergência (alvo principal):**
  - **Recolhe informações;**
  - **Interrupção em qualquer ponto;**
  - **Falha segura (desligado → freio).**

# PRIMEIRA FASE

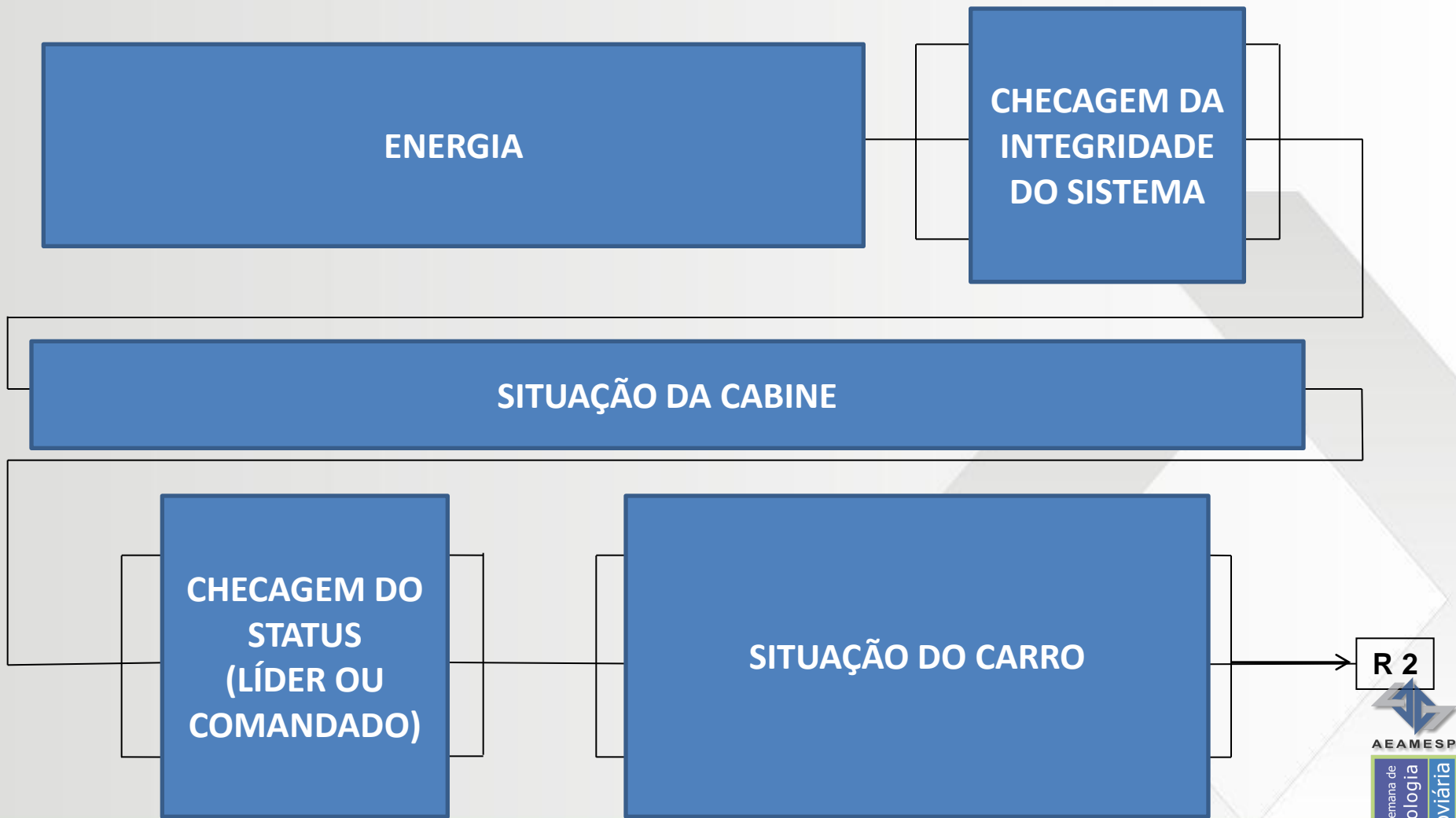
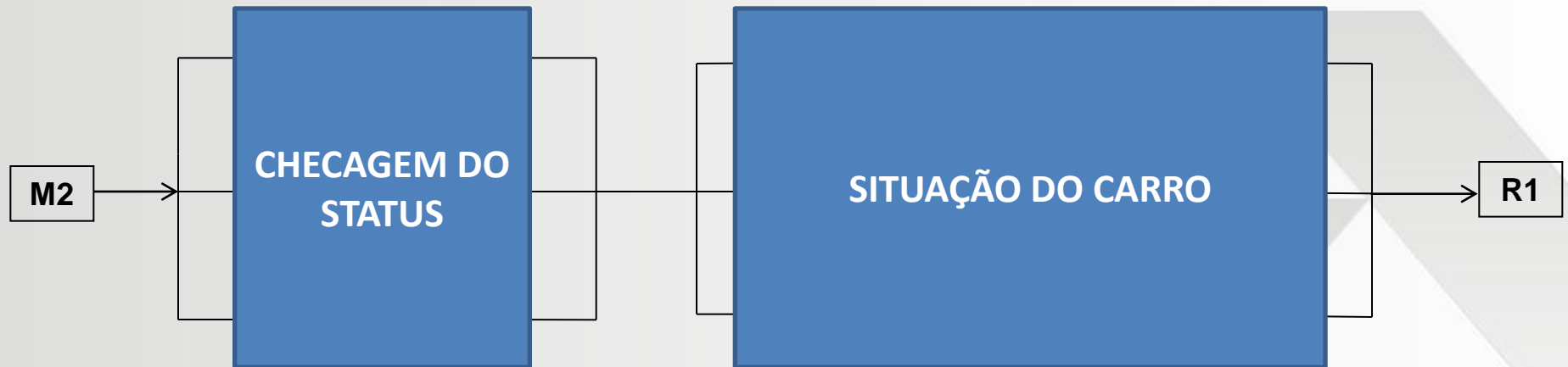


Diagrama – M2 (Comando ativo M1)



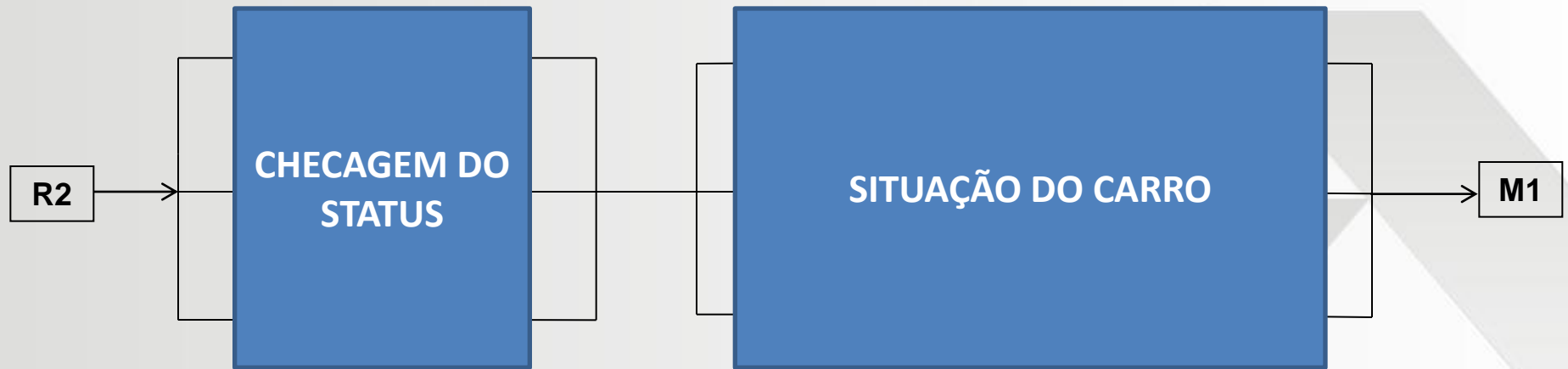
# PRIMEIRA FASE



**Diagrama – R2 (Comando ativo M1)**



# PRIMEIRA FASE



**Diagrama – R1 (Comando ativo M1)**



# PRIMEIRA FASE

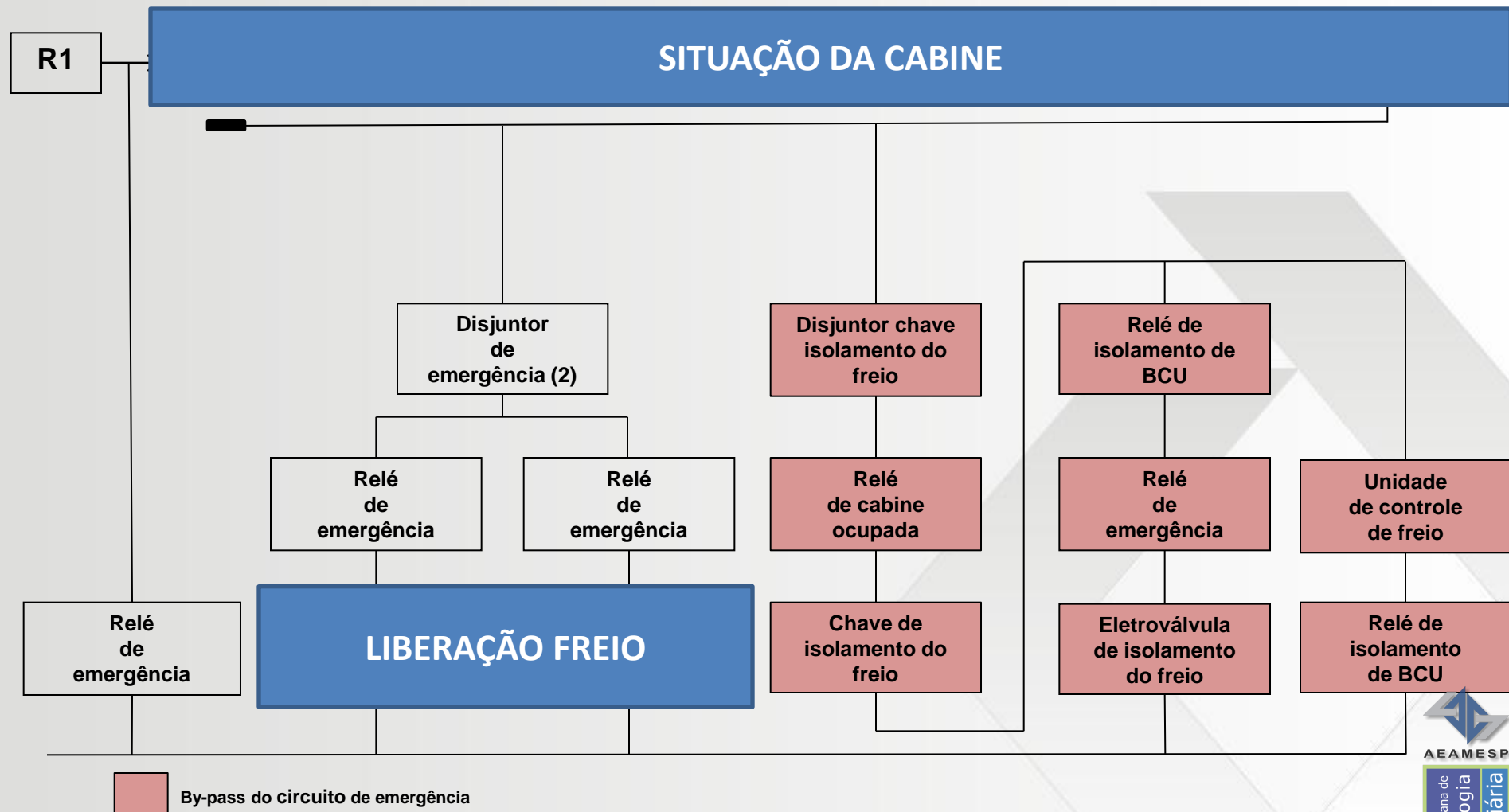


Diagrama – M1 (Comando ativo M1)



## SEGUNDA FASE

**Fase de desenvolvimento, implementações e testes, dividida nos seguintes tópicos:**

- ❖ **Premissas adotadas;**
- ❖ **Desenvolvimento do Projeto;**
- ❖ **Testes reais em ambiente controlado;**
- ❖ **Resultados.**

## SEGUNDA FASE

### ❖ Premissas adotadas:

- **Intervenções mínimas no projeto original;**
- **Mínima alteração do procedimento de operação;**
- **Fácil utilização e aceitação;**
- **Falha segura (Fail Safe);**



## SEGUNDA FASE

### ❖ Desenvolvimento do Projeto:

- **Modificações:**

# SEGUNDA FASE

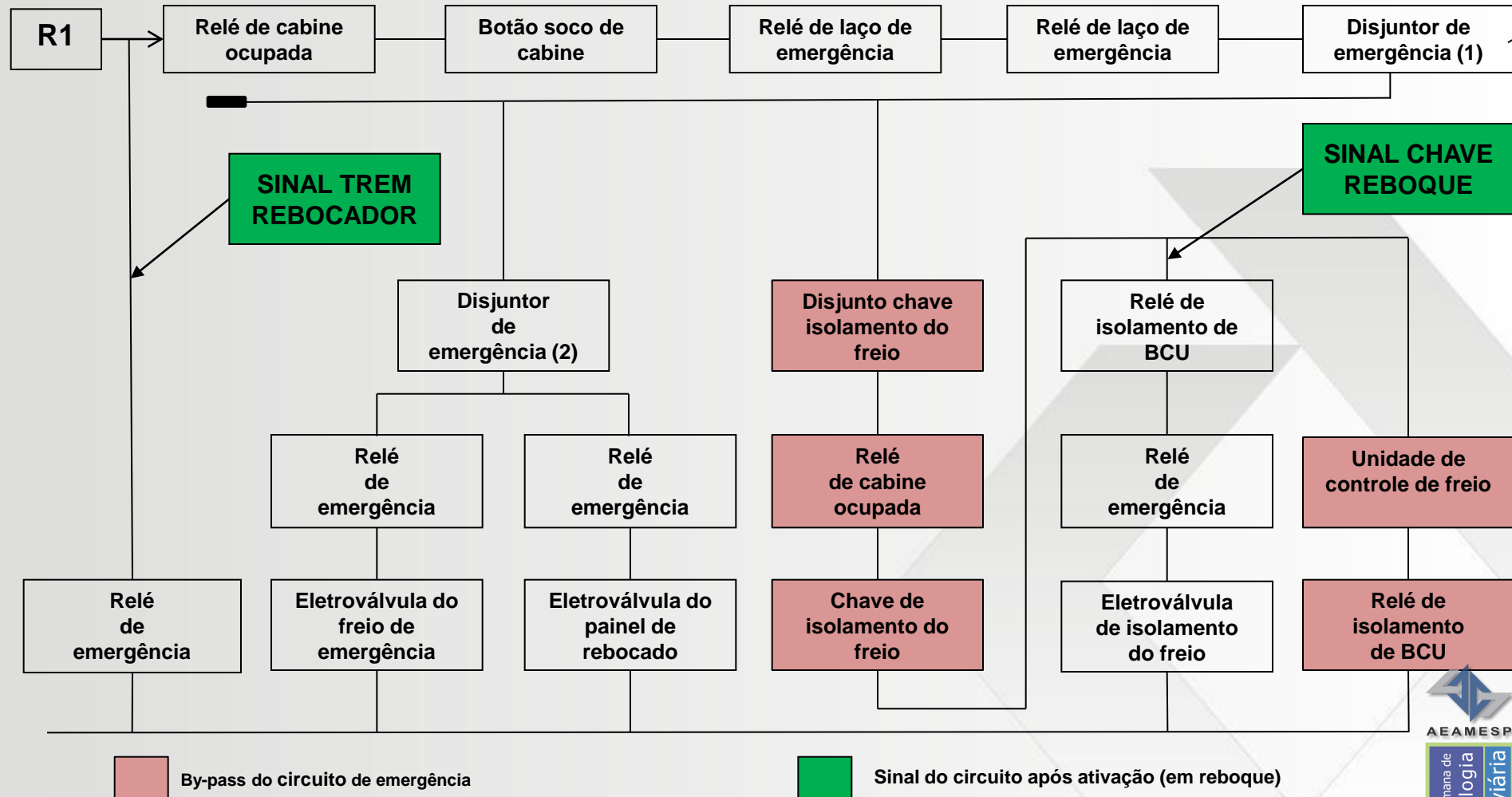
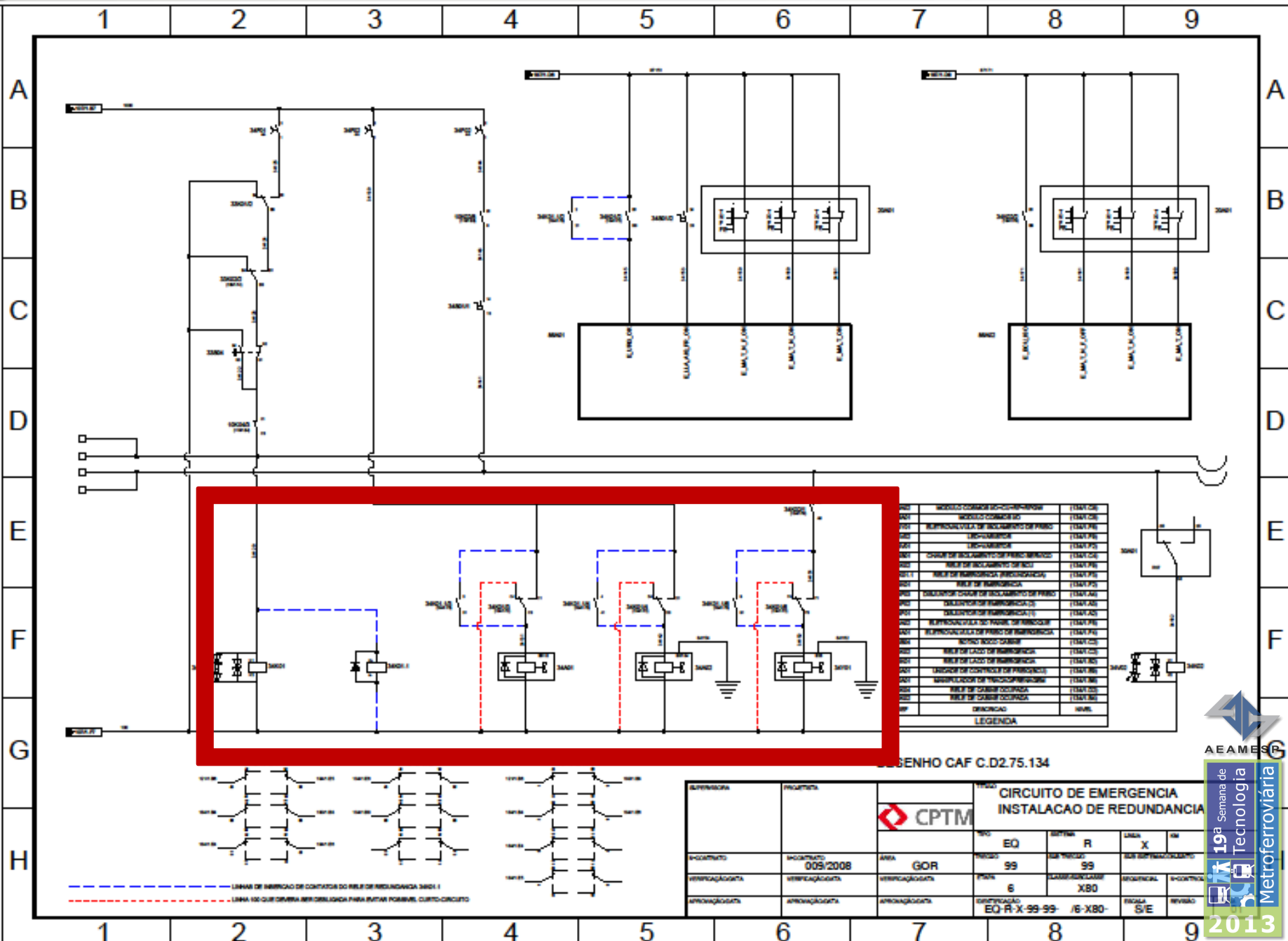


Diagrama – M1 (Comando ativo M1) Circuito de emergência Modificado

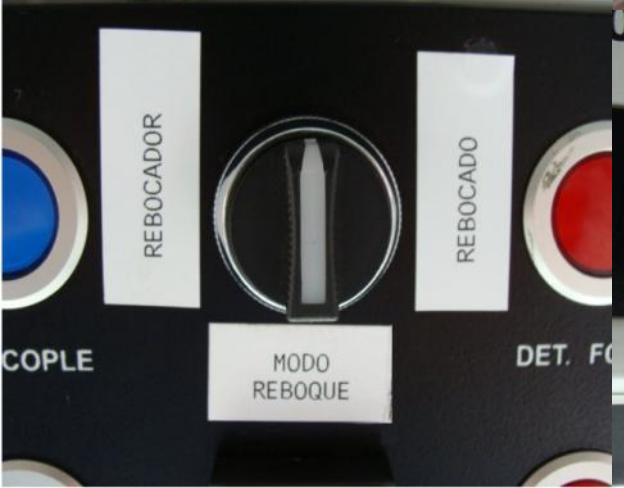
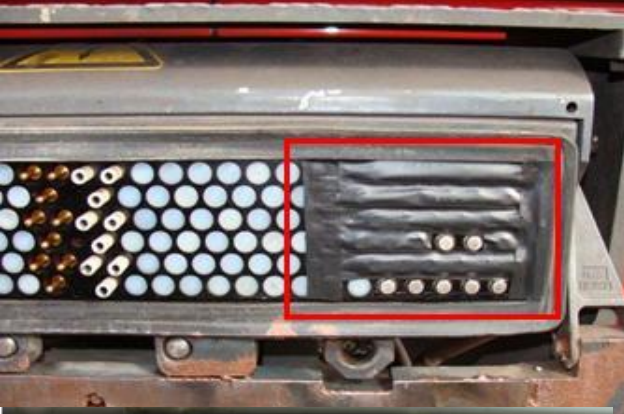
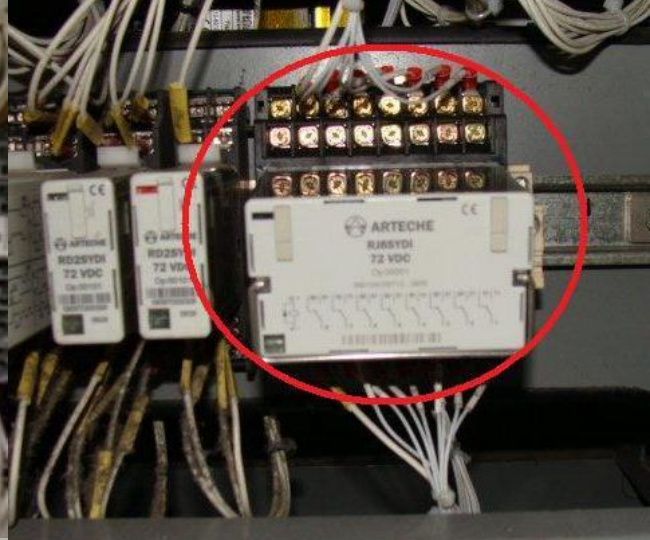
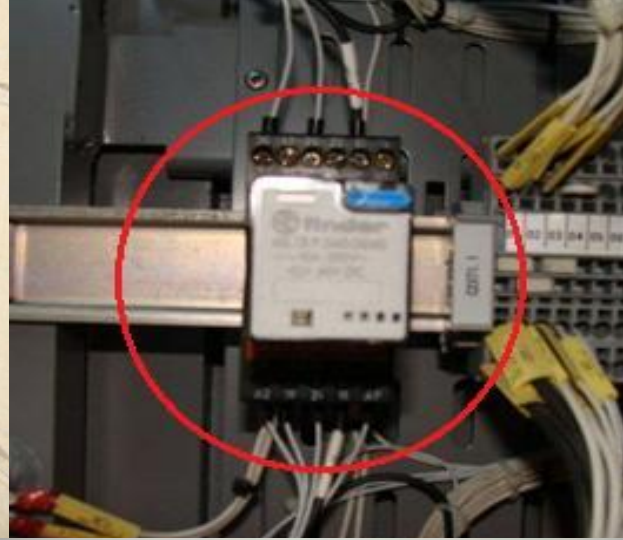
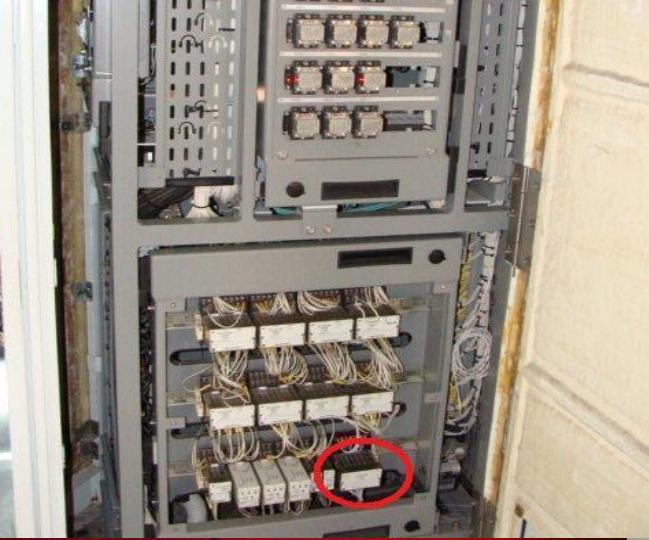


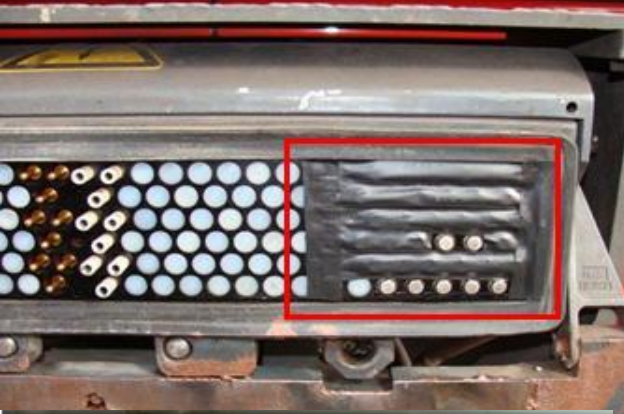
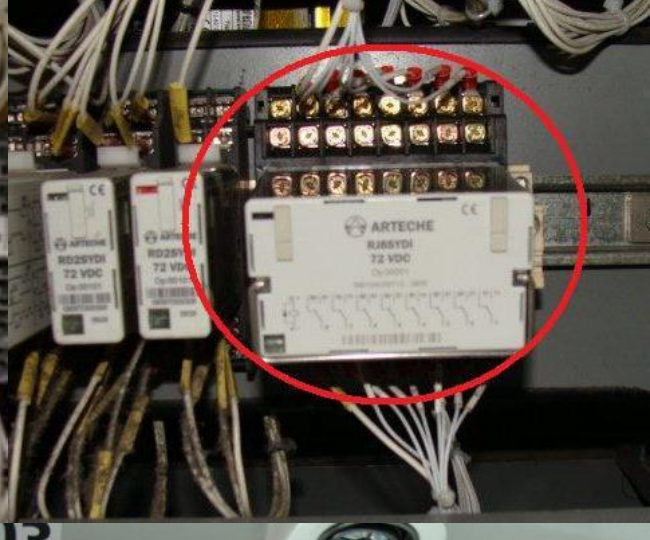
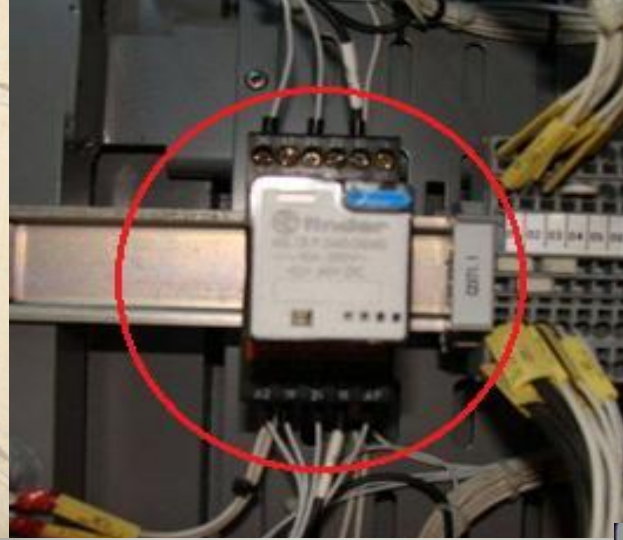
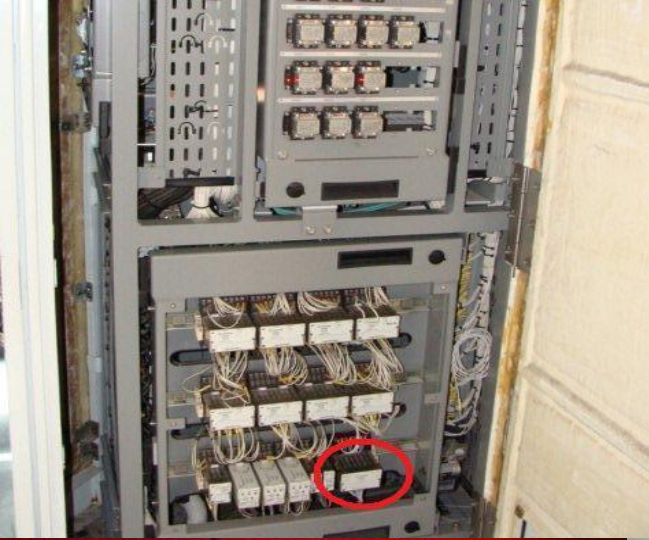
SENHO CAF C.D2.75.134

**CIRCUITO DE EMERGENCIA  
INSTALCAO DE REDUNDANCIA**

PROJETO	005/2008	AREA	GOR	PROJETO	EQ 99	REVISAO	R 99	LINHA	X	SE
VERIFICACAO	VERIFICACAO	VERIFICACAO	VERIFICACAO	VERIFICACAO	6	VERIFICACAO	X80	PROJECIONAL	PROJECIONAL	REVISAO
VERIFICACAO	VERIFICACAO	VERIFICACAO	VERIFICACAO	VERIFICACAO	EQ-R-X-99-99	VERIFICACAO	/6-X80-	PROJECIONAL	S/E	REVISAO







## SEGUNDA FASE

- ❖ **Desenvolvimento do Protótipo:**
  - Realizadas nos trens QUEBEC - Q3 e QUEBEC - Q-06, da série 7000;
  - Durante período de recolhimento no abrigo de manutenção;
  - Inibidas as alterações durante a circulação comercial do trem.

# SEGUNDA FASE

## ❖ Funcionamento:



DZV





## SEGUNDA FASE

### ❖ Testes reais em ambiente controlado:

Os testes foram realizados em ambiente controlado, dividido em duas partes:

- Parte 1 – testes dos dispositivos e lógicas;
- Parte 2 – simulação real de avarias e do procedimento proposto.

# SEGUNDA FASE

## ❖ Resultados:



AEAMESP

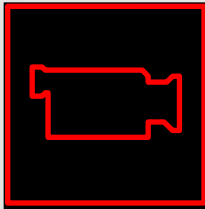
## SEGUNDA FASE

PROCEDIMENTO DE REBOQUE	VANTAGENS	DESVANTAGENS	TEMPO DE REBOQUE
Reboque trem com trem avariado ligado	Dois níveis de freio (aplicação somente pela cabine de condução do trem rebocador).	Necessidade de desligar o trem rebocado antes do acoplamento / <u>Necessidade de desligar e ligar o trem rebocador</u> / Não permite aplicação de emergência pelo trem rebocado.	<b>10,4 min</b>
Reboque trem com trem avariado desligado	Quantidade mínima de interações no sistema.	Trem rebocado sem sistema de ar condicionando / Não permite aplicação de emergência pelo trem rebocado / Necessidade de ativar <i>by-pass</i> no trem rebocado / Necessita de energia da rede aérea / <u>Empregado na via.</u>	<b>14,8 min</b>
Reboque por locomotiva Trem avariado ligado	Dois níveis de freio no rebocado (aplicação pela locomotiva).	<u>Tempo para realização de reboque</u> / Sem aplicação de freio de emergência pelo trem rebocado / Necessita de energia da rede aérea / <u>Empregado na via.</u>	<b>31,7 min</b>
Reboque por locomotiva Trem avariado desligado	Dois níveis de freio no rebocado (aplicação pela locomotiva) / Não necessita de energia da rede aérea.	<u>Trem avariado sem sistema de ar condicionando</u> / Tempo para realização de reboque / Sem aplicação de freio de emergência pelo trem rebocado / <u>Empregado na via.</u>	<b>39,7 min</b>
<b>Reboque trem com trem avariado PROJETO DZV</b>	<u>Quantidade mínima de interações no sistema</u> / Não necessita ativar <i>by-pass</i> no trem rebocado / <u>Aplicação de freio de emergência pelo trem rebocado</u> / <u>Não necessidade de acesso a via</u> / Rápida execução.	Necessita de energia da rede aérea.	<b>4,6 min</b>

**Obs.:** Tempos de deslocamentos simulados com intervalo mínimo entre trens de 4 minutos.

## SEGUNDA FASE

### ❖ Reboque - DZV:



**DZV  
DESEMBARQUE  
ZERO PARA A VIA**

## CONCLUSÃO

- O objetivo do Desembarque Zero para a Via de empregados e usuários, por falha de tração, foi atingido;
- As implementações realizadas foram de baixo custo, fácil instalação e manutenção;
- As alterações nos Procedimentos de Operação (P.O.s) foram mínimas;
- Sistema foi baseado na lógica de Falha Segura (Fail Safe);
- Testes realizados comprovaram a redução significativa no tempo de realização do reboque, com a aplicação DZV.

## TERCEIRA FASE

- ❖ **Aprimoramento do Projeto em conjunto pelas engenharias de Operação e Manutenção:**
  - **Homologação do projeto pela Engenharia de Manutenção da CPTM;**
  - **Inserções de novos dispositivos e novas funcionalidades;**
  - **Simulações de outros tipos de falhas;**
  - **Expansão para outras séries de trens.**

**DZV**  
**DESEMBARQUE**  
**ZERO PARA A VIA**

**CARLOS GUIMARÃES**  
[CARLOS.GUIMARAES@CPTM.SP.GOV.BR](mailto:CARLOS.GUIMARAES@CPTM.SP.GOV.BR)

**GUSTAVO JAQUIE**  
[GUSTAVO.JAQUIE@CPTM.SP.GOV.BR](mailto:GUSTAVO.JAQUIE@CPTM.SP.GOV.BR)

**PAULO MOTA**  
[PAULO.MOTA@CPTM.SP.GOV.BR](mailto:PAULO.MOTA@CPTM.SP.GOV.BR)(PAULOCM)

