

Análise Preliminar de Risco do Sistema de Sinalização CBTC

João Batista Camargo Jr.

Jorge Rady de Almeida Jr.

Paulo Sérgio Cugnasca

GAS – Grupo de Análise de Segurança

Escola Politécnica da USP

12a Semana de Tecnologia Metroferroviária

Agenda

- ◆ Objetivo
- ◆ Análise de Risco
- ◆ Arquiteturas CBTC Conceituais
- ◆ Perigos nas Arquiteturas CBTC
- ◆ HAZOP
- ◆ Resultados Preliminares
- ◆ Conclusões

Objetivo

- ◆ Apresentar uma Análise de Risco Preliminar de duas arquiteturas conceituais do sistema CBTC
- ◆ CBTC – Communication Based Train Control
 - Controle contínuo e automático de trens
 - Alta resolução na localização de trens – independência dos CV
 - Grande capacidade de supervisão e controle
 - Comunicação bidirecional via-trem

Análise de Risco

- ◆ Descrição do Sistema

- ◆ Análise de Perigo

- **Análise Preliminar de Perigo**

- Análise de Perigo de Sistema/Subsistemas

- Análise de Perigo da Operação e Manutenção

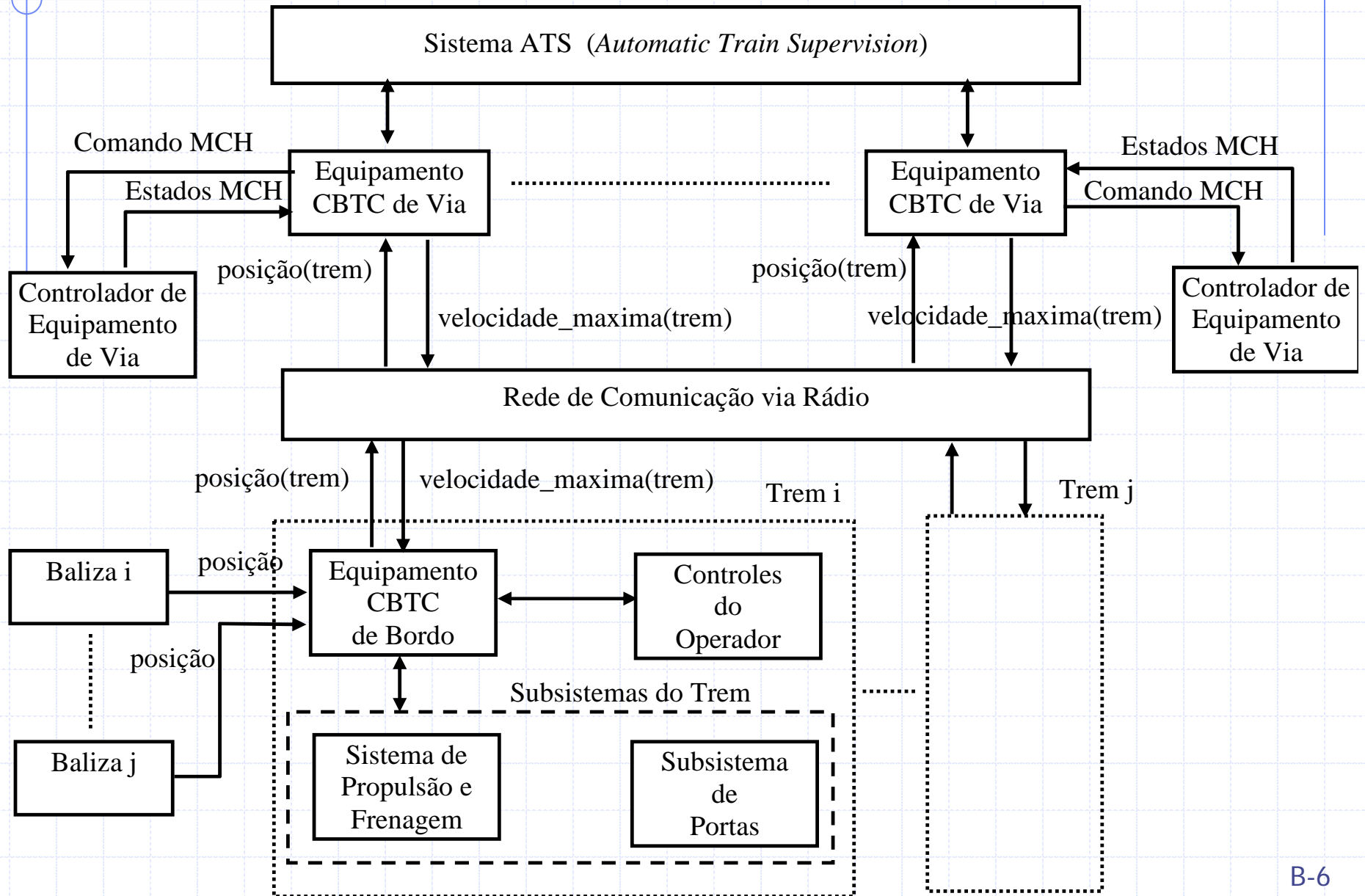
- Análise Final de Perigo

Análise de Risco

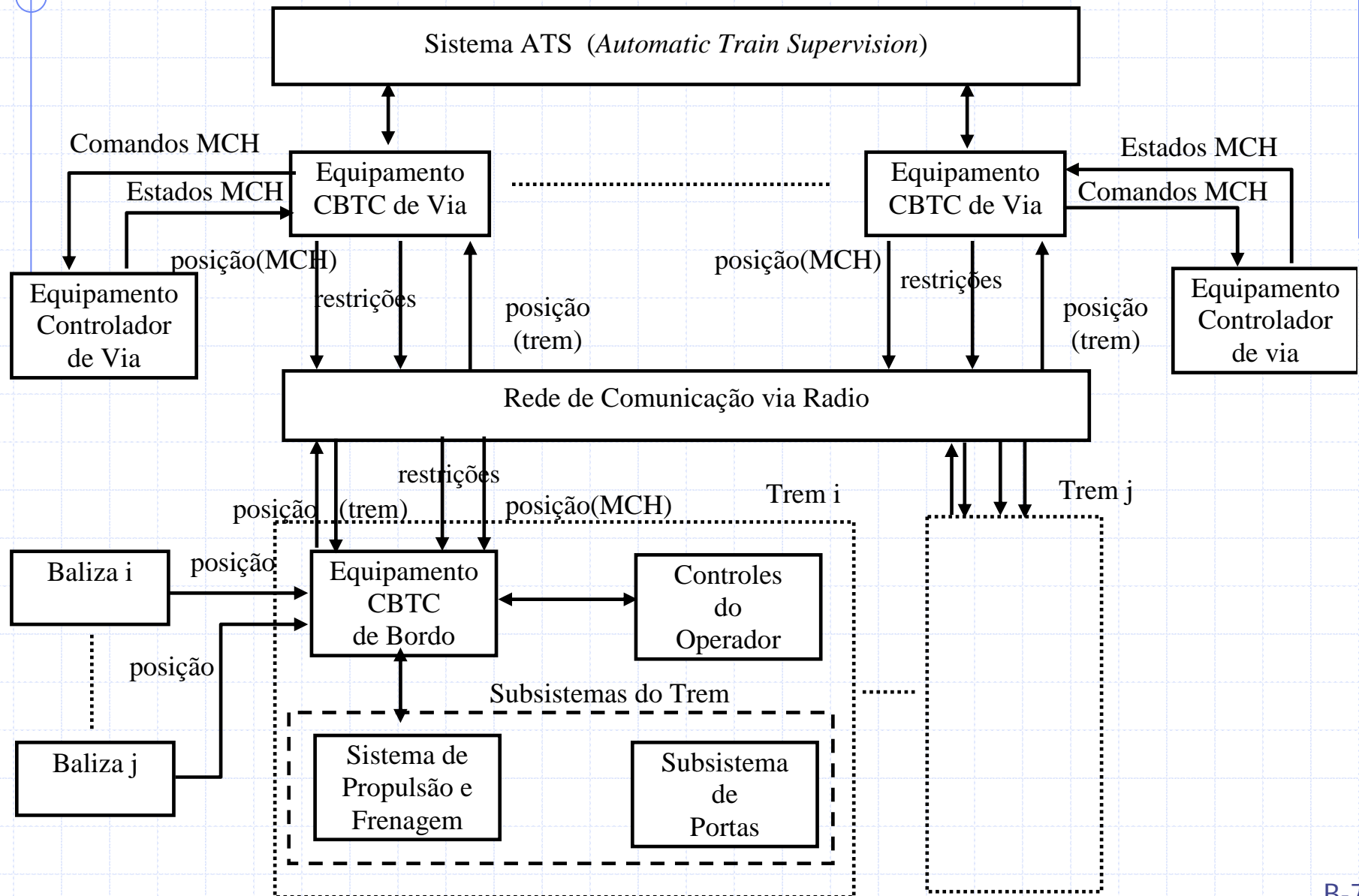
◆ Análise Preliminar de Perigo

- Determinar quais perigos podem haver na operação
- Desenvolvimento de recomendações
- Iniciar ações para o controle de perigos particulares
- Identificar responsabilidades gerenciais e técnicas para as ações e aceitação dos riscos
- Determinação da magnitude e complexidade do requisito Segurança (safety)

Arquitetura Conceitual CBTC I



Arquitetura Conceitual CBTC II



Perigos CBTC

Perigo	Meios de Proteção
Colisão entre Trens	Assegurar a separação entre trens, proteção contra recuo, acoplamento e desacoplamento de trens e intertravamento
Colisão entre Trem e Fim de Via	Proteção de Fim de Via e comandos de restrição
Descarrilamento	Proteção de sobre-velocidade, intertravamento e detecção de trilho partido.
Atropelamento de Pessoal Técnico	Funções de proteção em Zonas de Manutenção.
Movimentação de Trem com porta aberta ou abertura de porta do lado errado	Intertravamento de proteção de controle de abertura de portas, detecção de velocidade zero e intertravamento de partida

HAZOP

- ◆ Hazard and Operability Study
- ◆ Identificação de perigos por meio da análise de possíveis falhas de componentes e suas **interconexões**
- ◆ Aplicável a Sistemas Eletrônicos Programáveis
- ◆ Use de “Palavras-Guia”

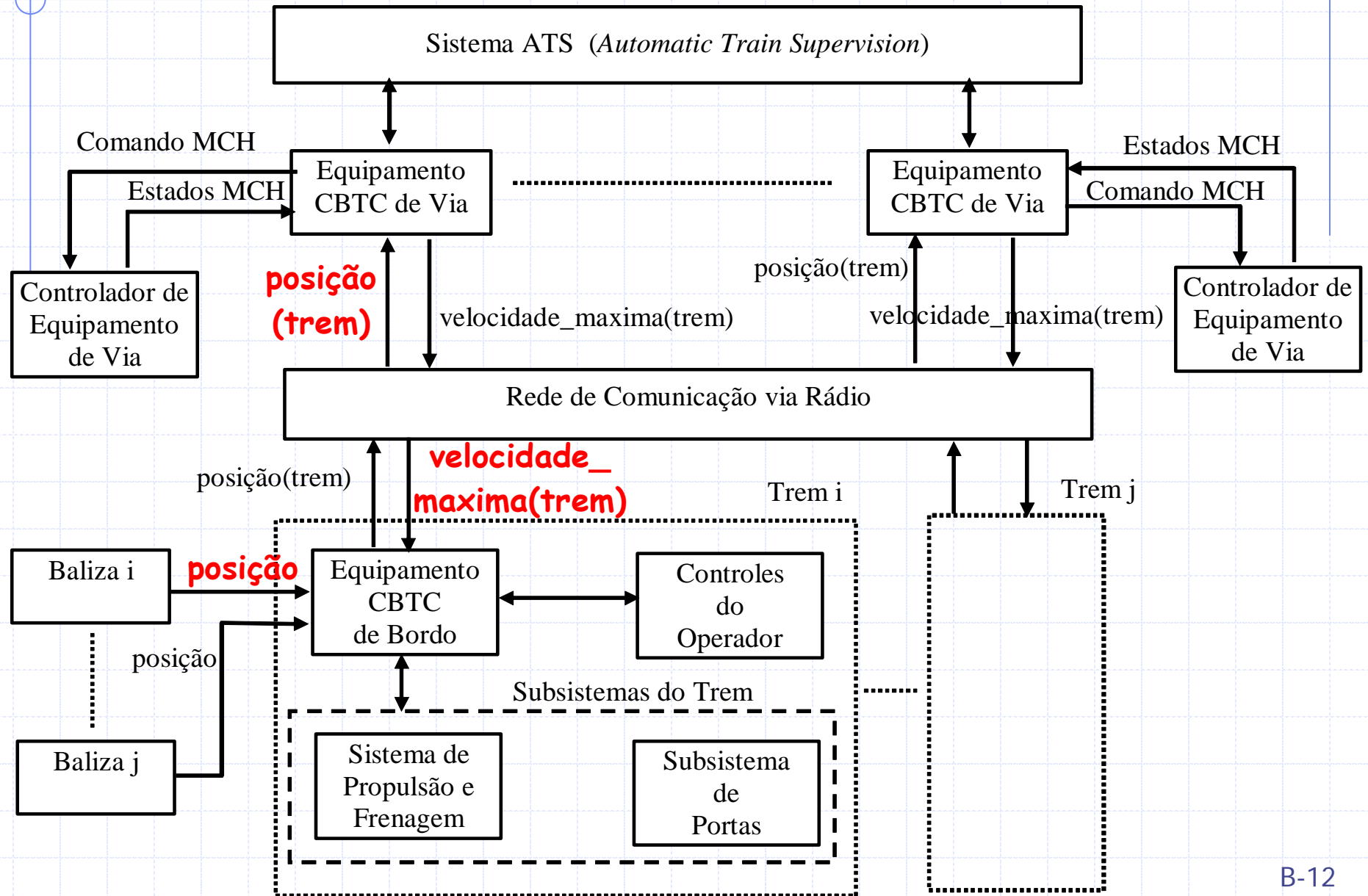
HAZOP – Palavras Guia

- ◆ **NO:** nenhum dado ou sinal de controle é recebido ;
- ◆ **MORE:** o dado é recebido a uma taxa superior à especificada, ou mais dados são recebidos ;
- ◆ **LESS:** o dado é recebido a uma taxa inferior à especificada, ou menos dados são recebidos ;
- ◆ **PART OF:** o dado ou sinal de controle recebido está incompleto ;
- ◆ **OTHER THAN:** o dado ou sinal de controle recebido está completo, mas incorreto
- ◆ **EARLY:** o dado ou sinal de controle chega adiantado em relação a uma referência temporal ;
- ◆ **LATE:** o dado ou sinal de controle chega atrasado em

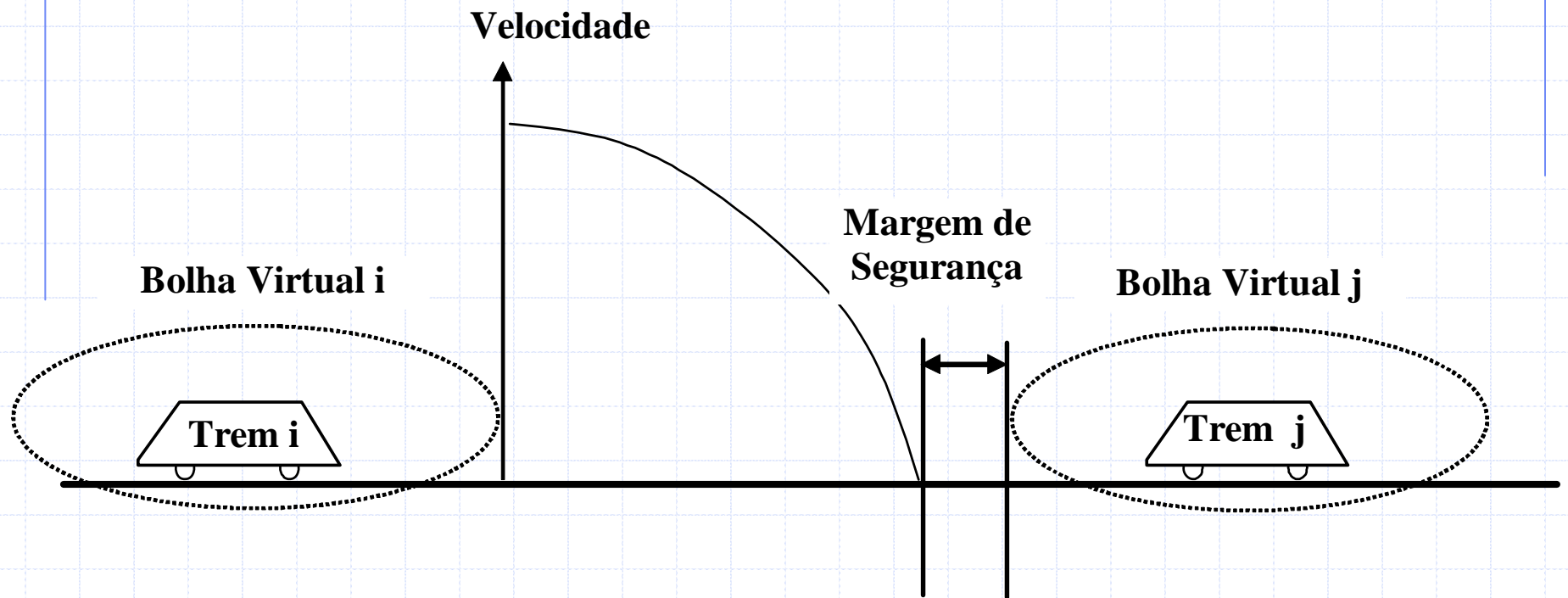
Resultados Preliminares

- ◆ Aplicação do HAZOP em alguns sinais críticos da arquitetura conceitual CBTC I
 - Sinais de entrada para o Equipamento CBTC de Bordo
 - ◆ velocidade_máxima (trem)
 - ◆ posição
 - Sinais de entrada para o Equipamento CBTC de Via
 - ◆ posição (trem)

Arquitetura Conceitual CBTC I



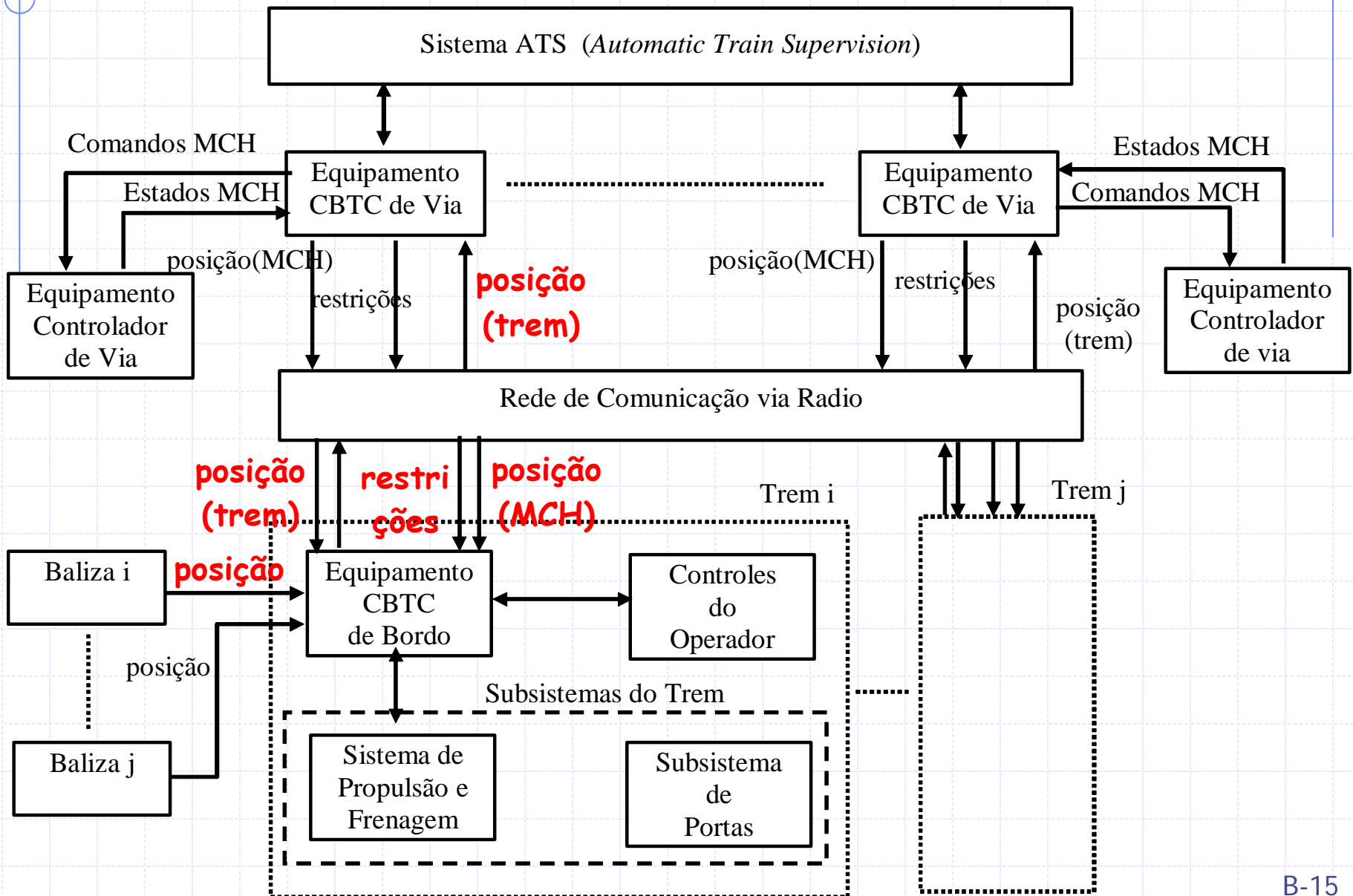
Separação Segura de Trens



Resultados Preliminares

- ◆ Aplicação do HAZOP em alguns sinais críticos da arquitetura conceitual CBTC II
 - Sinais de entrada para o Equipamento CBTC de Bordo
 - ◆ posição (trem)
 - ◆ posição (MCH)
 - ◆ posição
 - ◆ restrições
 - Sinais de entrada para o Equipamento CBTC de Via
 - ◆ posição (trem)

Arquitetura Conceitual CBTC II



Conclusões

- ◆ O Programa de Segurança do Sistema CBTC deve enfatizar a prevenção de acidentes pela identificação e resolução de perigos de maneira sistemática (Processo de Análise de Risco)
- ◆ É altamente recomendável que exista uma Certificação de Segurança dos componentes vitais do sistema CBTC realizada por agências independentes

◆ João Batista Camargo Jr.

■ joao.camargo@poli.usp.br

◆ Jorge Rady de Almeida Jr.

■ jorge.almeida@poli.usp.br

◆ Paulo Sérgio Cugnasca

■ paulo.cugnasca@poli.usp.br