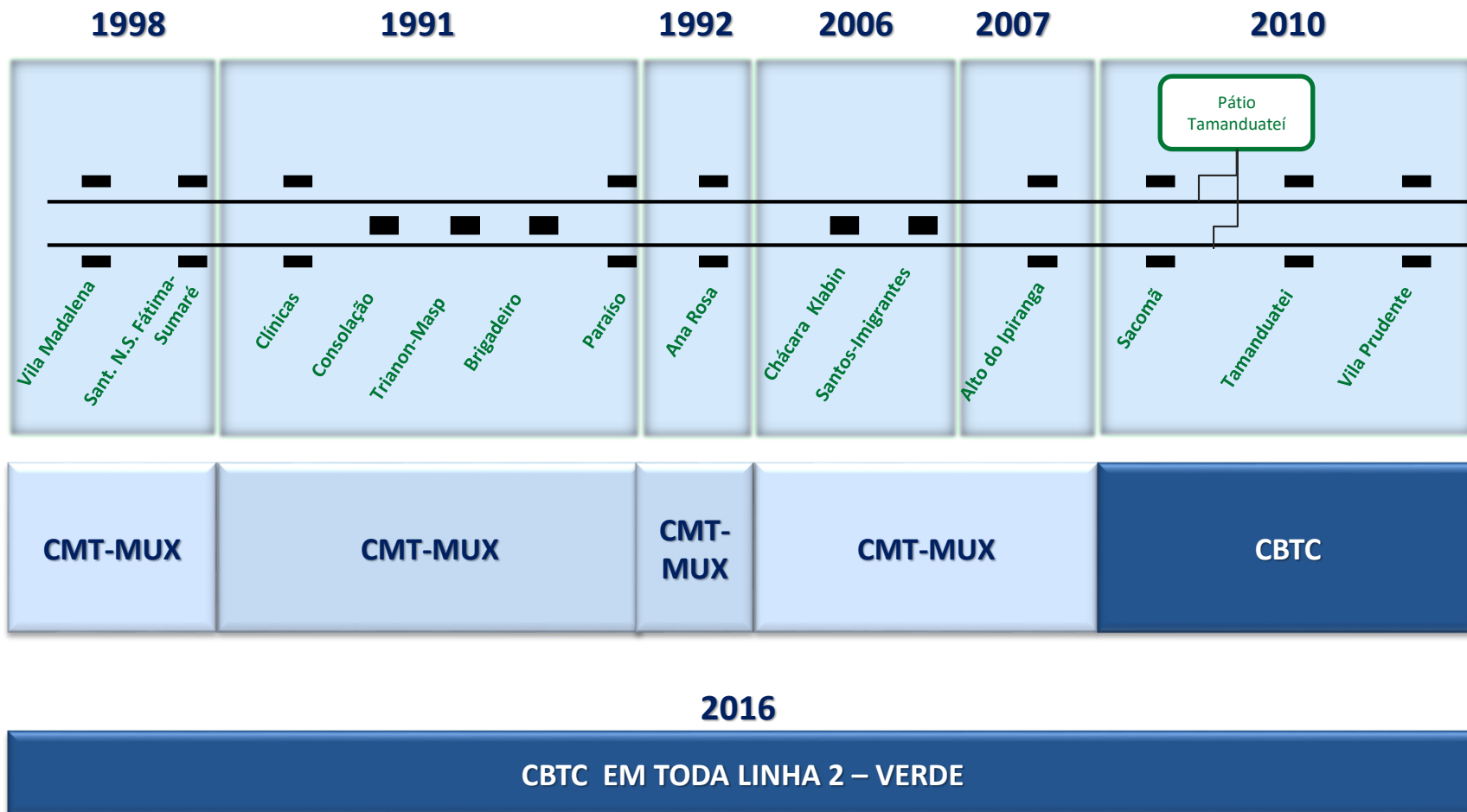

Evolução do Sistema de Sinalização Linha 2 – Verde

Milton Gioia Jr.
Carlos Alberto de F. Timóteo



São Paulo
Setembro 2017

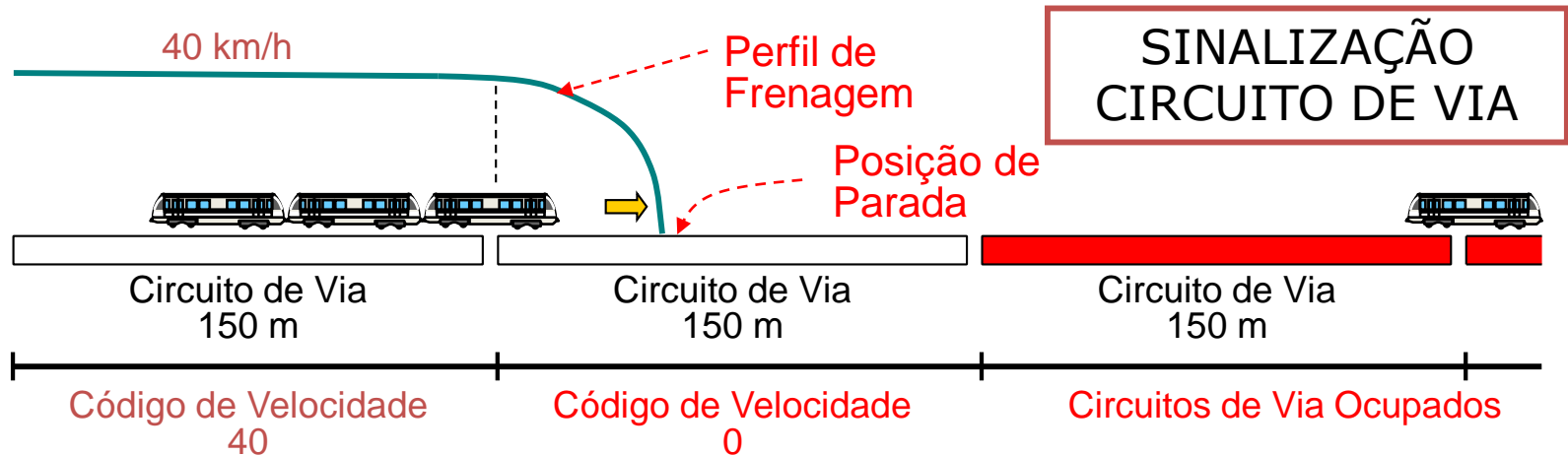


CMT-MUX: Sinalização microprocessada (bloco fixo)

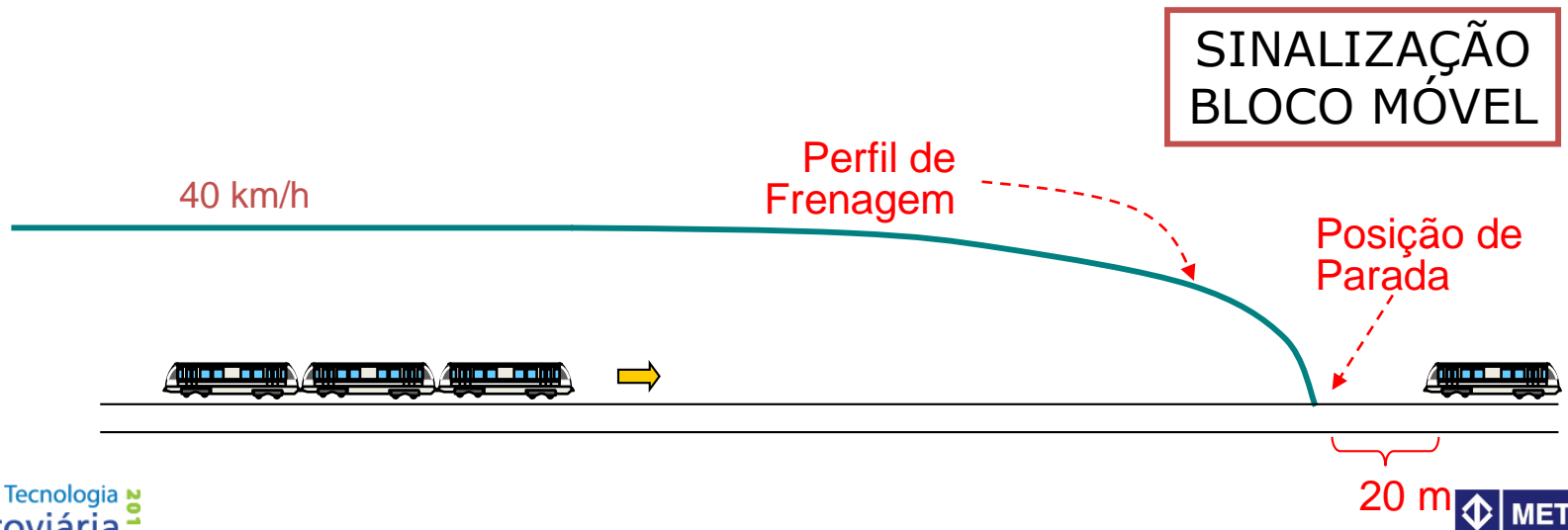
CBTC: Communication Based Train Control (bloco móvel)

Sinalização: Bloco Fixo x Bloco Móvel

ATP – AUTOMATIC TRAIN PROTECTION

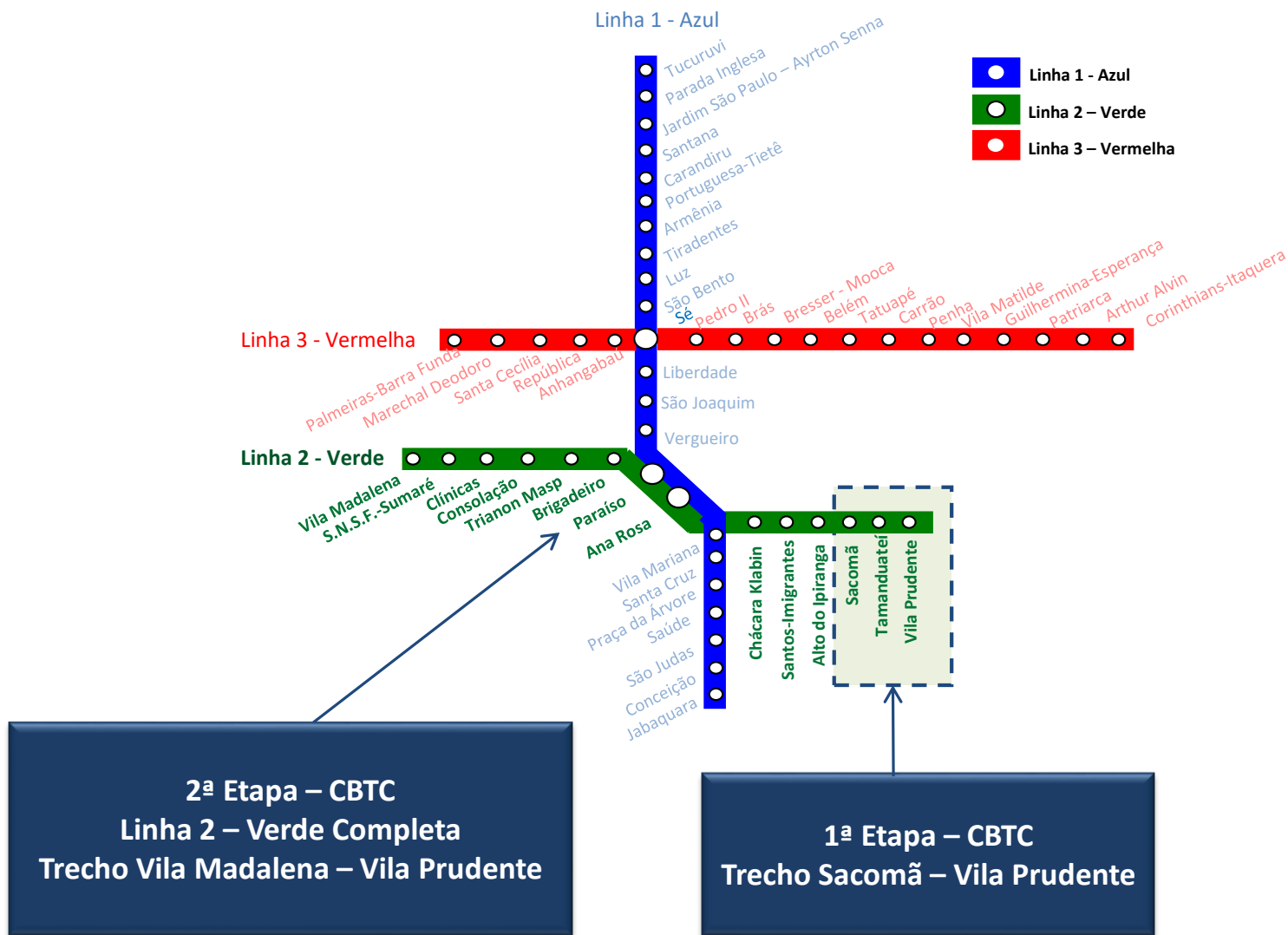


CBTC - COMMUNICATION BASED TRAIN CONTROL



Implantação do Sistema CBTC Linha 2 – Verde

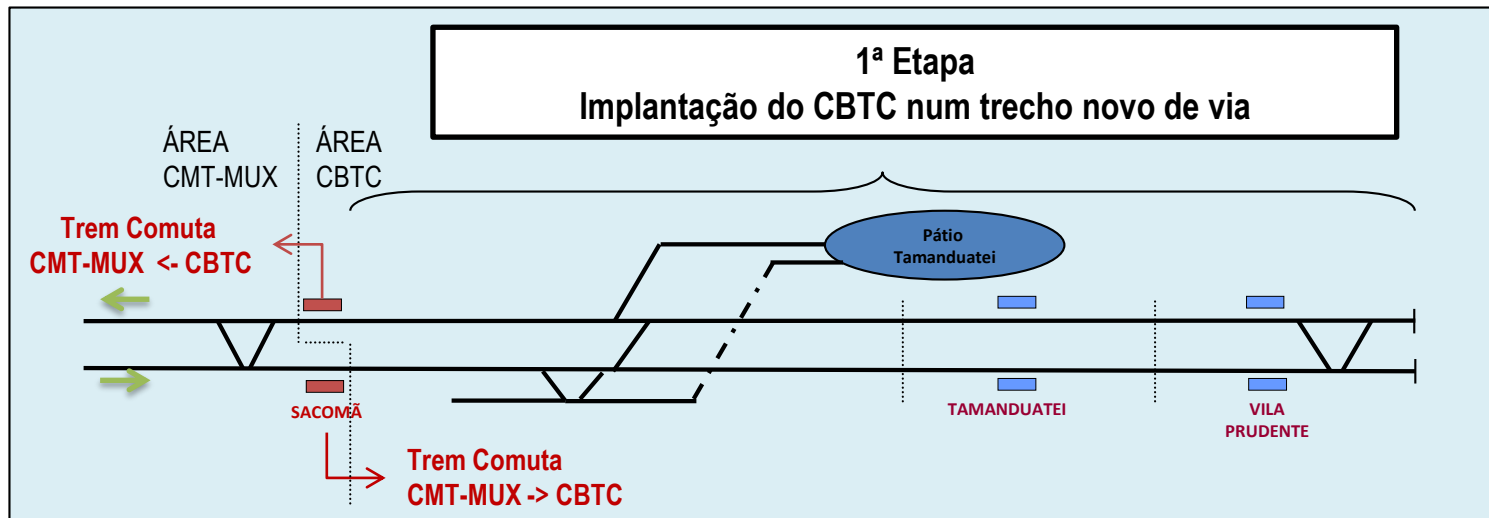
Implantação do Sistema CBTC na Linha 2 – Verde



1ª Etapa de Implantação do CBTC

CBTC no trecho Sacomã – Vila Prudente

Em operação comercial a partir de Agosto de 2010



- CMT-MUX – Operação em Bloco Fixo
- CBTC – Operação em Bloco Móvel

2ª Etapa de Implantação do CBTC

Migração Simultânea em toda a Linha

- Interface com o Sistema de Sinalização antigo ficou restrita apenas às máquinas de chave, sinaleiros e sistemas do trem
- Validação de segurança das interfaces foi simplificada
- Não houve etapas provisórias, portanto, menor quantidade de testes e menor risco de interferência na operação comercial

Migração em Fases

- Fase A – Instalação e Comissionamento
- Fase B – *Shadow Running*
- Fase C – Fase de Chaveamento e Comissionamento Integrado
- Fase D – Operação em CBTC

Fase A – Instalação e Comissionamento

- Atividades realizadas durante o dia
 - Instalação de equipamentos nas salas técnicas, pátios, trens e Centro de Controle
 - Testes Isolados de equipamentos nos pátios e trens
 - Testes integrados realizados na plataforma de teste de fábrica

- Atividades realizadas durante a noite
 - Instalação de cabos, balizas, rádios, contadores de eixos, máquinas de chave, sinaleiros
 - Comissionamento de equipamentos nas vias, estações, pátio e Centro de Controle

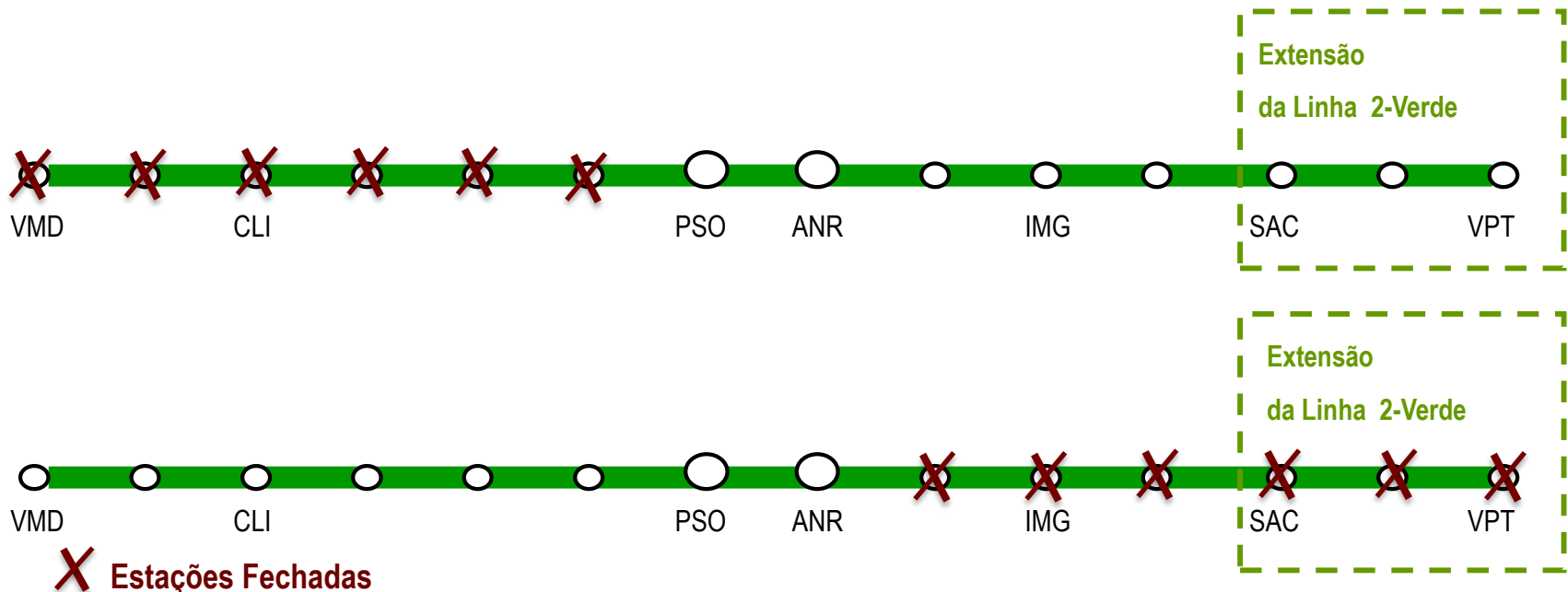
Fase B – *Shadow Running*

- Características
 - Sistema de Sinalização antigo permaneceu controlando a linha
 - Sistema CBTC em *standby* sem nenhum comando sobre a linha, apenas monitorando a movimentação dos trens
- Resultados obtidos:
 - Realização de parte dos testes do Sistema CBTC, tais como:
 - Cobertura do Sistema de Rádio
 - Monitoração e Localização de Trem
 - Antecipação de possíveis desvios de projeto

Fase C – Chaveamento e Comissionamento

- Características

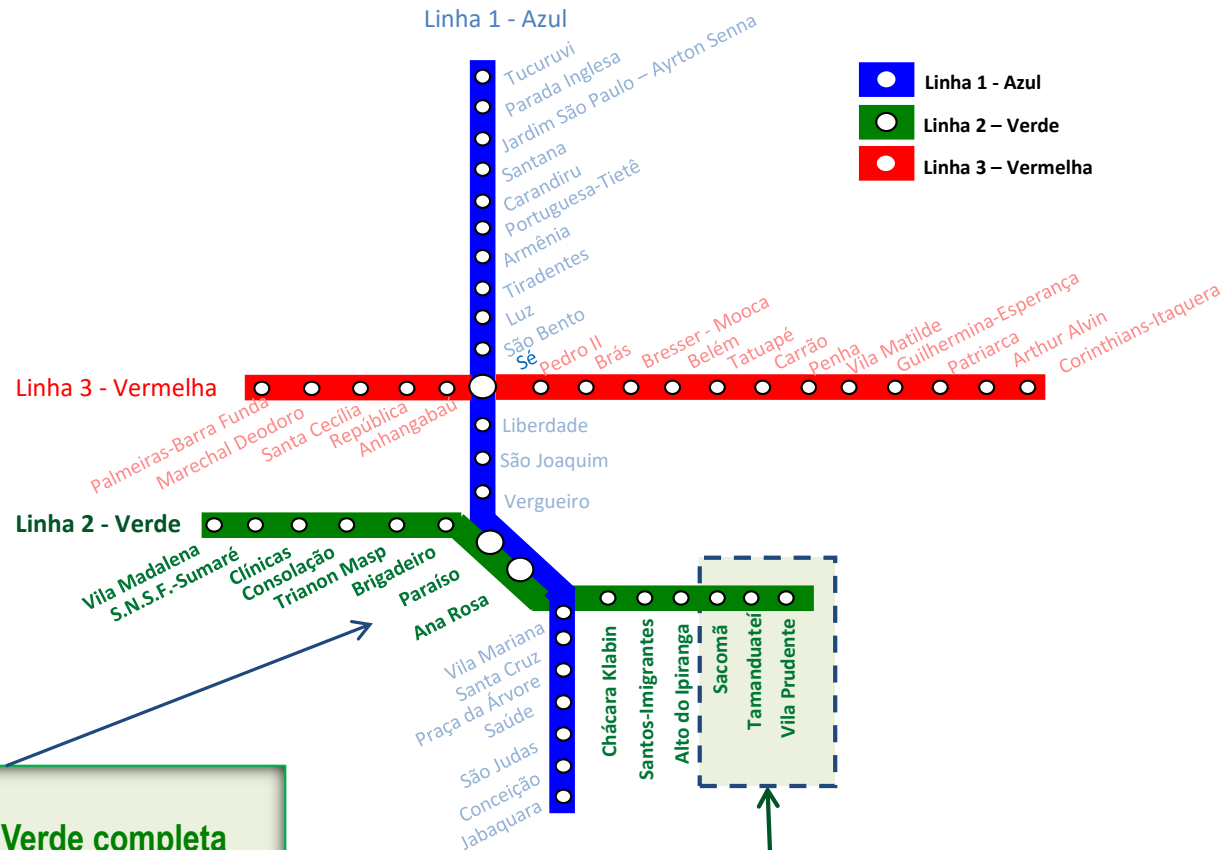
- Testes integrados realizados entre 01h00 e 04h00 de 4 a 5 vezes por semana e com fechamento parcial da linha em alguns finais de semana



Fase D – Operação em CBTC

- Processo de colocação em operação na Linha 2-Verde
 - Inicialmente a operação do Sistema CBTC foi apenas nos domingos
 - Posteriormente a operação do Sistema CBTC foi estendida para os finais de semana
 - Finalmente o sistema CBTC foi liberado para a operação em todos os dias da semana

Datas Marco do Processo de Migração



CBTC na Linha 2-Verde completa
Operação Comercial
Domingos – Outubro 2013
Final de Semana – Março 2014
Dias de Semana – Fevereiro 2016

CBTC no trecho novo da Linha 2-Verde
Operação Comercial – Agosto 2010

- Redução do consumo de energia

Ano	KWh/ trem.km	Redução de Consumo
2015	23,9	-
2016	21,6	10%
2017	21,1	13%

Nota: além do CBTC, trens novos e modernizados também contribuíram com a redução de consumo

- Redução de interferências causadas pelo sistema de sinalização

Ano	Tempo de Interferência Média Mensal Anualizada (minutos)
2015	91,3
2016	65,5
2017	24,4

- Redução do número de viagens canceladas
- Melhor regularidade do tráfego e eliminação das paradas entre estações (paradas por ATP)

- A migração não causou interferências na operação comercial, exceto o fechamento parcial da linha em alguns domingos;
- A estratégia de realização de testes por setores de linha se mostrou adequada, pois possibilitou corrigir problemas antes da liberação de toda a linha;
- Testes realizados na Plataforma de Teste em Fábrica possibilitou a redução de testes em campo;
- O excesso de versões de software para correção de problemas estendeu o prazo de migração;
- A fase de *Shadow Running* foi pouco aproveitada, pois somente permitiu a verificação do sistema de rádio e de localização parcial de trens.

- Para os futuros projetos, sempre levar em conta os acertos e os erros percebidos na condução do empreendimento;
- O projeto e sua implantação devem ser planejados de forma realista, utilizando-se as experiências de outros metrô do mundo como referência, exitosas ou não;
- O desenvolvimento do projeto e de sua implantação deverão estar sempre alinhados com as demais atividades do empreendimento: construção civil, arquitetura, implantação de outros sistemas, operação;
- A implantação do CBTC na Linha 2-Verde é muito importante para aprendizado de implantação, tanto em linhas novas quanto em linhas em operação;
- Manter a Autoridade atualizada quanto aos riscos e andamento do empreendimento.

Obrigado.

Milton Gioia Jr.
Carlos Alberto de F. Timóteo