

CATEGORIA 3

Desafios e Inovações no Projeto Básico de Sistemas de Sinalização e Centro de Controle Centralizado da Extensão da Linha 2 - Verde

AUTORES

INTRODUÇÃO

1. Descrição da Linha 2 – Verde do Metrô de São Paulo

A Linha 2-Verde do Metrô de São Paulo conta hoje com um trecho operacional de 14,7 km e 14 estações, ligando as estações terminais Vila Madalena e Vila Prudente. Segundo o Relatório Integrado – 2019 do Metrô SP esta linha opera com headway médio de 128 segundos o que equivale a uma capacidade de transporte de 45.700 lugares/hora/sentido considerando 6 passageiros por m². Esta linha transportou em 2019 uma média de 775 mil passageiros/dia útil e realizou 833 viagens/dia útil. Sua frota é composta por 27 trens.

Esta linha conta com o sistema sinalização CBTC – Communication-Based Train Control, que é o sistema mais moderno e eficiente atualmente disponível no mercado, sendo o

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



estado atual da arte. Este sistema caracteriza-se pela alta resolução na detecção da localização dos trens realizada pelos equipamentos de bordo instalados nos trens e sendo transmitidos por links de dados de alta capacidade para os sistemas a margem de via. Estas características conferem ao CBTC a vantagem de determinar a locação do trem com precisão de poucas unidades de metros. Para comparação, o sistema antigo – ATC baseado em circuitos de via em frequência de áudio, poderia detectar o trem com centenas de metros de erro, o que não significa um problema de segurança, apenas de desempenho. Por conta do menor erro na localização dos trens o sistema CBTC consegue aproximar mais os trens e, portanto, extrair mais desempenho da infraestrutura disponível.

Este sistema também está sendo implantado nas linhas 1-Azul e 3-Vermelha de forma a manter-se a interoperabilidade de trens entre estas linhas, portanto ao término da modernização do sistema de sinalização das Linhas 1-Azul e 3-Vermelha os 142 trens que o Metrô SP tem atualmente poderão circular em qualquer uma delas conforme necessidade operacional.

A operação da Linha 2-Verde atualmente é feita com operadores de trem e seu sistema de sinalização proporciona o nível de automação DTO-Driverless Train Operation ou -GoA3.

O Sistema de Controle Centralizado – SCC da Linha 2-Verde é composto basicamente pela parte de tráfego – Sistema de Controle de Tráfego – SCT e pela parte do SCADA para aquisição de dados, controle e monitoramento dos demais sistemas operacionais (energia,

fluxo de passageiros, auxiliares, etc.). O sistema SCT é basicamente o ATS – Automatic Train Control que faz parte do sistema CBTC. Já o sistema SCADA da Linha 2-Verde hoje é um conjunto de vários fornecimentos à medida que a linha foi sendo expandida.

2. Histórico do Empreendimento da Extensão da L2

A extensão da Linha 2-Verde ligará a estação Vila Prudente à estação Dutra no município de Guarulhos, o segundo mais populoso do estado de São Paulo, onde fará integração com a futura Linha 19-Celeste. Serão acrescidos 13,9 km de extensão operacional e 13 novas estações. Estão previstos no projeto ainda um novo pátio de manutenção – Pátio Paulo Freire – um novo pátio de estacionamento – Estacionamento Rapadura e obras de ampliação do Pátio Tamanduateí. A frota será acrescida em 35 trens.



Figura 1 – Extensão completa da Linha 2-Verde

A Linha 2-Verde, ao término da expansão, ficará com 29,1 km de extensão e 27 estações.

Atual: Vila Madalena a Vila Prudente	+	Extensão : Vila Prudente a Dutra	=	Linha 2 – Verde (configuração final)
<ul style="list-style-type: none">• 14,7 km de extensão• 14 estações		<ul style="list-style-type: none">• 14,4 km de extensão• 13 estações		<ul style="list-style-type: none">• 29,1 km de extensão• 27 estações

Figura 2 – Composição da Linha 2 ao término do empreendimento.

No ano de 2014 foram assinados os primeiros contratos do projeto executivo e iniciadas sua elaboração. O início da obra civil previsto para março de 2015 foi postergado naquele ano e frente a restrições financeiras decidiu-se pela suspensão temporária destes contratos.

No ano de 2019 o Metrô SP, após intenso trabalho de estudos de viabilidade e análise de alternativas de implantação finalmente optou pela retomada da implantação do trecho de Vila Prudente até Penha, compreendendo 8 km de extensão operacional e 8 novas estações. A implantação da Fase 3, que é o trecho Penha – Dutra incluindo o pátio Paulo Freire permanece suspensa.

Não era previsto originalmente uma fase operacional até Penha, a extensão da Linha 2-Verde seria implantada em duas fases, sendo a primeira de Vila Prudente até Vila Formosa, e a segunda de Vila Formosa até Dutra, incluindo o Pátio Paulo Freire.

A nova estratégia de implantação do trecho Vila Prudente – Penha se dará em duas fases operacionais, sendo a Fase 1 de Vila Prudente até Vila Formosa, compreendendo aproximadamente 4,4 km de extensão operacional e 4 novas estações, incluindo também o

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



pátio de estacionamento Rapadura, situado a leste da estação Vila Formosa, e a obra de ampliação do Pátio Tamandateí.

A Fase 2 compreende o trecho da estação Vila Formosa até Penha compreendendo aproximadamente 3,6 km e mais 4 novas estações.

Para a operação de Vila Prudente até Penha – a frota será acrescida em 22 novos trens.

Destaca-se como benefício desta nova estratégia de implantação a viabilização da integração com a Linha 3-Vermelha na estação Penha, o que irá proporcionar nova opção de deslocamento na malha ferroviária aos passageiros.

A nova configuração nas manobras de trens proporcionada pela expansão da Linha 2-Verde permitirá a redução do headway mínimo operacional para até 100 segundos, uma redução de 20 segundos – o headway mínimo operacional hoje é de 120 segundos sendo limitado pela manobra na estação Vila Prudente – e em termos de capacidade de transporte significa um aumento de 48.000 para 57.600 lugares/hora/sentido, considerando 6 passageiros por m², ou seja, um acréscimo de 9.600 lugares/hora/sentido ofertados, o que ajudará a reduzir o impacto do aumento da demanda frente a chegada da Linha 5-Lilás em Chácara Klabin e da Linha 15-Prata, conectada com a Linha 2-Verde em Vila Prudente e que chegou à estação São Mateus transportando na ordem de 300 mil passageiros por dia.

DIAGNÓSTICO

3. Desafios na implantação do sistema de sinalização e controle centralizado da Extensão da Linha 2-Verde

Com a necessidade de expansão da Linha 2-Verde, que já é equipada com um sistema de sinalização CBTC, temos o desafio de realizar pela primeira vez uma expansão deste sistema no Metro SP.

Pelo fato do sistema CBTC atualmente em operação na Linha 2-Verde usar tecnologia proprietária, como acontece para qualquer outro sistema CBTC de qualquer fornecedor, se faz necessária uma importante tomada de decisão em relação a forma de contratação deste sistema, levando em conta os aspectos técnicos, administrativos e jurídicos envolvidos nesta decisão.

Existem duas principais opções, realizar uma contratação direta do mesmo fornecedor do sistema em operação comercial ou realizar uma licitação aberta para qualquer fornecedor.

3.1. Contratação Direta – Notória Especialização

A contratação direta, conforme “Lei das Estatais” – 13.303 de 30 de junho de 2016, é permitida quanto houver inviabilidade de competição na aquisição de produtos e serviços que só possam ser fornecidos por um produtor, empresa ou representante exclusivo com notória especialização. Ainda conforme esta lei “considera-se de notória especialização o

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



profissional ou a empresa cujo conceito no campo de sua especialidade, decorrente de desempenho anterior, estudos, experiência, publicações, organização, aparelhamento, equipe técnica ou outros requisitos relacionados com suas atividades, permita inferir que o seu trabalho é essencial e indiscutivelmente o mais adequado à plena satisfação do objeto do contrato.”.

Para realizar uma contratação nesta modalidade, a lei 13.303 requer a apresentação da razão da escolha do fornecedor ou do executante e a justificativa do preço, pois “se comprovado, pelo órgão de controle externo, sobre preço ou superfaturamento, respondem solidariamente pelo dano causado quem houver decidido pela contratação direta, o fornecedor ou o prestador de serviços.” Destaca-se que “permitir ou facilitar a aquisição, permuta ou locação de bem ou serviço por preço superior ao mercado” é enquadrado como improbidade administrativa conforme item V do Art.10 da seção II da lei nº 8.429, de 2 de junho de 1992-chamada de “Lei de Improbidade Administrativa”.

O risco administrativo/jurídico apresentado acima é potencializado devido a interpretações destas leis que levam a “considerar ato de improbidade, até prova em contrário a ser produzida em processos que duram muitos anos, todos os atos de gestão de que o Ministério Público discorde”, conforme exposto num artigo publicado na Folha em 01/11/19 com autoria de um ex-diretor do Metrô-SP.

Além de obviamente atender plenamente a lei 13.303 apresentando razão técnica detalhada para a contratação direta bem como justificativa de preços, consultores

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



independentes tem recomentado como forma de ajudar a mitigar este risco o contato das áreas técnicas e jurídicas do Metrô-SP com os órgão fiscalizadores, de forma a apresentar e discutir em avanço estas questões e obter subsídios e recomendações, demonstrando assim transparência e lisura em relação ao processo de aquisição por compra direta. Esta abordagem vem sendo utilizada com sucesso pelo Ministro da Infraestrutura e do Transporte, o edital da Concessão da Ferrovia Norte Sul, onde documentos referentes ao edital foram analisados pelo Tribunal de Contas da União-TCU antes de sua publicação, que deu o seu aval.

Destaca-se também o risco de paralização de contratos/obras em função de alguma suspeita de irregularidade, o que pode causar prejuízos a sociedade, impactando os prazos das obras, mesmo sem que as eventuais suspeitas de irregularidades se confirmem, ou ainda levam a um prejuízo ainda maior ao agravar ainda mais o prejuízo de uma eventual irregularidade.

A respeito deste assunto, a Câmara Brasileira da Indústria e da Construção – CBIC publicou em junho deste ano um estudo com o título “O Labirinto das Obras Públicas”, disponível em seu site. Esta publicação discute os entraves enfrentados na execução das obras públicas e as relações entre contratantes, contratados e controladores das obras públicas, fator que segundo a publicação é um grande causador da paralisação de empreendimentos no país. Propõem-se então uma melhoria nestas relações objetivando garantir a entrega dos empreendimentos à sociedade com prazo, custo e qualidade requeridos.

Aborda-se também uma questão chamada de “apagão das canetas” – o temor de gestores públicos de assinar documentos e comprometer-se como pessoa física mediante a Justiça, prejudicando o funcionamento do Estado. Propõem-se enfim a prática da gestão de riscos para fundamentar as tomadas de decisão e conferir maior segurança jurídica, bem como medidas de curto prazo de forma melhorar o diálogo entre controlador e controlado.

3.2. Nova Licitação

A contratação dos sistemas de sinalização e controle centralizado para a extensão da Linha 2-Verde, através de uma nova licitação, pode ser feita por duas formas principais: A troca do sistema existente junto ao fornecimento para a extensão ou a contratação de outro sistema para a extensão coexistindo com o existente.

Podemos afirmar tecnicamente que ambas as duas soluções elencadas acima apresentam desvantagem em relação a contratação direta do fornecedor do trecho existente, visto que o sistema CBTC usa tecnologia proprietária e é incapaz de interfacear com um sistema de outro fornecedor, ao menos no estado de desenvolvimento atual.

3.2.1. Troca do sistema existente junto ao fornecimento para a extensão

Para a troca do sistema de sinalização existente por um novo a equipar a linha por completo haveria a necessidade de coexistência de ambos os sistemas durante a sua implantação, bem como da necessidade de criação de interfaces para os elementos de via,

tais como sinaleiros, máquinas de chave, contadores de eixo possibilitando o chaveamento destes elementos para o sistema novo ou velho através de um “comutador” (day/night switch), similar ao que foi feito na implantação do CBTC sobre o antigo ATC na modernização das Linhas 1, 2 e 3. Haveria também a necessidade de instalação de dois equipamentos de bordo nos trens, o que pode ser problemático devido a disponibilidade de espaço físico. A substituição de um sistema CBTC por outro possivelmente seria algo inédito no mundo.

Uma importante desvantagem seria a perda da interoperabilidade de trens entre as Linhas 1, 2 e 3 do Metrô-SP.

Poderiam ser necessários outros fornecimentos para garantir a disponibilidade de energia ininterrupta e o espaço físico para os dois sistemas.

Do ponto de vista de risco administrativo/jurídico, poderia ser questionado por que um sistema, no caso o sistema CBTC em operação na Linha 2-Verde, estaria sendo descomissionado sendo que ainda está longe do fim de sua vida útil especificada.

Em relação a operação e manutenção, haveria a necessidade de treinamento completo do sistema novo. As áreas de manutenção e operação já têm contato com o sistema em operação a cerca de 10 anos, possuindo uma certa maturidade operacional, muito importante para uma operação segura e eficiente.

3.2.2. Contratação de outro sistema para a extensão coexistindo com o existente

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



Esta alternativa de implantação necessitaria de uma sobreposição dos dois sistemas na região de fronteira entre eles, onde o sistema seria chaveado através de algum procedimento operacional, o que inviabilizaria a operação com grau de automação UTO/Goa4 na linha inteira.

Perigos do ponto de vista de segurança (safety) em relação a esta zona de transição entre os sistemas teriam de ser mapeados e mitigados.

O inconveniente de se ter dois sistemas de bordo instalado nos trens também ocorreria nesta alternativa.

As funcionalidades de ATS dos dois sistemas CBTC não funcionariam de forma integrada, impossibilitado usufruir plenamente das capacidades deste sistema e podendo vir a prejudicar o desempenho operacional da Linha.

Uma eventual necessidade de desenvolvimento de uma interface com o sistema existente implicaria na necessidade de contratação daquele fornecedor de qualquer forma.

Como na alternativa anterior, também haveria necessidade de treinamentos de operação e manutenção para este novo sistema, a linha ficaria dividida em dois sistemas diferentes o que geraria uma complexidade a mais em sua operação, podendo levar a erros humanos que afetam diretamente a segurança e o desempenho.

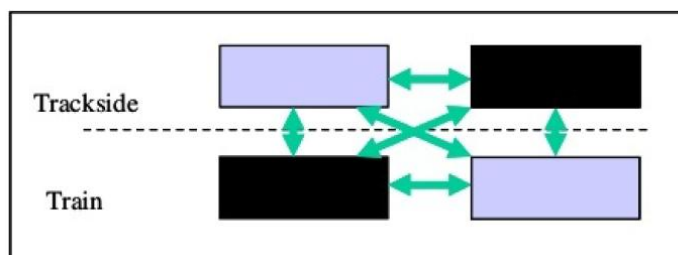
Em suma, a contratação direta do fornecedor do sistema atualmente em operação seria a melhor escolha do ponto de vista técnico, sendo necessário a mitigação dos riscos

administrativos/jurídicos apontado, bem como das inovações técnicas necessárias para a contratação e implantação da extensão.

3.2.3. O que fazer nas linhas novas?

Todas as linhas tendem a ser implantadas em trechos, em função da distribuição dos deslocamentos dentro da malha metroferroviária e principalmente dos recursos financeiros disponíveis pelo patrocinador. Desta forma, se faz necessário avaliar qual será a opção de sistema para estas linhas novas de forma a mitigar os problemas supracitados na implantação de suas futuras extensões.

Operadoras de alguns dos maiores sistemas de Metrô do mundo vem investindo na interoperabilidade entre sistemas de fornecedores diferentes desde o início da implantação do CBTC em suas linhas. A interoperabilidade no âmbito de um sistema CBTC pode ser definido como uma linha de metrô operando com um sistema de sinalização composto de subsistemas de dois ou mais fornecedores, permitindo, por exemplo, combinar equipamento de bordo de um fornecedor A com equipamento de via de fornecedor B e vice-versa, bem como trechos de via equipados por fornecedor A, B ou C, fazendo interface entre si e com um mesmo sistema ATS (Centro de Controle) de qualquer fornecedor.



26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



FONTE: CBTC Interoperability: From Real Needs to Real Deployments – New York’s Curlver CBTC Test Track Project – Gabriel Colceag e

Gerard Yelloz – Metrorail, London, 28 de março de 2012

Busca-se então que linhas com sistema CBTC não fiquem “rotuladas” com um único fornecedor, permitindo a subdivisão da implantação do sistema de uma linha em vários fornecedores de forma aumentar a probabilidade de cumprimento do prazo de conclusão do projeto e promovendo a linha concorrência entre os fornecedores em igualdades de condições, como reza a lei 13.303.

MTA-NYCT

O projeto mais notável de interoperabilidade em sistemas de sinalização CBTC seria o da MTA-NYCT, o metrô de Nova Iorque.

Este projeto iniciou-se por volta de 1997, quando da implantação do CBTC na linha L-Carnisie. Para este fornecimento o metrô de Nova Iorque adotou uma estratégia de “Líder-Seguidor”, onde o líder forneceria o sistema para a linha L-Carnisie e elaboraria um documento de especificação de interfaces e interoperabilidade - “Interoperability Interface Specification ou I2S”, e as seguidoras adequariam seus sistemas para serem compatíveis e assim aptos a fornecerem seus sistemas para os futuros contratos.

Ao longo dos anos vários outros contratos foram feitos para a sinalização de outras linhas como a 7-Flushing e a Queens Boulevard (QBL) e também para o desenvolvimento de via de testes e ambiente de simulação para o desenvolvimento de vários fornecedores.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Como resultado dos esforços, iniciados nos anos 90, somente em 2015, após 25 anos, com a linha QBL a interoperabilidade foi realmente posta em prática, sendo o fornecimento dividido entre os dois únicos fornecedores homologados até então. Existe um contrato em andamento para a homologação de um terceiro fornecedor.

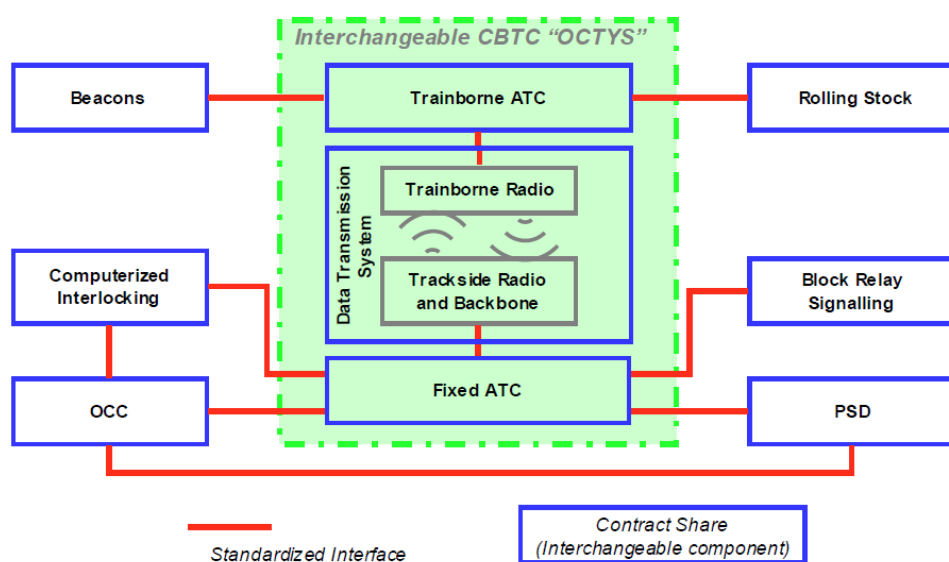
RATP-Paris

Outro notável esforço em relação a interoperabilidade é da RATP de Paris, com seu projeto denominado OURAGAN e posteriormente OCTYS.

O projeto OURAGAN - Offre Urbaine Renouvelée et Améliorée, Gérée par un Automatisation Nouveau, ou em português algo como “oferta urbana renovada, melhorada e automática”, foi um programa de modernização dos sistemas de sinalização e controle centralizado de sua rede metroferroviária. Inicialmente priorizou-se a modernização das linhas 1 e 13 e a implantação da nova linha 14-Meteor. Para as demais linhas (3, 5, 9, 10 e 12) novas diretrizes foram anotadas e o programa a ser implantado nestas linhas foi chamado de OCTYS, acrônimo para Open Control of Trains, Interchangeable and Integrated System.

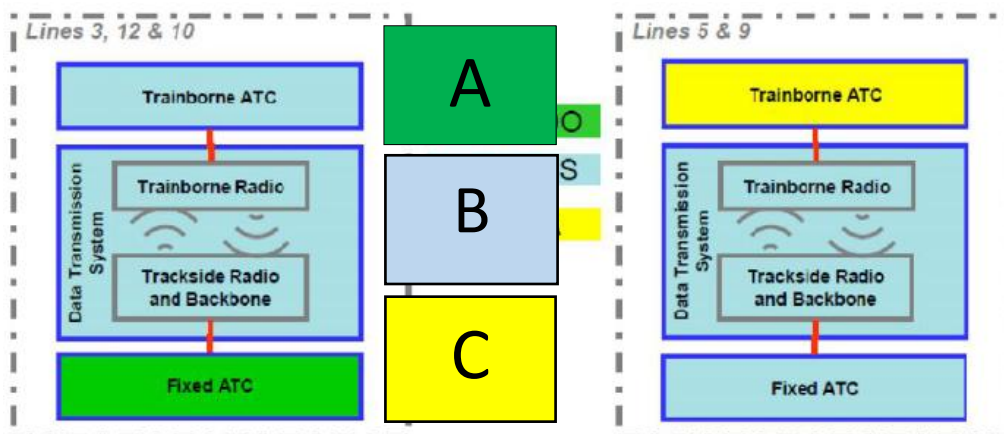
O conceito do programa OCTYS foi definido como “Interchangeability Concept” ou Conceito de Intercambialidade. Eles visavam desenvolver sistemas intercambiáveis que permitissem manter competitivas e justas as futuras concorrências, reduzindo os custos nestas aquisições e permitir a evolução tecnológica ao longo de um horizonte planejado de 25 anos. Neste conceito, a aquisição de um módulo de qualquer fornecedor poderia

interfacer com o sistema existente, portanto foi desenvolvido uma documentação denominada “Interchangeability baseline Definition- RdDI, com especificação de requisitos funcionais de sistemas e interfaces, e safety-case de produto e da aplicação genérica. O objetivo final então era ter uma solução única para todas as linhas com um sistema genérico cujas interfaces entre os módulos seriam padronizadas.



Fonte: Apresentação OCTYS CBTC Project – Département ING/STF (Transport System Unit of the Engineering division) of RATP – Open Control of Train Interchangeable & Integrated System – Nicolas Estivals

Em 2004 os contratos foram distribuídos entre os fornecedores da seguinte forma:



Fonte: Apresentação OCTYS CBTC Project – Département ING/STF (Transport System Unit of the Engineering division) of RATP – Open Control of Train Interchangeable & Integrated System – Nicolas Estivals

Em 2013 as linhas 3 e 5 estavam comissionadas e as demais ainda pendentes de comissionamento.

ETCS/ERTMS

Outro caso importante de interoperabilidade é o do ETCS/ERTMS. O ETCS – European Train Control System é a parte de sinalização do ERTMS – European Rail Traffic Management System, concebido para substituir os antigos sistemas de segurança (safety) ATP que eram incompatíveis entre si, promovendo a interoperabilidade de forma a permitir que os trens atravessassem as fronteiras dos países Europeus, com sistemas de diferentes fabricantes, de forma transparente e com segurança. Padronizou-se as interfaces, ou seja, a comunicação entre os sistemas, sendo obrigatório que os sistemas de qualquer fornecedor de ETCS/ERTMS obedeça a tais especificações de comunicação.

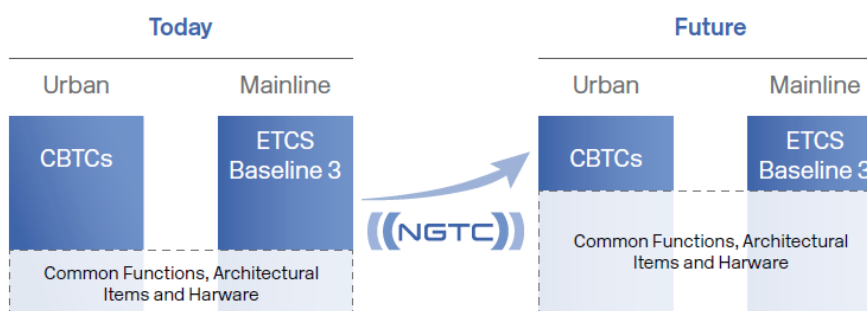
O sistema ETCS é especificado em 3 níveis, sendo o nível 1 um sistema de bloco fixo com comunicação intermitente das autorizações de movimento através de balizas, o nível 2

também de bloco fixo porém com comunicação contínua através de rádio GSM-R, e o nível 3 que seria bloco móvel, como o CBTC, com comunicação contínua e bidirecional transmitindo não apenas autorização de movimento, mas também a localização do trem e outras informações.

O ETCS/ERTMS teve como objetivo desde o início a interoperabilidade para facilitar as viagens internacionais entre os países da Europa, sendo sua implantação apoiada pela administração da União Européia.

NEXT GENERATION TRAIN CONTROL (NGTC)

O projeto NEXT GENERATION TRAIN CONTROL (NGTC) visa combinar as vantagens dos sistemas ETCS/ERTMS com o sistema CBTC, criando um sistema padronizado com a interoperabilidade do ETCS e as funções avançadas de ATO, separação por bloco móvel e a operação UTO do CBTC.



Fonte: www.ngtc.eu D9.5 Project Leaflet Second Version

Foram analisadas as semelhanças e diferenças de ambos os sistemas e levantou-se então requisitos para ferrovia (ETCS) e para Metrô (CBTC).

Dentro do escopo do projeto do NGTC, um estudo feito pela UITP com operadoras e todo o mundo classificou requisitos de interoperabilidade como essenciais.

Um dos requisitos essenciais apontados era o das extensões de linhas CBTC, descrita como “a possibilidade de selecionar um fornecedor diferente do que forneceu o sistema já instalado no trecho existente da linha quando esta for estendida”. Outro requisito classificado como essencial foi a possibilidade de aquisição de novos trens com CBTC, permitindo a seleção de novo fornecedor para os equipamentos de bordo, e a possibilidade de compartilhar trens entre linhas com sistemas de fornecedores diferentes.

As necessidades apontadas projeto NGTC vão ao encontro dos desafios enfrentados pelo Metrô de São Paulo na expansão de uma Linha.

4. Características e inovações no Projeto Básico do Sistema de Sinalização e Controle Centralizado

4.1. Conceitos

Diante de todos estes desafios para a implantação de uma Extensão, foi necessário repensar a elicitação e organização dos requisitos do projeto Básico, os quais estão alinhados com o conceito de um banco de dados de requisitos, através da ferramenta

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



DOORs, propiciando uma nova metodologia inovadora baseado em conceitos mundiais. O conceito desta nova estrutura de requisitos está alinhado com as normas internacionais CENELEC 5012x, especificamente a EN50126 e a correspondente IEC 62278 e que já faz parte do nosso grupo de normas técnicas nacionais ABNT NBR IEC 62278:2019, nas quais são definidos os termos “genérico” como sendo aplicáveis a todos os sistemas industriais, enquanto que o termo “específico” é a definição da aplicação no sistema metro ferroviário, lembrando que os requisitos genéricos devem ser considerados no contexto do sistema específico. Os produtos CBTC, através das normas IEEE 1474x, presentes no mercado mundial, já incorporam estes conceitos, os quais dividem o produto nas seguintes camadas: produto genérico, aplicação genérica e aplicação específica.

A parcela genérica do produto e da aplicação, para sistemas de missão crítica, corroboram para a elaboração de uma única certificação de segurança, chamada de Safety Case do produto e da aplicação genérica. Esta parcela genérica do produto e da aplicação possui uma elevada maturidade em função do seu uso em diversos projetos ao redor do mundo, ou seja, o nível de segurança do produto e da aplicação são comprovadas pelo seu tempo de uso ao redor do mundo sem acidentes ou incidentes notáveis registrados.

Já a parcela específica da aplicação dos produtos CBTC possui as características específicas do projeto da Linha, ou seja, a aplicação específica do CBTC contém todas as características físicas do perfil geométrico da via permanente, assim como, os dados específicos do material rodante e outras informações técnicas específicas da Linha.

4.2. Subdivisão de requisitos em genérico e específico

Com base em toda esta estrutura definida nos produtos CBTC, repensamos os nossos requisitos de projeto do sistema de sinalização e controle, frente a necessidade da estruturação da base de conhecimento de requisitos na ferramenta DOORs, na qual, poderemos vincular e rastrear cada requisito de projeto com as recomendações das normas internacionais, assim como com os respectivos requisitos do fornecedor, contribuindo para o processo de aceitação e “compliance” dos requisitos.

O conjunto de requisitos de um projeto são as características que o produto a ser fornecido deverá conter a fim de atender as necessidades do projeto, etapa importante na definição do escopo do projeto. Os requisitos devem contemplar todas as necessidades dos clientes para resolver determinado problema ou desafio. Afinal, são os requisitos que tem a propriedade de mensurar e tornar as necessidades tangíveis ⁽¹⁾.

A organização e a priorização dos requisitos são uma etapa importante no escopo do projeto, a técnica MoSCoW pode ser utilizada onde os requisitos especificados devem ser encaixados em cada letras M, S, C ou W ⁽¹⁾. (1) Livro Prof. Armando de Oliveira – Capotar é Preciso – Gestão de Projetos com Almyr Klink

M – Must Have: Tem que ter. Obrigatório. São necessidades absolutas, sem as quais a solução ou o projeto não funcionará. Faz parte do subconjunto mínimo utilizável (minimum useable subset) do produto.

S – Should Have: Esperado. Deveria ser contemplado, mas poderia ficar sem ele por algum tempo.

Talvez custe um pouco no longo prazo, mas sua ausência não chega a ser um desastre agora.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



C – Could Have: Poderia ter. Faz parte da “lista de desejos” e, por isso, será contemplado no escopo somente se tempo e dinheiro permitirem.

W – Won’t Have for now: Fora do escopo. Talvez seja uma boa ideia para a próxima versão do produto.

Aplicando a técnica MoSCoW nos conceitos de requisitos genéricos e específicos do produto CBTC, teremos:

M – Grande parte dos requisitos do produto e aplicação genéricos e uma parcela da aplicação específica;

S – Grande parte dos requisitos da aplicação específica;

C – Uma parcela pequena dos requisitos da aplicação específica;

W – Desejos e não necessidades do produto.

4.3. Benefícios

Estes conceitos da norma são importantes para elucidar a nova estrutura de requisitos do projeto Básico de Sistemas de Sinalização e Controle Centralizado, na qual teremos 02 (dois) documentos técnicos de requisitos, um para retratar os requisitos genéricos e alinhados com as normas internacionais e, o outro, que trata dos requisitos específicos do projeto para uma Linha metro ferroviária. Com esta organização e estrutura de requisitos, pretende-se garantir uma certa maturidade para uma expressiva quantidade de requisitos genéricos estima-se entre 60 – 70 %. Já o restante dos requisitos entre 40 – 30% seriam tratados na camada específica de cada Linha, os quais poderão sofrer alterações constantes e específicas com base na necessidade de cada Linha, seja funcional e não funcional.

Com esta organização e estruturação dos requisitos em genéricos e específicos, poderemos focar e detalhar de forma muito mais aprofundada a parcela específica para uma determinada Linha, considerando a sua complexidade e as fases de implantação necessárias em função das diretrizes determinadas pelo GESP (Governador do Estado de São Paulo), as quais são diferentes de projeto para projeto em função de diversos fatores: escopo, prazo, custo e recursos. Esta organização de requisitos facilitará a reutilização (reuso) dos requisitos existentes quando for demandada uma especificação para uma linha nova, uma vez que os requisitos específicos, que são os que deverão ser ajustados ao novo escopo, estão separados em um documento dedicado, e não pulverizados ao longo de um documento que abrange toda a especificação. Os requisitos genéricos vão sendo atualizados conforme a evolução das próprias normas envolvidas e das lições aprendidas com a experiência da implantação das linhas pelo Metrô SP.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

5. Estratégias de Implantação e Mitigação de Riscos Operacionais

A implantação das fases da Extensão Linha 2 – Verde deverá minimizar os riscos de implantação e não devem gerar impactos operacionais.

Durante a etapa dos estudos e desenvolvimento dos requisitos do projeto básico alguns riscos foram identificados, analisados e mitigados através de um plano de ação.

Importante observar que o nível de severidade foi avaliado considerando as medidas mitigadoras adotadas com o detalhamento dos requisitos do projeto básico, pois o seu desenvolvimento já promoveu uma significativa minimização dos riscos. No entanto, ainda é uma avaliação preliminar que deverá ser retomada nas etapas posteriores, considerando a eventual identificação de novos riscos ou ainda a reavaliação da criticidade dos riscos em decorrência de

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



mudanças de contexto, condições de contorno ou adoção de medidas de mitigação apropriadas e evidenciadas.

É preciso que se atente para o fato de que, apesar de algumas ações de mitigação já serem contempladas em projetos, alguns riscos ainda podem ter um nível de severidade alto, pois sua mitigação depende da adoção de ações adequadas na fase de executivo, inclusive no que se refere ao atendimento às premissas de projeto.

Esta avaliação preliminar considerou os seguintes níveis de probabilidade e impacto:

Probabilidade	P	Probabilidade (P) em %	Impacto	I	Nível de Impacto (escala de 0 a 25)
Improvável	1	$P \leq 20\%$	Mínimo	1	< 5
Baixa	2	$20\% < P \leq 40\%$	Baixo	2	Entre 5 e 10
Possível	3	Entre $40\% < P \leq 60\%$	Moderado	3	Entre 10 e 15
Provável	4	Entre $60\% < P \leq 80\%$	Significativo	4	Entre 15 e 20
Quase Certa	5	Acima de 80%	Alto	5	Acima de 20

Tabela 1 – Categorização das probabilidades e impactos

O grau de severidade ou criticidade é considerado pelo cruzamento da probabilidade e do impacto de cada risco, conforme modelo a seguir:

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

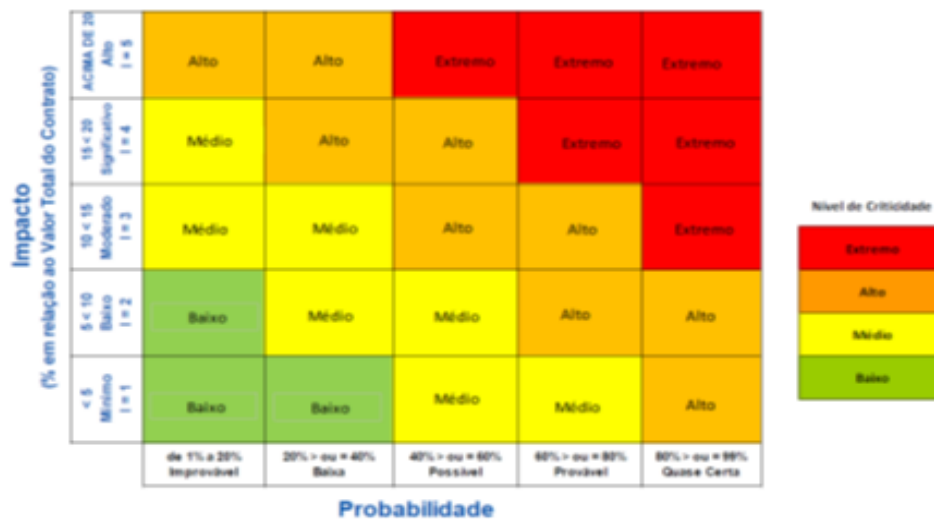


Figura 3 – Mapa de Risco (Gráfico de Riscos)

A matriz de risco (tabela) e mapa de risco (gráfico) apresentados a seguir ilustram, respectivamente, uma descrição de cada risco e a criticidade dos riscos identificados em uma fase preliminar.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



ID	Descrição de Riscos			Prob.	Imp.	Criticidade	(A - AMEAÇA) (O - OPORTUNIDADE)	Riscos Relacionados	Principais Ações de Mitigação Previstas
	Evento	Possíveis Causas	Principais Consequências						
1	Indisponibilidade operacional da Linha 2 - Verde causada pela troca de Hardware e Software do SCT para incorporar o trecho de via da Extensão para homologação e testes	Ausência de uma estratégia de segregação da Extensão	Atrasos e interrupções na Operação Comercial da Linha 2 - Verde	2	4	Alto	A		Implantação do SCT de contingência, num primeiro momento, segregado para homologação e testes de grande parte do Trecho da Extensão
2	Indisponibilidade operacional da Linha 2 - Verde causada pela troca de Hardware e Software dos equipamentos centralizados do CBTC (ZC, LC e CLC) para incorporar o trecho de via da Extensão para homologação e testes	Ausência de uma estratégia de segregação da Extensão	Atrasos e interrupções na Operação Comercial da Linha 2 - Verde	2	4	Alto	A		Implantação dos equipamentos centralizados CBTC, num primeiro momento, segregados para homologação e testes de grande parte do Trecho da Extensão
3	Reduzido horário de testes causados pela Operação da Linha 2 - Verde impactando no prazo e custos da Extensão	Falta de uma estratégia de segregação e compatibilização do cronograma	Maior prazo e aumento do custo da Extensão	3	2	Médio	A	1,2	Segregação do CBTC da Extensão (Greenfield), num primeiro momento, para homologar e testar a maior parte do trecho da Extensão, adquirindo maturidade na versão de software antes dos testes de interface com o trecho Operacional (Brownfield)
4	Indisponibilidade de testes da Extensão em paralelo com a Operação Comercial da Linha 2 - verde	Ausência de uma estratégia de segregação da Extensão	Maior prazo e aumento do custo da Extensão	3	2	Médio	A	1,2,3	Segregação do CBTC da Extensão (Greenfield), num primeiro momento, para homologar e testar a maior parte do trecho da Extensão, adquirindo maturidade na versão de software antes dos testes de interface com o trecho Operacional (Brownfield)
5	Dificuldade de convivência da implantação da Extensão em conjunto com a Operação Comercial da Linha 2 - Verde	Ausência de uma estratégia de segregação da Extensão	Impactos durante a Operação Comercial	3	3	Alto	A	1,2,3,4	Segregação do CBTC da Extensão (Greenfield), num primeiro momento, para homologar e testar a maior parte do trecho da Extensão, adquirindo maturidade na versão de software antes dos testes de interface com o trecho Operacional (Brownfield)
6	Possíveis impactos no prazo de execução da implantação da Extensão em função da Operação Comercial da L2 - Verde	Acessos para implantação fora do Horário Comercial	Maior prazo de implantação da Extensão	3	2	Médio	A	3,6	Prever no planejamento e cronograma um reserva de Hxh especializado.
7	Possíveis impactos no custo da obra e da implantação da Extensão em função da Operação Comercial da L2 - Verde	Acessos para implantação fora do Horário Comercial	Aumento do custo da Extensão	3	2	Médio	A	3,7	Prever uma reserva de contingência no contrato
8	Quantidade de acessos excessivos para homologação e testes de interface do Hardware e Software da Extensão	Acessos para implantação fora do Horário Comercial	Maior prazo e aumento do custo da Extensão, com aumento excessivo do h/h para a implantação da Extensão	3	2	Médio	A	3,5,6,7	Elaboração de estratégias para homologação e testes de interface entre a Extensão e a Linha 2 - Verde fora do horário comercial
9	Possíveis falhas humanas na Operação Comercial da Linha 2 - Verde em função da implantação da Extensão	Falta de treinamento e procedimentos operacionais de convivência entre a Operação e a implantação da Extensão	Impactos de segurança durante a Operação Comercial	4	5	Extremo	A	5,8	Elaboração de um plano estratégico com "check list" e procedimentos em cada etapa da homologação e testes de interface entre a Extensão e a Linha 2 - Verde fora do horário comercial
10	Interferências externas no planejamento da implantação da Extensão	Partes interessadas não consultadas das estratégias de implantação da Extensão	Impactos durante a Operação Comercial	2	3	Médio	O		Plano de comunicação eficiente e registros das decisões através de comunicados formais com as partes interessadas
11	Indisponibilidade de locais para estacionamento de trens a noite.	Nova fase de operação até Penha sem a implantação do Pátio Paulo Freire da Fase 2 - até Penha.	Necessidade de estacionar trens nas vias principais entre estações.	3	3	Alto	A	9	Prever a configuração de locais para estacionamento de trens na via principal entre estações fora do horário comercial.
12	Indisponibilidade de espaço físico para instalação dos equipamentos centralizados do CBTC (ZC, LC e CLC) na sala técnica da estação Santos-Imigrantes	Não descomissionamento do sistema de sinalização antigo CMT	Despadronização da linha necessitando a instalação dos equipamentos centralizados do CBTC em outra estação no trecho da extensão.	3	3	Alto	A	2,3,4,5	Prever a possibilidade da instalação na estação Vila Formosa, na Fase 1 da Extensão
13	Necessidade de novas funcionalidades em relação ao software existente para operação UTO	Ausência de requisitos para adequação para operação em UTO e novo conceito operacional	Mudanças na baseline em operação.	3	3	Alto	A	10,16	Elaboração de requisitos para a operação em UTO e novo conceito operacional.
14	Quantidade de Baselines de software excessiva em função de detecção de não conformidades ao longo da implantação e testes	Falta de maturidade na versão de software ocasionando a detecção de muitas pendências funcionais nas primeiras versões	Impactos no prazo e custo e interferências na operação comercial	3	4	Alto	A	1,2	Segregação do CBTC da Extensão (Greenfield), num primeiro momento, para homologar e testar a maior parte do trecho da Extensão, adquirindo maturidade na versão de software antes dos testes de interface com o trecho Operacional (Brownfield) e minimizando a quantidade de trocas de baseline no trecho operacional.
15	Interferências externas no projeto básico da Extensão	Partes interessadas não consultadas em relação ao projeto Básico	Solicitações de alteração de requisitos/funcionalidades ao longo do projeto executivo	2	3	Médio	O		Plano de comunicação eficiente e registros das decisões através de comunicados formais com as partes interessadas

Tabela 2 – Matriz de Riscos

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

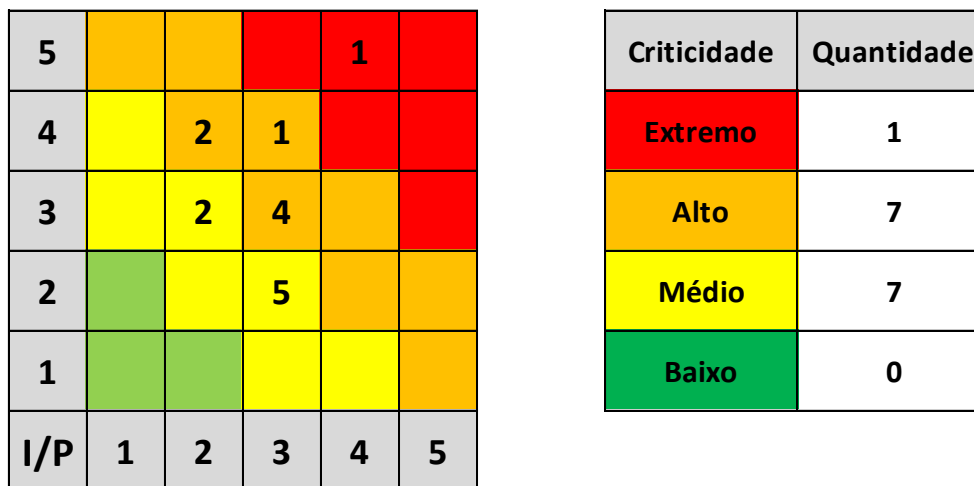


Figura 4 – Mapa de Riscos de acordo com a Matriz de Riscos

Foram elaborados então planos de mitigação para os riscos classificados como Alto e Extremo, 8 de um total de 15 riscos identificados anteriormente. Ou seja, metade dos riscos foram tratados com um plano de ação adotado já mapeado do projeto básico.

ID	Descrição de Riscos			Prob.	Imp.	Criticidade	(A - AMEACA) (O - OPORTUNIDADE)	Riscos Relacionados	Principais Ações de Mitigação Previstas
	Evento	Posíveis Causas	Principais Consequências						
1	Indisponibilidade operacional da Linha 2 - Verde causada pela troca de Hardware e Software do SCT para incorporar o trecho de via da Extensão para homologação e testes	Ausência de uma estratégia de segregação da Extensão	Atrasos e interrupções na Operação Comercial da Linha 2 - Verde	2	4	Alto	A		Implantação do SCT de contingência, num primeiro momento, segregado para homologação e testes de grande parte do Trecho da Extensão
2	Indisponibilidade operacional da Linha 2 - Verde causada pela troca de Hardware e Software dos equipamentos centralizados do CBTC (2C, LC e CLC) para incorporar o trecho de via da Extensão para homologação e testes	Ausência de uma estratégia de segregação da Extensão	Atrasos e interrupções na Operação Comercial da Linha 2 - Verde	2	4	Alto	A		Implantação dos equipamentos centralizados CBTC, num primeiro momento, segregados para a homologação e testes de grande parte do Trecho da Extensão
5	Dificuldade de convivência da implantação da Extensão em conjunto com a Operação Comercial da Linha 2 - Verde	Ausência de uma estratégia de segregação da Extensão	Impactos durante a Operação Comercial	3	3	Alto	A	1,2,3,4	Segregação do CBTC da Extensão (Greenfield), num primeiro momento, para homologar e testar a maior parte do trecho da Extensão, adquirindo maturidade na versão de software antes dos testes de interface com o trecho Operacional (Brownfield)
9	Possíveis falhas humanas na Operação Comercial da Linha 2 - Verde em função da implantação da Extensão	Falta de treinamento e procedimentos operacionais de convivência entre a Operação e a implantação da Extensão	Impactos de segurança durante a Operação Comercial	4	5	Extremo	A	5, 8	Elaboração de um plano estratégico com "check list" e procedimentos em cada etapa da homologação e testes da Interface entre a Extensão e a Linha 2 - Verde fora do horário comercial
11	Indisponibilidade de locais para estacionamento de trens a noite.	Nova fase de operação até Penha sem a implantação do Pátio Paulo Freire da Fase 2 - até Penha.	Necessidade de estacionar trens nas vias principais entre estações.	3	3	Alto	A	9	Prever a configuração de locais para estacionamento de trens na via principal entre estações fora do horário comercial.
12	Indisponibilidade de espaço físico para instalação dos equipamentos centralizados do CBTC (2C, LC e CLC) na sala técnica da estação Santos-Imigrantes	Não descomissionamento do sistema de sinalização antigo - CMT	Despadronização da linha necessitando a instalação dos equipamentos centralizados do CBTC em outra estação no trecho da extensão.	3	3	Alto	A	2,3,4,5	Prever a possibilidade da instalação na estação Vila Formosa, na Fase 1 da Extensão
13	Necessidade de novas funcionalidades em relação ao software existente para operação UTO	Ausência de requisitos para adequação para operação em UTO e novo conceito operacional	Mudanças na baseline em operação.	3	3	Alto	A	10,16	Elaboração de requisitos para a operação em UTO e novo conceito operacional.
14	Quantidade de Baselines de software excessiva em função de detecção de não conformidades ao longo da implantação e testes	Falta de maturidade na versão de software ocasionando a detecção de muitas pendências funcionais nas primeiras versões	Impactos no prazo e custo e interferências na operação comercial	3	4	Alto	A	1,2	Segregação do CBTC da Extensão (Greenfield), num primeiro momento, para homologar e testar a maior parte do trecho da Extensão, adquirindo maturidade na versão de software antes dos testes de interface com o trecho Operacional (Brownfield) e minimizando a quantidade de trocas de baseline no trecho operacional.

Tabela 3 – Matriz de Riscos – Criticidade Extremo e Alto

5.1. Plano de Ação do Risco 1 – Implantação do SCT de Contingência

Segregado para a Extensão

O SCT de contingência, a ser implantado na estação Vila Formosa, num primeiro momento, deverá ser configurado com apenas o trecho da extensão da Linha 2 – Verde, permitindo usá-lo como uma ferramenta de testes isolados deste trecho, minimizando os impactos no Centro de Controle Operacional – CCO de exaustivas trocas de softwares e/ou hardware, podendo causar riscos para o retorno da Operação Comercial da Linha 2 – Verde.

Após os testes de grande parte da Extensão, existirá num determinado momento com a maturidade da versão de software da Extensão, a necessidade da integração e interface com o trecho da Linha 2 – Verde em operação, onde tais testes integrados deverão ser executados em horários restritos de 3 horas por noite, fora do horário da Operação Comercial.

Esta estratégia se repetirá para todas as fases de implantação da Extensão, ou seja, num primeiro momento o SCT de contingência servirá de ferramenta de testes da fase 1, após liberada para Operação do trecho de Vila Prudente até Vila Formosa, o SCT de contingência será configurado com a fase 2 da Extensão, pois o CCO nesta fase já estará liberado para operar a Linha 2 – Verde da estação Vila Madalena até Vila Formosa.

Da mesma forma, o SCT de contingência, será a ferramenta de testes isolados da Extensão – Fase 2 de Vila Formosa até Penha, onde num determinado momento de elevada maturidade nos resultados dos testes da Extensão, existirá a necessidade da realização dos testes de integração e interface com o trecho da Linha 2 – Verde em operação, os quais serão realizados num horário restrito de 3 horas por noite, fora do horário da Operação Comercial.

5.2. Plano de Ação do Risco 2 – Implantação dos Equipamentos

Centralizados do CBTC exclusivos para a Extensão

Como a extensão foi dividida em fases, estrategicamente, para minimizar os riscos de trocas exaustivas de softwares nos equipamentos de região CBTC existentes, optamos na definição do escopo do projeto, pelo fornecimento de uma região de controle CBTC para cada fase, ou seja, para a primeira fase entre a estação Vila Prudente até Vila Formosa, teremos um conjunto de equipamentos e controladores desta região, já na fase 2 entre as estações Vila Formosa até Penha, teremos outros equipamentos e controladores desta região, assim o processo de instalação, montagem e comissionamento fica restrita a cada região, evitando impactos e riscos na etapa de homologação dos sistemas em cada fase.

5.3. Plano de Ação dos Risco 5 e 14– Segregação da Extensão em uma implantação “Greenfield”

A estratégia de implantação da Extensão, embora seja considerada como um empreendimento “Greenfield”, novo trecho operacional e que não será implantado sobre um sistema já em operação. Diferentemente, quando o sistema a ser implantado tem uma certa sobreposição com outro sistema em operação, chamado de “Brownfield”.

O plano estratégico da implantação da Extensão, será num primeiro momento tratar como se fosse uma Linha nova segregada “Greenfield” para após os testes isolados neste maior trecho da Extensão permitir que se faça a integração com a interface da Linha 2 – Verde em Operação, num horário restrito e fora da horário da operação comercial.

Para que este plano estratégico da Extensão ocorra, algumas premissas devem ser consideradas, a fim de se viabilizar a implantação e os testes do maior trecho da Extensão, como se fosse uma nova linha “Greenfield”.

O processo de implantação e testes se dará num primeiro momento como se fosse uma Linha nova “Greenfield”, extensão de Linha segregada, onde após o elevado grau de maturidade nas versões de software dos equipamentos e controladores CBTC serão realizados os testes integrados com a Linha 2 – Verde em Operação, através do CCO – Vergueiro, porém todo o restante da Extensão foi homologada com o software idêntico no SCT de contingência.

5.4. Plano de Ação do Risco 9 – Elaboração de plano estratégico com checklists e procedimentos para os testes na interface entre os sistemas novo e existente

Este risco refere-se a falhas humanas devido a coexistência da operação comercial com a implantação da extensão. Nesta situação os funcionários são expostos a cenários operacionais atípico levando a um aumento da probabilidade de cometer algum erro em relação a procedimentos que se façam necessários para mitigar riscos relacionados e viabilizar a coexistências de ambos os trechos comercial e em testes. Desta forma, se faz necessário a elaboração de checklists e procedimentos claros, abrangendo o versionamento de software dos equipamentos, os passos necessários para a “virada” do software e hardware para a configuração da baseline da Linha 2-Verde com a extensão para a execução dos testes de interface e para o retorno para a versão operacional.

5.5. Plano de Ação do Risco 11 – Prever estacionamentos para trens no trecho entre estações da via principal

Como o Pátio Paulo Freire está na fase 3 entre as estações Penha até Dutra, foi necessário estudar alternativas para a configuração de estacionamentos de trens ao longo da Linha 2–Verde, incluindo a extensão entre as estações Vila Prudente até Penha, durante as madrugadas fora do horário de operação comercial. Os critérios adotados nestes estudos foram: estacionar trens na região entre estações, estacionar trens em apenas uma das vias por vez possibilitando a passagem dos veículos de manutenção, a inexistência de grade no trecho, a não interferência com as regiões de aparelhos de mudança de via (AMV) e serem próximos as estações, porém na interestação, tendo em vista que as plataformas, também, poderão estar ocupadas com trens estacionados.

5.6. Plano de Ação do Risco 12 – Prever local para instalação dos equipamentos centralizados do CBTC em estação da Fase 1

Na arquitetura atual do sistema de sinalização da Linha 2-Verde em Operação, os equipamentos centralizados do sistema CBTC (ZC,LC,CLC) ficam alocados na estação Santos-Imigrantes. Esta estação já abrigava, anteriormente ao CBTC, os equipamentos do sistema de sinalização antigo – ATC, baseado na tecnologia bloco fixo com circuitos de via – sendo está uma estação “mestra” para este sistema – estação que concentra os equipamentos que controlam um determinado domínio, que é um trecho de via abrangendo as estações adjacentes (satélites). Desta forma, não há disponibilidade de espaço físico nesta estação e se faz necessário o descomissionamento do sistema ATC antigo para dar lugar aos novos equipamentos se mantida a

distribuição física de equipamentos atual. Este trabalho de descomissionamento confere custo, tempo e complexidade adicional ao projeto da implantação da extensão, bem como gera interferências no trecho em operação comercial. De forma a mitigar esta questão, eliminando a necessidade do descomissionamento do sistema ATC antigo junto a implantação do sistema da extensão, é sugerida a sala técnica da estação Vila Formosa, que faz parte do escopo da Fase 1, como local para instalação dos equipamentos centralizado do CBTC da extensão.

5.7. Plano de Ação do Risco 13 – Elaborar requisitos para a operação em UTO/GoA4

Em paralelo com a implantação da extensão da Linha 2-Verde, existem outros projetos, em paralelo, sendo desenvolvidos no Metrô de São Paulo que podem impactar na especificação dos sistemas deste projeto. São iniciativas e esforços para viabilizar uma futura operação em modo UTO/GoA4 – totalmente automático da Linha, sem a necessidade de operador ou atendente a bordo dos trens. Para que isto se torne uma realidade, uma serie de mudanças são necessárias nos mais diversos sistemas, tanto isoladamente, quanto no funcionamento integrado, o que demanda uma mudança cultural no que tange a abordagem em relação a determinadas funcionalidades a nível global, em especial para a mitigação de perigos e segurança (safety), e no conceito operacional do Metrô de São Paulo o qual necessitará de novos postos de controle e repensará os postos existentes sob uma nova ótica com um grau de automação ainda maior e sem a presença de um operador no interior dos trens. São envolvidos no mínimo as funcionalidades de diversas disciplinas, tais como o sistema de sinalização CBTC da linha 2 Verde, incluindo a extensão, sistemas de Material Rodante, sistema de Alimentação Elétrica, sistema de Auxiliares e os sistemas de Controle Centralizado – CCO.

O exposto acima representa um risco ao projeto se tais aspectos não forem considerados nos projetos básicos dos sistemas de forma global, pois caso não seja considerado, os operadores e os mantenedores dos sistemas poderão ser os atores principais no plano de ação de mitigação, ou seja, poderão existir diversos requisitos exportados para a tomada de decisão humana sem avaliar os riscos que envolvem os fatores humanos (confiabilidade humana). A extensão da Linha 2 – Verde deverá estar alinhada com as demais diretivas de automação dos demais projetos da companhia.

CONCLUSÕES

Foram apresentados os desafios e inovações enfrentados e discutidos durante o desenvolvimento do projeto básico do sistema de sinalização e controle centralizado para a extensão da Linha 2-Verde.

Expusemos as preocupações relevantes em relação a forma de contratação – contratação direta conforme requisitos da legislação - lei 13.303, bem como outros aspectos apresentados em outras publicações em relação as interpretações desta lei, aspectos jurídicos, relação entre as partes interessadas no processo licitatório incluindo órgãos de controle, e meios de mitigar eventuais riscos não apenas seguindo todos os requisitos das leis em questão, mas também buscando demonstrar o atendimento através da transparência nos processos de tomada de decisão e no processo licitatório.

Foram apresentados os caminhos seguidos por outras grandes operadoras de sistemas metroferroviários no mundo em relação ao sistema CBTC empregado em suas linhas e aos requisitos de interoperabilidade e intercambiabilidade, a fim de que possamos

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



manter o processo de licitação com concorrência entre os proponentes para as extensões de Linhas, com breve resumo das principais ações neste sentido e de trabalhos em desenvolvimento.

Questões relacionadas com o processo de elaboração do projeto básico do sistema de sinalização e controle centralizado, como a forma de estruturar, organizar e fazer a gestão dos requisitos, classificando-os como Requisitos Genéricos ou Requisitos Específicos, foram apresentadas, assim como os benefícios a ser alcançados e esperados com tais ações, onde conseguiremos focar nos requisitos específicos da Linha, além do que os requisitos genéricos estão alinhados com as normas internacionais, os quais já possuem certa maturidade pelo seu uso em outros projetos ao redor do mundo, através, inclusive, de uma certificação de segurança do produto genérico.

Apresentou-se os desafios técnicos em relação a implantação do sistema de sinalização CBTC na extensão da Linha 2-Verde em relação a mitigação de riscos operacionais ainda na etapa de projeto básico, demonstrando a organização dos riscos levantados em matriz e mapa de riscos, classificando-os quanto seu grau de criticidade e dando tratamentos aos riscos de nível alto ou superior. Cada um dos riscos a serem tratados foram descritos assim como as ações mitigatórias para cada um deles.

Conclui-se que foram apresentados alguns dos principais desafios envolvidos no processo de elaboração dos requisitos do projeto básico do sistema de sinalização e controle centralizado, tanto no âmbito técnico como administrativo, bem como sua inserção a um ecossistema existente caracterizado por um grande portfólio de projetos ocorrendo de forma concomitante e com a operação diária do transporte de passageiros que não pode

sofrer interferências e afetar diversos passageiros usuários da Linha. As estratégias adotadas no projeto básico do sistema de sinalização e controle centralizado levou em consideração os planos de ação de mitigação, a fim de minimizar os riscos mapeados sobre os aspectos operacionais da linha em relação a implantação da extensão, ou seja, a estratégia seria transformar uma implantação Brownfield de uma extensão, num primeiro momento, em uma implantação Greenfield, segregando a extensão para instalação e testes de forma isolada, para na sequência, após a maturidade de grande parte das funções na extensão, fazer a integração e os testes com a linha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Normas CENELEC EN5012x
2. Normas ABNT IEC 62278 e IEC 62290
3. Normas IEEE 1474x
4. Legislações - leis 13.303 e 8.429
5. CBTC Interoperability: From Real Needs to Real Deployments – New York MTA
6. OCTYS CBTC Project – Département ING/STF (Transport System Unit of the Engineering division) of RATP
7. NGTC – Next Generation Train Control - www.ngtc.eu
8. Livro Prof. Armando de Oliveira – Capotar é Preciso – Gestão de Projetos com Almyr Klink

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



9. Publicação do CBIC - O Labirinto das Obras Publicas - <https://cbic.org.br/cbic-lanca-estudo-o-labirinto-das-obras-publicas/>
10. Artigo de Sergio Avelleda publicado na Folha de São Paulo em 01/11/2019 - Risco Administrativo e Improbidade-<https://www1.folha.uol.com.br/opiniao/2019/11/risco-administrativo-e-improbidade.shtml>
11. Site do Metrô de São Paulo - <http://www.metro.sp.gov.br/>
12. Portal da Transparência do Metrô de São Paulo - <https://transparencia.metrosp.com.br/>