



19ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

TEMA: MELHORIA DO FLUXO DE PASSAGEIROS ATRAVÉS DE SISTEMA CONTROLE DE ACESSO

**TÍTULO: CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO DAS ESTAÇÕES DA CPTM PARA
MELHORIA DO FLUXO DE PASSAGEIROS**

OBJETIVO:

O principal objetivo é apresentar o estudo proposto para modernização do sistema de controle de acesso das estações da CPTM, motivando e orientando ações e decisões relacionadas ao tema.

A proposta é apresentar a concepção de um sistema de controle de acesso para otimização de fluxo de passageiros nas estações da CPTM.

RELEVÂNCIA:

Atualmente, quando são necessárias pesquisas de acessos para serem utilizadas em estudos de demanda, os dados são obtidos através de leitura manual de cada bloqueio, em intervalos de tempo pré-definidos, para determinada pesquisa. Este processo apresenta-se oneroso,

despendendo grandes esforços de organização e mão de obra para realização. Mesmo assim, erros são observados, requerendo sucessivas medições para composição das amostras.

Neste contexto, um sistema computadorizado seria conveniente para modernização do controle de acesso às estações da CPTM. Este sistema permitiria a obtenção dos dados dos bloqueios de forma automática, sem processos manuais susceptíveis a erros e forneceria condições de acompanhamento da evolução da demanda, através da apresentação dos dados em tempo real.

Ao longo deste trabalho, será referida a sigla SCAE para Sistema de Controle de Acesso da Estação.

O trabalho proposto apresenta pelo menos quatro justificativas:

1. Para a área de projetos, é uma oportunidade de gerar uma especificação padrão para todas as linhas da CPTM, a partir da concepção do SCAE, o que constitui um benefício muito grande para a CPTM.
2. Para a operação, o SCAE pode fornecer dados de entrada e saída de passageiros de forma rápida e organizada e, adicionalmente, a possibilidade de realizar a tarefa de regular a quantidade de bloqueios para entrada ou saída das estações, de forma facilitada.
3. Para a manutenção, o SCAE uniformiza o seu trabalho, pois os equipamentos de todas as linhas podem ser monitorados quanto à sua condição de funcionamento.
4. Para os usuários, o SCAE permite oferecer a quantidade adequada de bloqueios de entrada e de saída.

DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA:

A concepção do SCAE foi realizada seguindo os seguintes passos:

- Levantamento dos dados para dimensionamento do número de bloqueios de uma estação: Esta atividade se baseou nas pesquisas da CPTM, no ano de 2011, na linha 9 Esmeralda, as quais mostram os números de usuários que adentraram nas estações a cada 30 minutos, através de dados coletados nos bloqueios de cada estação.
- Levantamento de requisitos: Os requisitos do SCAE foram elicitados com base na experiência operacional da CPTM e na análise de sistemas similares existentes na própria CPTM, tais como Sistema Centralizado de Supervisão e Controle de Tráfego Ferroviário e Sistema Centralizado de Controle e Supervisão de equipamentos auxiliares de estação. A elicitação é a atividade para descoberta dos requisitos, tanto de software como de hardware.
- Projeto da arquitetura preliminar: Esta atividade foi realizada considerando-se às necessidades definidas pelos requisitos e a tecnologia considerada adequada para a implementação do SCAE.

Além dessas atividades, foi realizado um estudo de caso para avaliar o algoritmo de balanceamento de bloqueios (número ideal de bloqueios para entrada e saída a cada instante) nas estações da linha 9 da CPTM.

Em função da coleta de dados, o sistema permite produzir relatórios do *status* do fluxo de usuários e de previsão de tendência para médio e longo prazo, permitindo a implantação de estratégias gerenciais para a melhoria da qualidade e prestação de serviço à população da região metropolitana de São Paulo.

DESCRIÇÃO DO HARDWARE PROPOSTO PARA O SISTEMA:

É proposto para o SCAE os seguintes componentes: bloqueio, equipamento concentrador local (ECL), interface homem máquina (IHM) e gerenciador de fluxo de passageiros (GFP).

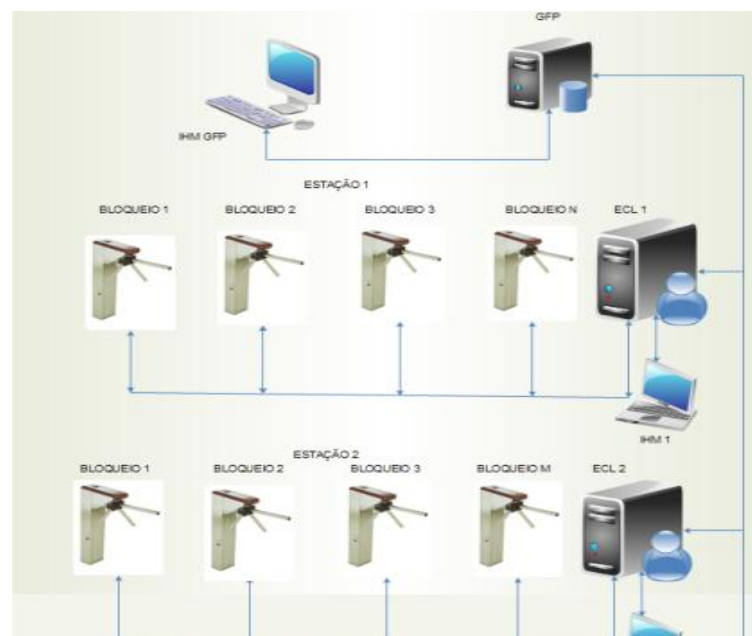
Bloqueio é o componente que interage com o usuário final (passageiro), controlando o seu acesso à área não paga e paga.

O principal objetivo do ECL é gerenciar as informações dos bloqueios e apresentá-las em tempo real ao operador da estação, através de uma interface homem máquina. O ECL também se comunicará com o gerenciador de fluxo de passageiros (GFP) que concentrará os dados de todos os ECL disponibilizando-os ao operador central, para as providências necessárias.

A IHM é o conjunto formado por dispositivos de entrada (*mouse*, teclado, *touchscreen*, etc.) e de saída (monitor, impressora, etc.) que funciona associada a um ECL ou ao GFP.

O GFP é o componente central do SCAE que se comunica com todos os ECL's. Com as informações recebidas por cada ECL, e, com os dados recebidos, executa cálculos para uma distribuição balanceada de bloqueios, definindo o número adequado de bloqueios de entrada e de saída em cada estação.

A seguir uma arquitetura preliminar do sistema:



DESCRIÇÃO DO SOFTWARE PROPOSTO PARA O SISTEMA:

Os principais requisitos de software são:

- A apresentação do *status* dos bloqueios e dos equipamentos: os agentes operacionais farão o acompanhamento do funcionamento do sistema por meio da indicação de *status* dos bloqueios e demais equipamentos através *da* IHM;

- Geração de relatórios: o sistema deve ser capaz de gerar relatórios de fluxo de usuários em tempo real, relatórios periódicos (diário, mensal, anual ou por período pré-fixado), todos com a função de proporcionar uma análise comportamental da operação da CPTM;
- A transmissão de dados para o GFP é em tempo real; devido à necessidade de tomada de decisões operacionais, devem-se centralizar as informações do bloqueio;
- O estado de cada bloqueio somente pode ser alterado com a permissão do operador e de forma manual; é um procedimento de segurança contra qualquer mudança repentina de estado nesse equipamento.

ESTUDO DE CASO:

Foi utilizada pesquisa de embarque e desembarque no horário de pico na linha 9 Esmeralda tomando um especial cuidado para a determinação do quantitativo de usuários observados no maior pico. Tomou-se o cuidado de verificar se o quantitativo era mantido no próximo período de quinze minutos, identificando se era de fato, o horário de pico ou uma ocorrência esporádica.

A análise do resultado é elaborada da seguinte forma:

- a. Caso o valor seja muito próximo do identificado como maior pico, caracteriza saturação de demanda, indicando que aquele número representa na realidade a máxima capacidade de acesso à estação, e não quantas pessoas estão se apresentando para embarcar em determinado momento. Esta situação indica a existência de grandes filas e longos tempos para embarque.
- b. Caso o número observado no próximo período apresente claro decréscimo, fica caracterizado que o valor de maior pico está correto.

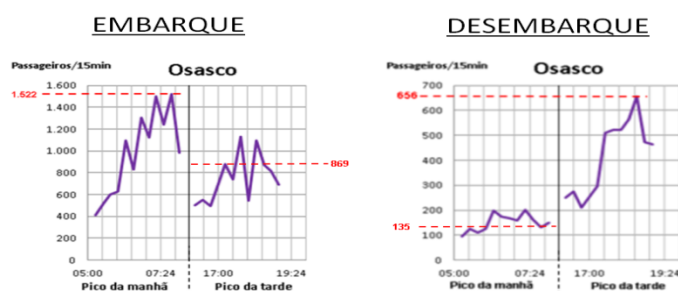
Para o dimensionamento dos bloqueios necessários foram adotadas as seguintes capacidades médias dos bloqueios: modo entrada 17 passageiros por minuto (pass/min) e modo saída 22 passageiros por minuto (pass/min). Estes valores foram obtidos através de contagem manual em determinados horários, não sendo um valor teórico e sim uma média observada na prática.

Através de uma comparação entre a quantidade atual de bloqueios e a necessária nos horários de pico chegou-se à conclusão da necessidade de 130 bloqueios em toda a linha.

Nos casos em que os horários de pico de entrada e de saída não coincidem, é possível fazer uma reconfiguração do modo (entrada/saída) dos bloqueios, para melhor atendimento do período. Essa prática foi chamada de balanceamento.

Adotando esse balanceamento, verificou-se a necessidade de 109 bloqueios diminuindo em 16% o número de bloqueios necessários com o uso desta técnica.

Para melhor entendimento do estudo de caso com ou sem balanceamento, tomamos como exemplo a estação Osasco. Observe que os picos de entrada e saída são em horários diferentes permitindo o uso do algoritmo de balanceamento.



Horários do pico	Entrada	Saída	Total
	[pass/15min]	[pass/15min]	[pass/15min]

07hs30 à 07hs45	1522	135	1657
18hs15 à 18hs30	869	656	1525

Sem balanceamento

- ✓ Maior pico de entrada = 1522 → $1522/15/17 = 5,96 \approx 6$ bloqueios para entrada
- ✓ Maior pico de saída = 656 → $656/15/22 = 1,98 \approx 2$ bloqueios para saída

Com balanceamento

07hs30 à 07hs45

- ✓ $1522/15/17 = 5,96 \approx 6$ bloqueios para entrada
- ✓ $135/15/22 = 0,41 \approx 1$ bloqueio para saída

18hs15 à 18hs30

- ✓ $869/15/17 = 3,40 \approx 4$ bloqueios para entrada
- ✓ $656/15/22 = 1,98 \approx 2$ bloqueios para saída

Neste caso, o sistema sem balanceamento usa 1 bloqueio a mais que o sistema balanceado.

Resumo:

Sem balanceamento → 6 bloqueios de entrada e 2 de saída; Total 8 bloqueios.

Balanceado

- ✓ 07hs30 à 07hs45 → 6 bloqueios para entrada e 1 para saída; Total 7 bloqueios.
- ✓ 18hs15 à 18hs30 → 4 bloqueios para entrada e 2 para saída; Total 6 bloqueios.

CONCLUSÕES:

A implantação do SCAE permitirá realizar o controle em tempo real do fluxo de usuários gerando condições de decisões rápidas e precisas em função do modo de operação da estação, principalmente em caso de anormalidade, quando a redução e/ou restrição contribui com a segurança dos usuários.

Em função da coleta de dados, o sistema será capaz de produzir relatórios do *status* do fluxo de usuários, permitindo a implantação de estratégias gerenciais para a melhoria da qualidade e prestação de serviço à população da região metropolitana de São Paulo.

Todos os recursos propostos para a implantação do SCAE foram interpretados como viáveis tecnicamente e operacionalmente.

EDSON LUIZ BELLUOMINI

Engenheiro Eletrônico formado na Universidade Radial - Campus Santo Amaro.

Especialista em Tecnologia Metroferroviária pela Universidade de São Paulo (2010-2012).

Trabalha na Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM de 1984 a 2013 (atualmente).

Na CPTM atua na Engenharia de Operação, atuando em processos de contratação de serviços de limpeza de trens, estações, estudos voltados a operação de estações, etc.

FÁBIO CÂNDIDO DOS SANTOS

Tecnólogo em Mecânica pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC (2000 – 2004);

Especialista em Tecnologia Metroferroviária pela Universidade de São Paulo (2010-2012);

Mestrando em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal de São Carlos – Sorocaba (2013 – 2015) previsto.

Analista de Planejamento na CPTM atuando na Gestão de Projetos e no Controle de mudanças dos empreendimentos de Sistemas, elaboração dos requisitos e a análise de qualificação técnica, fiscalização do processo de fabricação e implantação em campo.