



11ª Semana de Tecnologia Metroferroviária

Fórum Técnico *Interlocking Training*

“A utilização média do sistema de Metrô de São Paulo, expressa pela relação entre quantidade de entradas de passageiros no ano e extensão da rede, foi de 8,7 milhões em 2004, um dos índices mais altos entre os metrôs do mundo. A demanda de passageiros em toda rede, é de 1.734.457 e em 2004 entraram no sistema 1,7 milhões de passageiros em média nos dias úteis. Nos horários de pico são transportados aproximadamente 14,5 mil passageiros/hora em toda linha”.

A partir desses números, percebe-se que o termo “eficiente”, deixa de ser um adjetivo e passa a ser uma característica intrínseca do sistema. É por trás desta eficiência que se esconde uma tecnologia que a princípio pode parecer ultrapassada, mas sem sombra de dúvida tem sua vida útil prolongada, em virtude de duas de suas bases : segurança e robustez.

Estamos falando de uma tecnologia implantada há 30 anos no Metrô de São Paulo, ou seja desde o seu nascimento, e há mais tempo em outras metrópoles do mundo. O Interlocking representa o cérebro do sistema de controle de tráfego de trens que é composto por diversos equipamentos, instalados em trens e estações. Imaginem que este sistema é capaz de controlar o tráfego de trens de forma semi-automática e totalmente segura. Decisões tais como selecionar a velocidade máxima que uma composição pode atingir em determinado trecho de via, assim como definir que determinada composição deve frear por existir uma outra logo a sua frente, e ainda determinar manobras em regiões específicas sem que uma composição se depare com outra vindo em direção oposta, são algumas das funções executadas por ele.

A partir deste contexto, foi desenvolvido um simulador computacional capaz de reproduzir o funcionamento do Interlocking da estação Patriarca do Metrô de São Paulo. Com fins de treinamento, este simulador reproduz as funções operacionais, possibilita a exploração de conceitos relativos ao seu funcionamento, possibilita a simulação de tráfego de trens e reproduz os efeitos causados por falhas simuladas. Estas funcionalidades foram tratadas de maneira a se chegar o mais próximo do real, respeitando-se inclusive, aspectos visuais do equipamento.

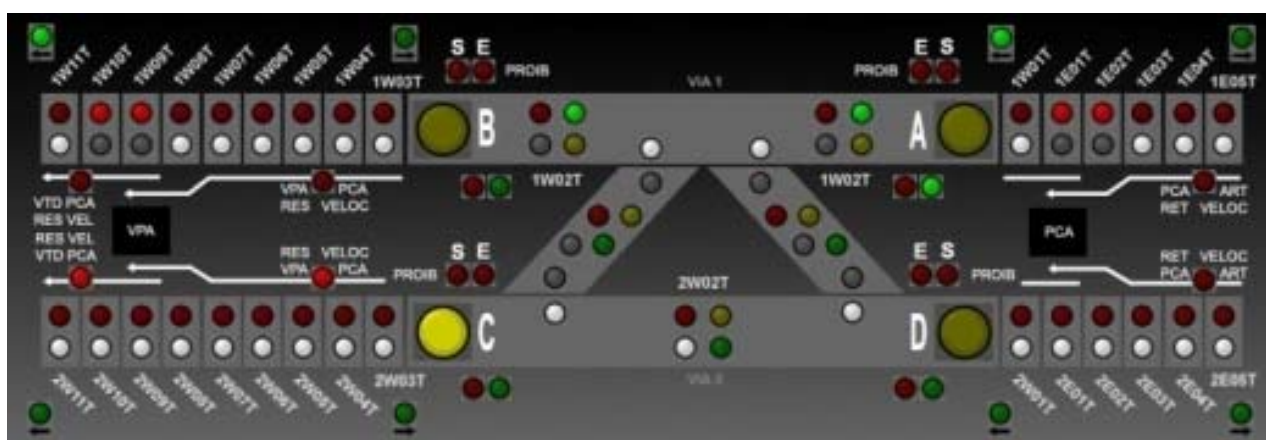
Implementação do simulador

O simulador é basicamente uma aplicação desktop e foi construído integralmente em Java - JSDK 1.4.2. Alguns painéis foram elaborados com auxílio de softwares de manipulação de imagens e desenho vetorial, como o *The Gimp* e o *Open Office Drawing*. Seguindo a linha de softwares livres, o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) utilizado foi o *Eclipse 3.1*, assim como o sistema operacional *Linux* (Fedora Core).

Concepção

Como dito anteriormente, desenvolveu-se um software que simula um dos Interlockings que fazem parte da linha vermelha do Metrô. Este é responsável apenas por uma parte de toda a linha e possui uma zona de manobra capaz de dar uma idéia básica de como outras mais complexas, funcionam.

Nas figuras abaixo, temos uma descrição resumida dos significados das principais sinalizações e das possíveis operações neles contidos. Cabe salientar que estas operações representam aspectos de contigência do sistema, uma vez que durante a operação comercial, estas funções são executadas automaticamente através de configurações pré-definidas.



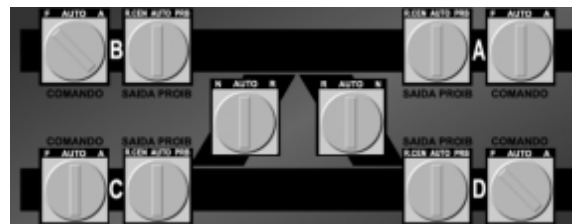
Painel principal : Indica sinalizações tais como em que ponto do trecho gerenciado pelo Interlocking se encontram as composições, quais trechos possuem restrição de velocidade ativada, sentido de tráfego, condições de tráfego em regiões de manobra, etc.



Painel de controle : Seleciona e indica qual o modo de controle do trecho gerenciado pelo Interlocking

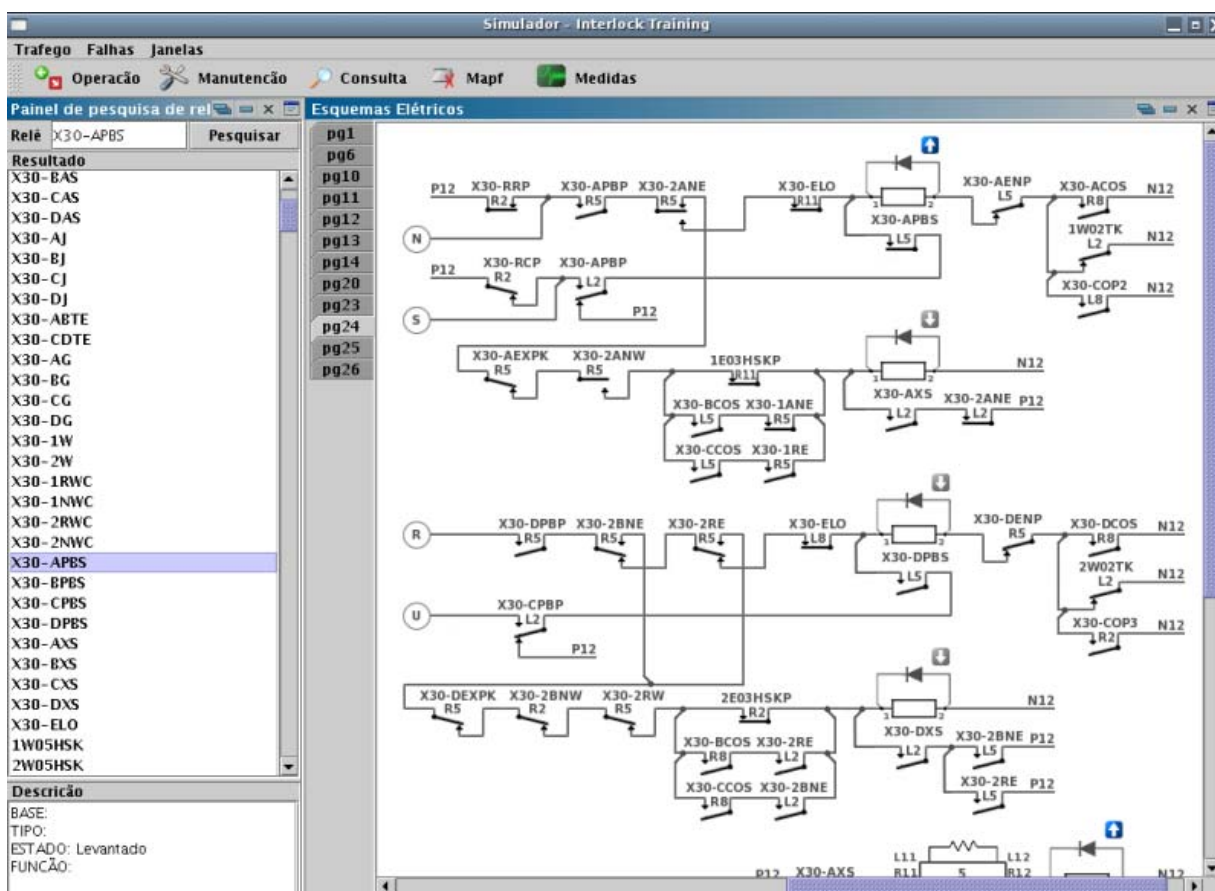


Painel de restrição de velocidade e inversão de tráfego



Painel de controle de bloqueios: Controla a abertura direta de bloqueios, proibição de seleção de bloqueios e manobras diretas sobre os desvios.

Uma vez reproduzidos estes painéis, passamos para os diagramas elétricos onde são exibidas as informações técnicas que representam, em modo estático, não apenas as ligações elétricas entre os componentes, mas também a representação funcional dos relês, e por consequência, toda a lógica que compõem as booleanas. Observa-se que, os diagramas possibilitam uma leitura mais amigável para o técnico, em comparação com a representação lógica através das equações booleanas.



A inserção de uma falha é feita através de uma sequência de janelas, no estilo passo a passo, onde o usuário define qual o elemento e sub-elemento que se deseja alterar o comportamento, assim como o tipo, classificação e descrição da falha. A mesma é gravada em arquivo e por isso, além de possibilitar sua reutilização, também é possível associa-la a documentos que detalham a análise e estudo sobre ela. Neste sentido, criou-se um formulário baseado no Método de Análise Progressivo de Falhas, o M.A.P.F, onde se formata a descrição da análise mencionada anteriormente.

Simulador - Interlock Training

Trafergo Falhas Janelas

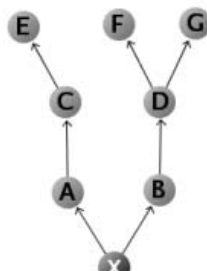
Operação Manutenção Consulta Mapf Medidas

MAPF

TREINAMENTO **Interlocking**

FALHA **Não alinha rota AB**

TREINANDO **Alex Ander Javarotti Zumalde**

EFEITOS DESVIOS		CORRELAÇÃO DE EFEITOS	
LISTAR OS EFEITOS INDICADORES DE FALHA		FLUXO DE DEPENDÊNCIA DOS EFEITOS	
		Direta	Indireta
A	Relê X30-AR não aciona quando alinhada rota AB em modo local		
B	Relê X30-AR não aciona quando alinhada rota AC em modo local		
C	Relê X30-AAS não desaciona quando alinhada rota AB em modo local		
D	Relê X30-AAS não desaciona quando alinhada rota AC em modo local		
E	Relê X30-AG não aciona quando alinhada rota AB em modo local		
F	Relê X30-AG não aciona quando alinhada rota AC em modo local		
G	Relê X30-AGS não aciona quando alinhada rota AC em modo local		
H			
I			
J			

☐ Conclusão

☐ Relação Causa-Efeito com saída simples

☒ Relação Causa-Efeito com saída múltipla

X Ponto Comun
Ausência de tensão no pino 12 do relê X30-AR

MÉTODO DE ANÁLISE PROGRESSIVA DE FALHAS - MAPF

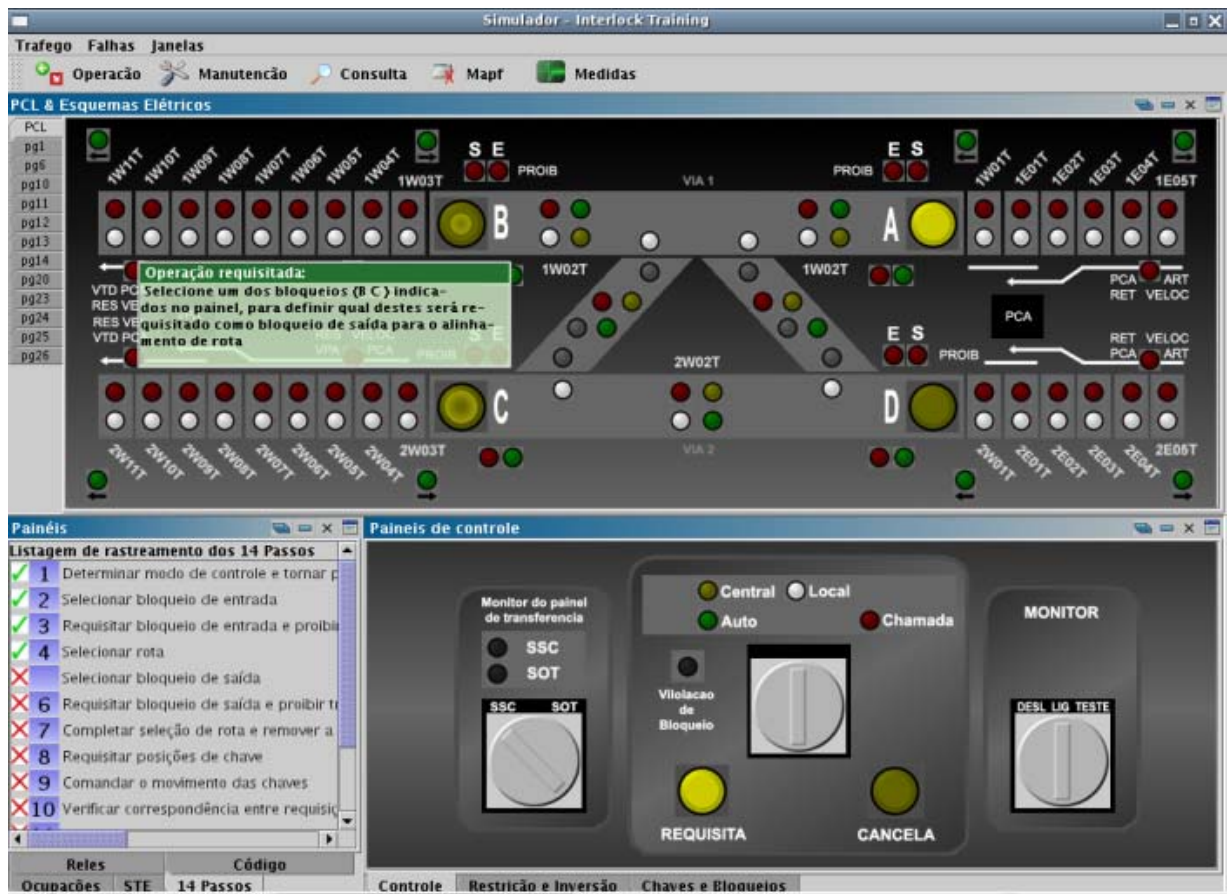
Novo Abrir Salvar Imprimir Verso

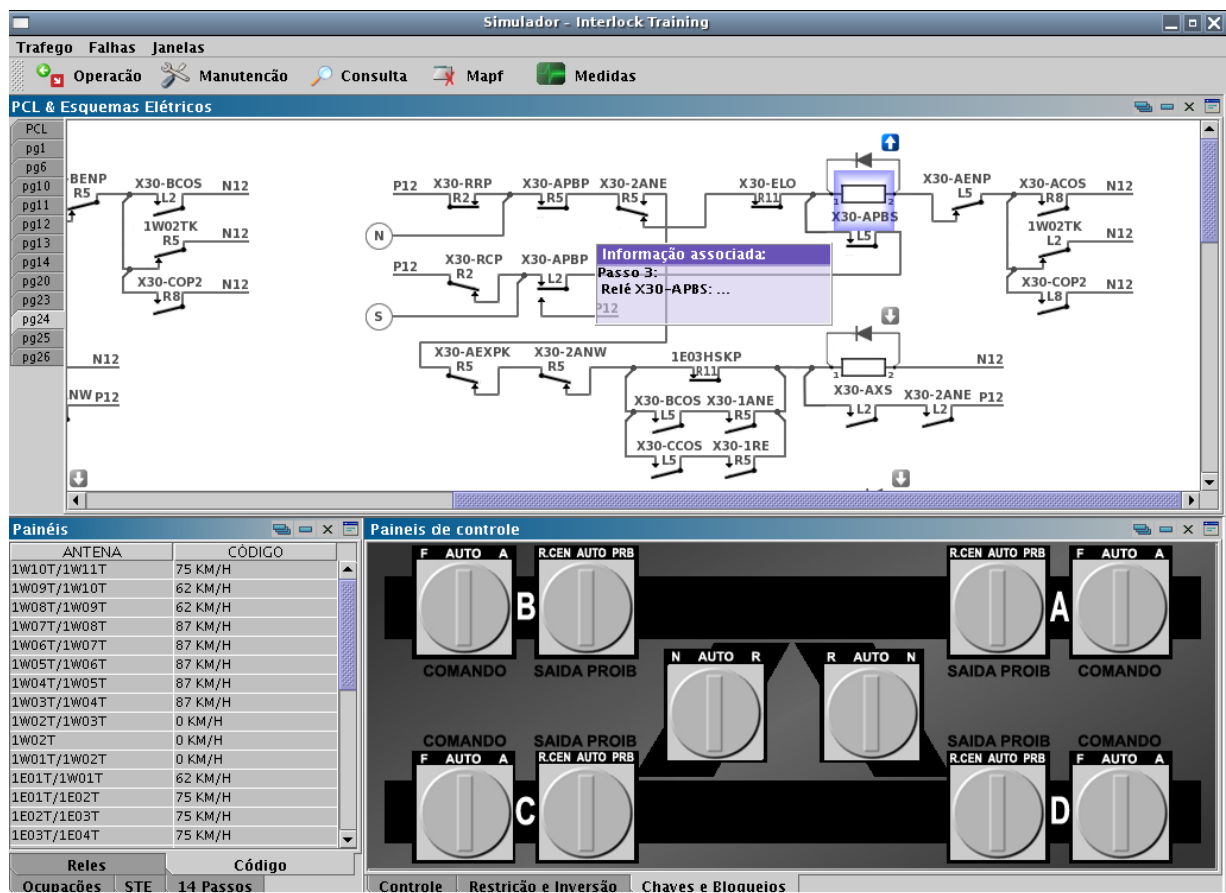
Ferramentas de instrução

Outro conjunto de recursos que estão em desenvolvimento, dizem respeito a elaboração de ferramentas de auxílio ao aprendizado. Existem uma série de conceitos que transcendem o processo de relés mudando de estado a partir do estado de outros relés. Por exemplo, ao analisarmos todo o desencadeamento de eventos que determinam o processo de “alinhamento de rotas” - processo onde é definida a passagem de uma composição sobre zonas de manobra a partir de um “ponto de entrada e outro de saída” - podemos identificar dentre todos os elementos que fazem parte deste processo, alguns que representam a conclusão das etapas envolvidas no processo como um todo. Estas recebem o nome de “14 passos” e as características que as definem, acabam por parametrizar o funcionamento de todos os Interlocking's e CMT's existentes no Metrô.

Baseado nestes conceitos, foram desenvolvidos recursos visuais que permitem ao treinando observar quais dos “14 passos” foram concluídos e quais estão em andamento. Os elementos do processo são acompanhados visualmente através de indicadores que são inseridos nos esquemas elétricos e acompanhados de informações específicas quanto a função de cada um deles. Por fim, podemos acompanhar todo este processo, e também outros, como se estivessem em “camera lenta”, o que além de se mostrar bastante didático, seria extremamente trabalhoso de se simular no

equipamento em campo.





Conclusões

O objetivo inicial deste trabalho foi o de possibilitar que o treinamento técnico, possa se tornar mais agil e intuitivo com a utilização de softwares para este fim. É importante destacar que a



sua utilização não elimina por completo a interação do treinando com o equipamento em campo, assim como o desenvolvimento de um ambiente em software que possibilite a aquisição do conhecimento teórico prévio, necessário ao pleno aproveitamento do simulador.

Como aspecto que fundamenta o desenvolvimento de ferramentas desta natureza, podemos destacar o estudo feito por *Begley (1994)*, onde constatou-se que :

“A retenção daquilo que se aprende, sofre alterações a partir do meio que se usa: até 10% quando vemos algo, 20% quando apenas se ouve, 50% do que se ouve e se vê (vantagem multimedia) e 80% quando ouvimos, vemos e **fazemos** simultaneamente (salto interativo).”

Autor Alex Ander Javarotti Zumalde

Empresa Companhia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ

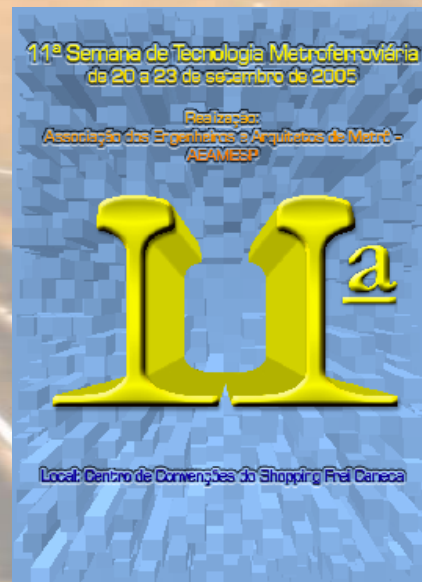


Autor	Alex Ander Javarotti Zumalde
Formação	Formado em Sistemas de Informação pela Universidade São Marcos São Paulo
Trabalhos desenvolvidos	Análise e desenvolvimento do software de “Auxílio a interpretação de registro de eventos para CMT” Palestrante do Just Java 2005 – Anhebi São Paulo - com o trabalho “Interlocking Training” Análise e desenvolvimento do software “Interlocking Training” pela CMSP Participa atualmente como colaborador no desenvolvimento de estudos sobre confiabilidade de software pelo GAS – Grupo de Análise de Segurança – da Escola Politécnica – USP
Gestão	Jorge Aguilera Giovanetti - METRÔ Jorge Luiz Gomes - METRÔ
Colaboradores	Claudir da Cruz Barbosa – METRÔ Fernando Furlan - METRÔ Flavio do Santos Sapucaia - METRÔ Mario Yoshihara - METRÔ Regina Maria Duarte - METRÔ Sergio Barbosa - METRÔ



Simulador de Interlocking Software de treinamento

Interlocking Training



101001010100111101000010010111010010
0041000010100101001001010000101101001010140000111101001010100111101000010010
11010101010111010000410000101001001010000

Introdução



Como surgiu

- Aplicação de conhecimentos em desenvolvimento de software para a criação de ferramentas de treinamento

O simulador dentro do contexto de treinamento

- Abordar aspectos práticos do treinamento através do simulador
- Ambiente de treinamento apoiado por simulação

A definição do simulador

- Reprodução em software do Interlocking de Patriarca
- Elaboração de interface gráfica baseada nos painéis reais
- Lógica de funcionamento baseada em booleanas do Interlocking
- Simulação de falhas
- Aplicação de ferramentas de auxílio ao aprendizado

Uso de simuladores em treinamentos

Introdução sobre simuladores e a sua relação com o aprendizado

Aprendizado x Simulação



Evolução de ferramentas de ensino assistidas por computador

CAI – Instrução Assistida por Computador & **CAL** – Aprendizado Assistido por Computador
(Computer Assisted Instruction) (Computer Assisted Learning)

Origem: Anos 60

Finalidade: Oferecer instrução e aprendizado através de computadores

Problemas: Programação linear e usuário assume posição passiva

ICAI – Instrução Inteligente Assistida por Computador
(Intelligent Computer Assisted Instruction)

Base: Inteligência computacional associada a psicologia cognitiva e pedagogia

Evolução: Usuário assume papel ativo no processo de aprendizado

ISLE – Ambiente de Aprendizado e Simulação Inteligente
(Intelligent Simulation and Learning Environment)

Composição: Simulador, ajuda avançada, rota de orientação através do simulador, etc .

Ponto crítico: Interface com o usuário

Retenção de conteúdo

Begley (1994)

10% do que vê

20% do que ouve

50% do que ouve e vê (vantagem multimedia)

80% simultaneamente ouve, vê e faz (salto interativo)

Tecnologia de desenvolvimento para o simulador

Desenvolvimento

Softwares utilizados no desenvolvimento do simulador

Versão Java:

[J2SDK 1.4.2](#)

Sistema Operacional :

[Linux Fedora 2](#)

Ambiente de desenvolvimento integrado:

[Eclipse 3.1](#)

Aplicativo de manipulação de imagens :

[The GIMP](#) (GPL - Generic Public Licence)

Aplicativo de edição gráfica vetorial :

[Open Office Draw](#) (LGPL - Lesser General Public License)



Desenvolvimento

Características da aplicação

Aplicação local com possibilidade de acesso remoto

Desempenho

Consumo de memória e disco rígido

Pré-requisito: Máquina virtual Java instalada



Exposição dos recursos presentes no simulador em sua versão atual

Recursos de auto-instrução

Exposição de recursos voltados a auto-instrução através do simulador

Conclusão e finalização

www.justjava.com.br

www.metro.sp.gov.br

alexander_zumalde@metrosp.com.br