CATEGORIA 3

VLT – POSSIBILIDADES E VANTAGENS DE IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR DE TRANSPORTE MODERNO E SUSTENTÁVEL

AUTORES

VITO LABATE NETO – ENGENHEIRO ELETRICISTA

FÁBIO DE CARVALHO MACEDO - ENGENHEIRO MECÂNICO

SERGIO LOMBARDI – ENGENHEIRO ELETRÔNICO

INTRODUÇÃO

A implantação do VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) tem se difundido cada vez mais nos últimos anos, em especial nos países mais desenvolvidos. As belas imagens de sistemas desse tipo em operação nesses países impressionam pelo aspecto moderno dos veículos e sua perfeita integração ao meio urbano e paisagístico. Na América Latina em geral e no Brasil em particular, contudo, a sua utilização é ainda relativamente reduzida, aquém do se poderia esperar para as suas cidades em constante expansão demográfica.

Figura 1 – UM VLT MODERNO

Num breve apanhado serão descritos os tipos de VLT e as principais vantagens desse modal, tais como a redução das poluições sonora e do ar, a acessibilidade, o baixo consumo de energia e a sua grande flexibilidade no que se refere ao traçado que pode ser em elevado ou subterrâneo (usualmente em pequenos trechos) ou ainda em superfície, em via segregada ou não.

Evidentemente o VLT tem o seu “nicho” dentro das alternativas existentes para o transporte em zonas urbanas, determinado pela sua capacidade de transporte e seus limites. Em alguns casos, como ocorre com relação ao Metrô ele não deve ser necessariamente visto como um concorrente, mas como uma solução alternativa de menor custo e maior facilidade de implantação.

Neste trabalho procuraremos mostrar para os técnicos em geral e para os administradores de sistemas de transporte público em particular como e onde pode ser utilizado vantajosamente um sistema de VLT, com todos os benefícios urbanos que ele traz, além de cumprir de forma adequada a sua função básica de transportar pessoas. Tudo isso a um custo bastante razoável.

Com essa finalidade, serão apresentados os resultados de uma avaliação através de simulações de um estudo de caso escolhido. De forma expedita, utilizando dados de entrada preliminares para o estudo, é possível fazer um dimensionamento preliminar dos principais sistemas do VLT, incluindo a frota do material rodante e obter uma avaliação razoável do custo previsto para o empreendimento.

Com esses dados em mãos, o responsável pela escolha da solução mais apropriada para um caso em fase de estudo na sua cidade poderá proceder às comparações com outros tipos de modais e fazer a escolha mais adequada para atender o objetivo desejado. Deve ser lembrado que a tomada de decisão deve ser sempre a mais abrangente possível, ou seja, não devem deixar de serem considerados os benefícios adicionais do VLT nos planos urbanístico e ambiental.

Ressaltamos que o objetivo deste trabalho, ainda que se tenha em vista divulgar os benefícios diretos e indiretos que o VLT pode trazer para a população, não é o de criticar outros modais. Esperamos que os subsídios aqui apresentados permitam que os recursos disponíveis, geralmente limitados, possam ser utilizados da maneira mais eficiente possível.

DIAGNÓSTICO

As regiões metropolitanas brasileiras possuem elevado índice de poluição atmosférica, bem como ruídos excessivos, e tudo isto muito próximo aos usuários e população do entorno de ruas e avenidas.

Embora algumas dessas vias sejam largas, elas não são suficientes para escoar todo o tráfego necessário, formando grandes congestionamentos, que além de agravarem o problema da poluição, fazem com que todos os dias milhares de pessoas percam horas no trânsito!

Além disto, há uma exigência cada vez maior para que tenhamos cada vez mais segurança e conforto nos deslocamentos, bem como o menor tempo porta-a-porta possível!

Essa situação tende a se agravar cada vez mais, com o crescimento populacional e a limitação de espaço físico nas medidas e grandes cidades.

O abandono dos antigos “bondes" foi a amplamente .comemorado pelo povo e pelas autoridades da época, vimos o crescimento desordenado das cidades e a escolha pelo transporte individual, o que trouxe o caos no trânsito. Havia no passado linhas ferroviárias que cortavam toda a cidade, indo a Santo Amaro, Tucuruvi, e outros bairros distantes, que foram simplesmente destruídos, citando São Paulo, como exemplo.

Provavelmente os custos seriam muito menores se houvesse um sentido de preservação do que existia à época, mas temos um preço a pagar e a modernidade é quase voltar ao passado, com um transporte moderno, confiável, confortável e que não agride o visual da cidade.

Diante desta situação, temos os modernos e inovadores Veículos Leves sobre Trilhos – VLTs, que, por serem movidos à eletricidade, não poluem, e sendo rigidamente guiados ocupam pouco espaço nas ruas e avenidas, além de serem veículos bidirecionais e como podem ser muito longos (40 ...72m) ou trafegarem em pares, alcançam um ótimo volume de passageiros transportado.

Adicionalmente são veículos com grande capacidade de aceleração e desaceleração de forma contínua, segura e confortável, que podem fazer curvas suaves em velocidades elevadas e nas retas atingir velocidades finais até mesmo acima dos automóveis, dependendo do grau de segregação, proporcionando, em muitas situações, o menor tempo porta-a-porta possível!

O VLT possui diversas singularidades, sendo uma delas a possibilidade de trafegar em leito gramado, ou seja, os trilhos serem assentados no meio de um “tapete” de grama, proporcionando além de uma renovação e melhoria urbanística inigualável, aumento da permeabilidade do solo, que contribui com a redução dos efeitos das enchentes, redução das ilhas de calor, controle da umidade atingindo níveis mais satisfatórios e “filtragem” do ar, no sentido de reter partículas poluentes emitidas pelos outros veículos!

Em todos os projetos de mobilidade urbana o VLT precisa ser um dos cenários, sendo uma das alternativas a ser considerada, pois, em muitas situações deverá ser o melhor custo x benefício quando comparado aos demais modais!

ESTUDO DE CASO

Neste item será apresentado o estudo de um caso fictício de implantação de VLT, visando demonstrar que, com relativa facilidade e certa simplificação dos dados de entrada, é possível chegar com rapidez a resultados razoavelmente aproximados que podem balizar a escolha da solução mais adequada para um projeto.

Com esse objetivo foram realizadas simulações de marcha dos trens e da grade horária e a simulação elétrica para determinar a potência requerida. Com esses resultados é possível fazer o dimensionamento preliminar dos principais sistemas da linha.

SIMULAÇÕES DE MARCHA

O traçado fictício escolhido é apresentado na Figura 02. As características principais da linha são:

- Extensão da linha (via dupla): 10,77km;
- Bitola: 1,435m;
- Nº de estações de passageiros (extensão 70m): 11
- Um túnel de 450m e um elevado de 300m;
- Linha segregada com 4 passagens de nível sinalizadas (prioridade para o VLT);

As curvas com raio superior a 1000 metros e as rampas inferiores a 1%, que resultam em menor consumo de potência e redução da velocidade média, foram desprezadas.

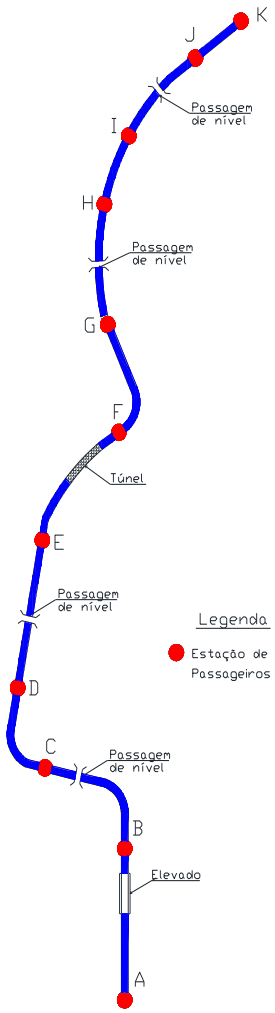

Figura 2 – Traçado

Nas tabelas 01 e 02 são apresentados os dados das Vias 1 e 2 respectivamente com as abcissas das estações, travessias, curvas e rampas consideradas.

Os dados de entrada são armazenados em bancos de dados que são acessados e processados pelo programa quando da realização das simulações. Os dados ficam, portanto, disponíveis nesses bancos para eventuais alterações e novas simulações sempre que se fizer necessário.

Tabela 1 – Dados da Via 1

Ponto notável	Abcissas (m)		Rampa (%)	Raio da Curva (m)
	Início	Fim		
Terminal inicial	0	-	0	0
Estação A	300	370	0	0
Elevado	1200	1500	0	0
Estação B	1600	1670	0	0
Curva	1900	2040	0	400
Passagem de nível	2320	2380	0	0
Estação C	2450	2520	0	0
Curva	2910	3030	0	300
Estação D	3120	3190	0	0

Passagem de nível	**3850**	**3900**	**0**	**0**
Estação E	**4290**	**4360**	**0**	**0**
Túnel	**4750**	**5200**	**0**	**0**
Estação F	**5370**	**5440**	**0**	**0**
Curva	**5500**	**5790**	**0**	**600**
Rampa	**5800**	**6300**	**3,5**	**0**
Estação G	**6430**	**6500**	**0**	**0**
Passagem de nível	**6900**	**6960**	**0**	**0**
Estação H	**7500**	**7570**	**0**	**0**
Rampa	**7800**	**8300**	**4,0**	**0**
Estação I	**8410**	**8489**	**0**	**0**
Passagem de nível	**8900**	**8960**	**0**	**0**
Estação J	**9500**	**9570**	**0**	**0**
Estação K	**10400**	**10470**	**0**	**0**
Terminal final	**-**	**10770**	**0**	**0**

Tabela 2 – Dados da Via 2

Ponto notável	Abcissas (m)		Rampa (%)	Raio da Curva (m)
	Início	Fim		
Terminal inicial	0	-	0	0
Estação K	300	370	0	0
Estação J	1200	1270	0	0
Passagem de nível	1810	1870	0	0
Estação I	2290	2360	0	0
Rampa	2470	2970	-4,0	0
Estação H	3200	3270	0	0
Passagem de nível	3810	3870	0	0
Estação G	4270	4340	0	0
Rampa	4470	4970	-3,5	0
Curva	5070	5270	0	600
Estação F	5330	5400	0	0
Túnel	5640	6090	0	0
Estação E	6410	6480	0	0

Passagem de nível	**6870**	**6920**	**0**	**0**
Estação D	**7580**	**7650**	**0**	**0**
Curva	**7740**	**7860**	**0**	**300**
Estação C	**8250**	**8320**	**0**	**0**
Passagem de nível	**8450**	**8510**	**0**	**0**
Curva	**8690**	**8830**	**0**	**400**
Estação B	**9100**	**9170**	**0**	**0**
Elevado	**9270**	**9570**	**0**	**0**
Estação A	**10400**	**10470**	**0**	**0**
Terminal final	**-**	**10770**	**0**	**0**

Os principais dados dos trens utilizados nas simulações são os seguintes:

- Peso total (tara + lotação): 170000 kg;
- Capacidade: 800 passageiros (6 passageiros/m^2);
- Comprimento: 66m;
- Nº de carros: 2
- Aceleração na partida: 1,0 m/s^2;
- Aceleração na frenagem: 1,1 m/s^2;
- Velocidade máxima: 70 km/h

- O tempo de percurso total calculado, de terminal a terminal, para cada uma das vias, incluindo o tempo de parada de 25 s em cada estação, foi de aproximadamente 19,5 minutos.

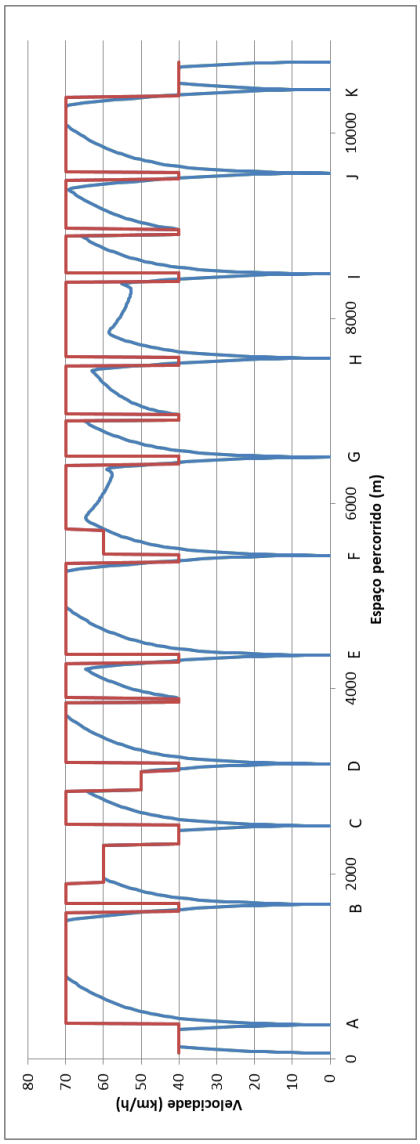

Figura 3 – Marcha da Via 1

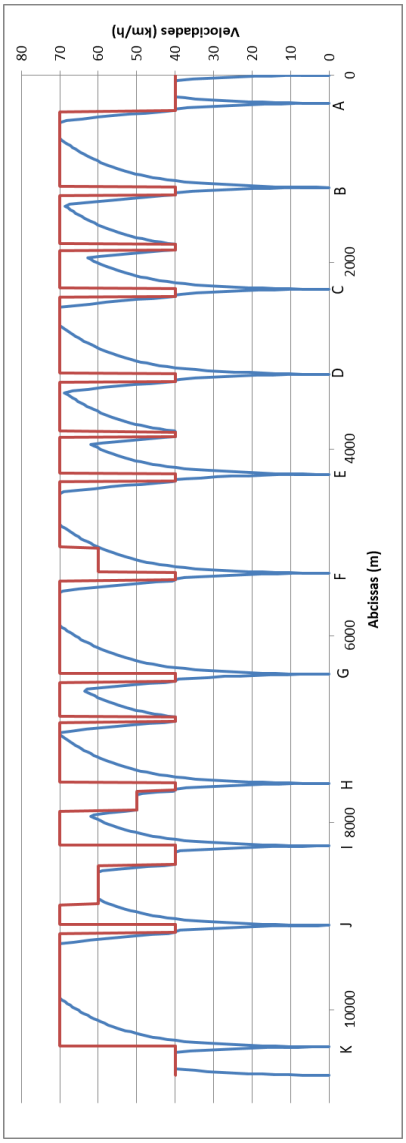

Figura 4 – Marcha da Via 2

A GRADE HORÁRIA

A grade horária é desenvolvida a partir das simulações de marcha descritas no item precedente e adotando um “headway” ou intervalo entre trens para o horário de pico. Será adotado o “headway” de 4 minutos sendo importante fazer algumas considerações a respeito dessa escolha.

Poderia ter sido adotado um “headway” menor, o que aumentaria a capacidade de transporte do sistema, mas foi adotado esse valor devido à existência de passagens de nível ao longo do traçado. O objetivo é não reduzir excessivamente o tempo de travessia para o tráfego local o que poderia causar impacto no trânsito urbano. O valor adotado, contudo, pode ser objeto de reavaliação de acordo com as condições locais o que pode levar a valores maiores ou menores conforme o caso.

Ressalte-se que essa questão está relacionada ao custo de implantação do sistema de transporte. Para o caso em estudo, essas passagens poderiam ter sido eliminadas com a construção de viadutos nesses pontos, o que evidentemente aumentaria o custo do empreendimento. Nessa hipótese, o “headway” poderia ser menor, limitado apenas por condições de segurança e pelo sistema de sinalização e controle dos trens adotado.

Para o “headway” de 4 minutos resulta uma frota de 10 trens. Considerando a capacidade de 800 passageiros por trem temos com 15 trens/hora uma capacidade de transporte de 12.000 passageiros/hora/sentido. Conforme citado acima, essa capacidade poderia ser aumentada com o aumento da frota e a redução do headway.

SIMULAÇÃO ELÉTRICA

As simulações elétricas destinam-se ao dimensionamento do sistema de tração elétrica e são feitas a partir da grade horária do item anterior.

A existência de passagens de nível no traçado impõe a adoção de rede aérea, tendo sido adotada tensão de 1500 V em corrente contínua. Com a evolução da tecnologia, conforme descrito no item seguinte, *Características dos VLTs,* alternativas se oferecem cuja utilização pode ser considerada no lugar da solução convencional aqui adotada para estudo.

Após cálculos preliminares, foi escolhida para simulação a seguinte configuração do sistema de tração:

Tabela 3 – Dados do Sistema de Tração

Subestação	Localização (Abcissa)	Potência kW	Nº de grupos
SE 1	Km 2	2000	1
SE 2	Km 4,5	2000	1
SE 3	Km 6,5	2000	1
SE 4	Km 8,5	2000	1

Não há previsão de rede interna de distribuição em corrente alternada, sendo a alimentação das subestações derivada diretamente da rede da Concessionária local. O mesmo se aplica à alimentação dos serviços auxiliares das estações.

Foram obtidos os seguintes resultados com o sistema íntegro, ou seja, com todas as 4 subestações retificadoras em operação:

Tabela 4 – Resultados das Simulações

Potências em kW			
SE 1	**SE 2**	**SE 3**	**SE 4**
1931,54	**1600,78**	**1603,02**	1950,38

Esses resultados mostram que as potências calculadas não superam a potência nominal considerada.

Devem ainda ser considerados os casos de fora de operação de subestação. O critério usual é que a perda de uma única subestação não deve afetar a operação do sistema.

Nessas condições, leva-se em conta a capacidade de sobrecarga dos grupos retificadores que podem suportar sobrecargas de 150% da nominal durante 2 horas, o que corresponde, aproximadamente, à duração dos horários de pico diários.

Neste estudo de caso, desenvolvido com dados de entrada preliminares, não foram estudadas essas condições de contingência. Pode-se, contudo, afirmar que, do ponto de vista da potência, não devem ocorrer grandes variações em relação a esse valor.

Outro ponto a ser avaliado é o das tensões mínimas na linha de contato, que não devem ser inferiores à mínima tensão admissível do trem. No caso simulado, a tensão mínima calculada é superior à mínima admissível. Da mesma forma que no caso das potências, os casos de degradação pela perda de subestação podem eventualmente impor redução na resistência de elementos do sistema de tração ou mesmo na necessidade de uma subestação adicional.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste item serão analisados os resultados das simulações do estudo de caso do item precedente e apresentadas algumas diretrizes para orientar a elaboração de uma estimativa de custo do empreendimento.

Conforme resultado da grade horária, foi calculada uma capacidade máxima de transporte de 12.000 passageiros/hora/sentido.

Para uma avaliação do custo total desse empreendimento devem ser levados em conta os seguintes resultados das simulações:

- Frota operacional do material rodante: 10 trens;
- Sistema de tração com 4 subestações retificadoras de 2000 kW cada (além de uma subestação de menor potência no Pátio de Manutenção).

Além disso, devem ser considerados:

- O custo das obras civis, incluindo estações de passageiros, túneis, elevados, terraplanagem e pátio de manutenção entre outros. Esses custos são muito variáveis, dependendo do projeto e das condições locais. Deve ser ressaltado, contudo, que de forma geral o VLT tem custos reduzidos com relação ao Metrô ou mesmo ao monotrilho por requerer poucas desapropriações e obras de arte.
- O custo de outros sistemas que devem também ser objeto de uma avaliação técnica:
    - O sistema de sinalização e controle;
    - A rede aérea,
    - A via permanente;
    - As oficinas de manutenção;
    - O Centro de Controle Operacional;
    - O Sistema de Comunicações.

Esses custos, os principais que incidem numa obra do tipo, podem ser obtidos, a partir desse dimensionamento preliminar, através de consultas a Empreiteiros ou Fornecedores de equipamentos e sistemas.

CARACTERÍSTICAS DOS VLT's - OS VEÍCULOS

Com a finalidade de concorrer com outros modos de transporte o cuidado na concepção do veículo nos remete a um cuidado extremo tanto no acabamento interno como no visual externo dos veículos.

Os veículos, seja de qualquer fabricante, tem de longe um acabamento diferenciado em relação aos ônibus, pois com a área bastante envidraçada de modo a que os passageiros possam aproveitar de um visual total da cidade em que se insere.

O INTERIOR

Figura 5 – O interior do VLT

Outro importante ponto a ser salientado no salão interno refere-se à movimentação dos passageiros que não encontram obstáculos que possam perturbar o deslocamento nos corredores do veículo.

As grandes portas de acesso permitem que os passageiros possam adentrar aos veículos com grande facilidade e por ser bastante largas o tempo de troca de passageiros que entram e saem é reduzido.

Com a proposta de manter os níveis de conforto adequados, as portas somente se abrem ao ser acionadas pelos próprios passageiros, isso evita a perda de ar, seja ela quente ou fria. Os veículos são dotados de sistema de arrefecimento (ar-condicionado) com níveis de temperatura adequados a cada cidade em que circularão.

Há uma demanda dos passageiros por comunicação, e isso pode ser facilmente conseguido com sistemas de Wi-fi que atualmente os veículos possuem.

Há também forte demanda dos usuários em dotar os veículos com pontos de carregamento de celulares, o que com certeza, muitos veículos, dos diversos fabricantes já tem como sistema padrão.

A CABINE DE COMANDO

O “cockpit”, assim chamado o posto de comando do VLT, é muito similar a uma cabine de avião, onde o Operador tem à mão todos os meios de controle e de segurança dos VLT´s e de forma ergonômica tem acesso sem perder a visão do trajeto que vai a sua

frente, dessa forma o Operador não se distrai e mantem a segurança na operação do VLT.

Ainda no cockpit, há botões que direcionam as Máquinas de chave na via, com a finalidade de desviarem para outras linhas, permitindo que numa mesma linha vários VLT´s trafeguem e desviem para os seus destinos.

Além dessas funções de operação, há os comandos de faróis, limpadores de para-brisas, lavadores de vidros, luzes externas e internas, buzinas e outras, menos importantes.

Figura 6 – Cabine de Comando.

Certamente como estamos falando de modernidade, todos esses comandos podem estar localizados num monitor com funções através de tela soft-touch.

Para as funções de monitoramento do “estado” do veículo, há uma série de facilidades de detecção de falhas e eventos importantes, todos eles armazenados em “caixa preta” para a segurança do sistema.

Câmeras de vigilância podem ser instaladas em todo o veículo, tanto internamente como externamente, servindo para monitorar o que se passa dentro ou fora dos veículos assim como também serve de “espelho retrovisor” em que se vê tudo e não cause obstáculo visual ao veículo.

As informações podem tanto serem armazenadas nos veículos como serem transferidas ao Centro de Controle Operacional.

Também podem ser armazenadas as ocorrências de falhas, ou quaisquer outros incidentes não previstos.

POSSIBILIDADE DE PLATAFORMAS DESVIADAS

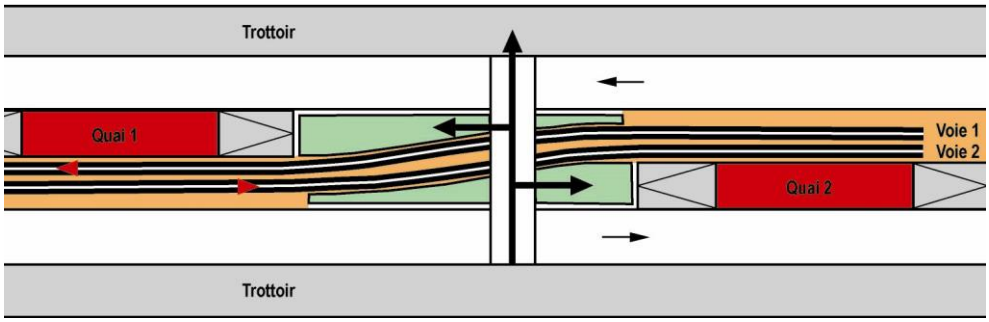

FIGURA 7 – PLATAFORMAS DESVIADAS

O VLT, POR SER RIGIDAMENTE GUIADO, POSSIBILITA PLATAFORMAS DESVIADAS COM SEGURANÇA, OCUPANDO MENOR ESPAÇO NO MEIO DAS AVENIDAS!

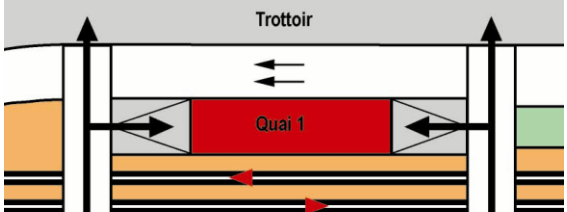

FIGURA 8 – PLATAFORMAS LATERAIS

A ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

Os VLT´s tem uma flexibilidade incontestável: a alimentação elétrica tem dominado os estudos de todos os fabricantes em oferecer as mais diversas soluções.

Temos a tradicional alimentação por catenária que propicia alimentação contínua ao longo do trecho. Essa alimentação por ser fixa e com certeza bastante utilizada é a mais barata, tendo em conta que os componentes já caíram no domínio público, portanto, peças de diversas origens, apesar de que alguns Urbanistas fazerem alguma crítica pela poluição visual. Além disso, as subestações se distribuem em locais estratégicos, não poluindo a paisagem, mas de qualquer forma devem tomar alguns espaços no viário.

Alimentação pelo solo, nesse caso há diversas soluções que podemos enumerar. A primeira solução foi a utilização de uma barra de contato condutora que somente é energizada quando o veículo está sobre ela, mantendo, portanto, a segurança quanto a passagem de transeuntes. Essa solução é mais atrativa quando se pretende eliminar a poluição visual. Normalmente essa solução é aplicada em trechos históricos, tombados pelo patrimônio histórico, ou simplesmente por questões estéticas.

Outra solução ainda pelo solo nesse caso de forma pontual, já considerando que o veículo detenha algum armazenamento de energia para se deslocar em trechos não dotados de carregadores, pode ser através de catenária fixa e pantógrafo, ao longo do teto da parada. Ou no solo, com patins que são abaixados para se carregar através de lâminas também localizadas no solo. Há ainda a alimentação por meio de indução eletromagnética, também na região da parada, e somente alimenta o veículo, quando esse está sobre a bobina indutora.

Quanto ao armazenamento, ao longo dos anos várias tecnologias foram e estão sendo aplicadas. A primeira que podemos citar foi a tecnologia de flywheel – após a carga, uma massa girante descarrega sua energia para o deslocamento do veículo. A outra tecnologia é à High Capacitores – essa tecnologia é interessante na medida em que quando da parada dos veículos, o carregamento se dá em curto espaço de tempo cerca de 30 a 40 segundos. A outra solução é a de aumento de capacidade de baterias normalmente de íons de lítio (atualmente a mais usada) propiciando o deslocamento entre paradas com a descarga das baterias, o que temos visto é que essa última tem sido preferida, mas dentre as soluções cada operador faz a escolha que achar mais conveniente.

Há a mais atual solução de alimentação que é a célula de carga de Hidrogênio, ainda em poucas operadoras, mas de forma crescente.

A TRAÇÃO ELÉTRICA

Quando se trata de tração elétrica, os motores de corrente contínua foram utilizados até pouco tempo, quando se passou a utilizar a tecnologia IGBT, que hoje domina todos os fornecimentos. Quanto aos motores mais modernos além de serme motores de indução, a tecnologia desenvolveu o motor com imã permanente que permitem redução ainda maior no volume dos motores, além de proporcionar rendimentos da ordem de 95 a 98%, ou seja, toda a energia aplicada é transferida às rodas.

SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO E DATA-BUS

Os veículos há algum tempo tinham centenas de fios/cabos metálicos para alimentar, executar e operar, com o surgimento da fibra óptica tudo se transformou e hoje pelas fibras trafegam todos os dados do veículo, como abertura de portas, comunicação ao público, avisos aos passageiros, e toda espécie de informação, portanto foi necessário a utilização de Softwares adequados e seguros. Restando aos cabos metálicos a tarefe de trafegar somente sinais de potência.

Essa tecnologia, e com sistemas de aquisição de dados, com o uso de algoritmos em coleta de dados de todos os sistemas dos veículos, ao utilizar o chamado “machine learning”, que faz o tratamento dos dados de todos os sistemas, a previsibilidade da ocorrência de defeitos é bastante probabilizada, fazendo com que as intervenções dos times de manutenção somente seja necessária quando os avisos recebidos a bordo dos veículos sejam transmitidos aos centros de manutenção para a manutenção necessária.

SISTEMAS DE OPERAÇÃO AUTÔNOMA

Com a evolução da tecnologia da informação, ainda com a revolução 4.0, em que os chamados “big-data” estão dominando o campo do conhecimento, já há em relação a automóveis (vide Tesla e outros) a possibilidade de que em curto tempo tenhamos também em relação aos VLT´s a tecnologia de operação autônoma. Várias são as iniciativas nesse sentido e em futuro não muito distante teremos disponível esse tipo de operação.

INSERÇÃO URBANA

O VLT se insere no contexto urbano de forma ímpar, podendo trafegar nas zonas de pedestres, em ruas estreitas, “dentro de shoppings”, em passagens subterrâneas, elevados, no meio das avenidas, enfim, naquilo que o melhor e mais adequado para a otimização de um Projeto!

Figura 9 – Inserção Urbana

O LEITO GRAMADO

Além de proporcionar um embelezamento inigualável, o leito gramado aumenta a permeabilidade do solo, reduzindo os efeitos das enchentes, reduz as ilhas de calor, contribuindo com o conforto térmico de todo o entorno, mantém a umidade a níveis satisfatórios e funciona como um filtro reduzindo a poluição dos outros veículos.

Figura 10 – Leito Gramado

Somente como parâmetro de comparação, para cada km de leito gramado, a cidade ganha uma área verde equivalente a um campo de futebol, ou seja, uma área verde significativa que irá contribuir em todos os quesitos acima, podendo beneficiar diretamente milhares de pessoas!

Baixa Ocupação do Solo

Com 2,30 m de largura, rigidamente guiado, ocupam pouco espaço nas ruas e avenidas, podendo trafegar com segurança próximo aos d**emais** veículos.

Figura 11 – Baixa ocupação do solo

ACESSIBILIDADE

O piso do VLT pode ser muito próximo do solo, e também encostar na "plataforma de embarque", de maneira a garantir um embarque /

desembarque fácil, rápido, seguro, mesmo para pessoas com mobilidade reduzida, particularmente cadeirantes.

Figura 12 - Acessibilidade

Embelezamento e Valorização Urbana

O VLT por si só costuma ter um design bonito, atraente, inovador. Quando o mesmo é aliado a uma revitalização urbana, e, se possível o leito gramado, todo o entorno ganha, trazendo um embelezamento e valorização inigualável !

Figura 13 – Embelezamento e Valorização Urbana

Zero Emissões

Todo veículo elétrico não emite gases nocivos. Adicionalmente, a eletricidade pode vir de fontes não poluentes como a eólica e solar. Importante lembrar também que o VLT é um sistema de altíssimo rendimento energético, por ser sobre trilhos, leve e com grande capacidade de recuperação de energia nos momentos de frenagem!

Figura 14 – Geração elétrica eólica e solar

Elevada capacidade de Transporte

Podem ter mais de 70 m de comprimento, trafegar aos pares, atingir velocidades elevadas quando segregados.

Figura 15 – VLT de Alta Capacidade

Rapidez

O VLT, em muitas situações, pode ser o meio mais rápido que existe em termos de tempo porta a porta. Possui ótima aceleração, velocidade final, frenagens suaves, curvas rápidas!

Figura 16 – Menor tempo porta-a-porta

Segurança

O VLT por ser sobre trilhos, tem um limitador que o impede de fazer trajetórias perigosas, sendo muitíssimo mais seguro que meios de transporte não rigidamente guiados, particularmente em curvas e situações inseguras como chuva, eventual formação de gelo, possibilidade de óleo na pista, etc... Adicionalmente o mesmo pode ter sensores para acionamento dos freios em caso de emergência!

Figura 17 – A Segurança dos Trilhos

CONCLUSÕES

O Veículo Leve sobre Trilhos é um sistema de transporte que pode ser facilmente comparado com os outros modais, através de uma simulação simples, no sentido de se ter uma primeira ideia em termos de capacidade, tempo de um ponto ao outro, impacto no trânsito da sua área de influência e custos. Porém, nessa primeira análise, não podem ser esquecidas todas as outras qualidades do VLT, como procuramos mostrar, que, de uma forma ou de outra, influenciam na atratividade do modal, na sua capacidade de valorização do entorno, satisfação não apenas dos usuários, mas sim de todos aqueles que direta ou indiretamente são afetados por esse maravilhoso sistema de transporte.

O VLT possui singularidades extremamente importantes que podem caracterizar e modificar a vida de uma região ou até mesmo de uma cidade inteira, proporcionando uma qualidade de vida inigualável!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – Veículo Leve Sobre Trilhos – Uma Proposta Para São Paulo

Peter L. Alouche; Tadashi Nakagawa; Carlos A. Alquéres; Paulo A. Benites

2 – Site www.tramway.com.br

Alfonso Gonzalez Arroyo