

Novas Tecnologias Metroferroviárias Criadas no Brasil: Aeromóvel e Maglev Cobra

Evaristo Almeida¹

Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo - Liderança do PT - Avenida Pedro Álvares Cabral, 201, São Paulo – SP, Fone – 3886-6070, transportes@ptalesp.org.br

SINÓPSE

A tecnologia brasileira que já tinha criado o Bus Rapid Transit (BRT), apresenta mais duas novidades, o Aeromóvel e o MagLev Cobra. Ao contrário do BRT, que é baseado em sistema sobre pneus, o Aeromóvel e o MagLev Cobra possuem características ferroviárias. Essas são contribuições tecnológicas brasileiras importantes que são desconhecidas do grande público e até dos técnicos que trabalham com mobilidade urbana no Brasil. O objetivo deste trabalho é resgatar o histórico desses sistemas e mostrar a viabilidade deles.

PALAVRAS-CHAVE

Mobilidade urbana, Aeromóvel, Mag Lev Cobra, Levitação Magnética, Tecnologia

INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana precisa cada vez de modais cuja implantação seja barata, tenha eficiência energética, baixo custo operacional, rapidez nas viagens e na implantação, qualidade para o usuário e capacidade de transportar um número razoável de passageiros.

Novas tecnologias estão sendo pesquisadas e testadas no mundo inteiro na busca por novos modos sustentáveis.

O Brasil entra com duas contribuições, uma não tão nova assim, que é o Aeromóvel e outra, em fase de certificação, que é a tecnologia da levitação magnética para uso urbano, conhecido como MagLev Cobra.

Esses dois modos estão classificados na categoria que em inglês se chama Automated People Mover – APM são sistemas que se inserem em vias segregadas, sua operação é totalmente automatizada, são de pequena e média capacidade e estão restritos a pequenas áreas, como aeroportos, parques temáticos, hotéis, campus universitários, integração entre sistemas modais e ligação em bairros centrais.

Esses sistemas, além de uma solução para as cidades brasileiras, por usarem energia renovável, de baixo custo de implantação e operação e não emissão de gases poluentes ainda representa uma oportunidade de desenvolver tecnologia que pode ser exportada para o mundo inteiro, criando empregos de qualidade no país.

¹ Essa comunicação é um resumo do artigo “Novas Tecnologias para a mobilidade urbana: Aeromóvel e MagLev Cobra” publicado por mim no livro Mobilidade Urbana no Brasil, pela Fundação Perseu Abramo. Quero agradecer à Liderança da Bancada do PT, através do seu líder deputado Alencar Santana Braga, pelo incentivo na consecução desse trabalho.

Aeromóvel

O Aeromóvel foi concebido em 1959 por Oskar Coester e a idéia foi construir uma linha em via elevada segregada do trânsito local, com um veículo cuja leveza, além de possibilitar redução do consumo de energia, também possibilitasse estruturas mais esbeltas, fáceis de implantar e baratas, principalmente se comparados com a opção subterrânea.



Vista do veículo estacionado na linha piloto desativada em Porto Alegre, foto do autor

No ano de 2007 a Trensurb se junta à PUC/RS e UFRGS na equipe de estudos do Aeromóvel, cujo projeto de integração do aeroporto à estação da Trensurb foi incluída no Programa de Aceleração do Crescimento-PAC. Em 2010 a Trensurb assinou um contrato com a Aeromóvel Brasil Sociedade Anônima – ABSA. A linha foi inaugurada em agosto de 2013, e liga o Terminal 1 do Aeroporto Salgado Filho à Estação Aeroporto da Trensurb. É a primeira linha comercial construída no Brasil e a segunda no mundo, pois desde 1989 está em operação uma linha em Jacarta, Indonésia.

O que é o Aeromóvel

O aeromóvel é um sistema de transporte metroferroviário de pequena e média capacidade, impulsionado com propulsão pneumática que se move sobre um trilho em via elevada e cujos carros não são motorizados. É um sistema em que a via é ativa e o carro é passivo, dependendo de um conjunto de sistemas para se movimentar.

Na parte de baixo da linha há um duto onde o vento produzido por poderosos ventiladores industriais, move uma placa de propulsão (como uma vela invertida de um barco), embutida dentro de um duto na via permanente, que está fixada numa haste (mastro) e este no veículo, fazendo com que esse ganhe movimento, através de truques sobre rodas de aço nos trilhos.

O movimento do carro é feito tanto por impulsão, quanto por sucção. A placa situada na parte de trás é empurrada e a na parte da frente é succionada pelo vento.

Figura 1 - Princípio de funcionamento do Aeromóvel



Com essa dinâmica o carro é impulsionado sobre os trilhos, aumentando ou diminuindo a velocidade ou parando nas estações.

A via é construída sobre vigas e pilares pré-fabricados; abriga a função de suporte para a via permanente e duto para a propulsão dos veículos. Os vãos entre as vigas podem variar de 10 a 35 metros, o gabarito (altura) pode ser de 4,5 a 20 metros. O raio mínimo de curva é de 25 metros. A rampa máxima, segundo o fabricante² pode chegar a 12%. O raio mínimo de curva menor possibilita mais opção na implantação das linhas no meio urbano, assim como a possibilidade de rampa com maior inclinação.

A bitola usada no Aeromóvel de Porto Alegre e o que será implantado em Canoas é de 1600 mm, mas pode ser utilizada qualquer outra e o trilho é o TR 45.

Os veículos podem ter configuração de dois, três ou quatro carros, com capacidade para até 600 passageiros³ e podem chegar até 80 quilômetros por hora.

A vantagem em relação a outros sistemas metroferroviários é que o veículo não possui sistemas de propulsão a bordo, o que reduz o peso morto e a energia para impulsioná-lo. O veículo usado pela Trensurb pesa 17,56 toneladas⁴ com capacidade para transportar 300 passageiros⁵, a proporção peso útil/peso morto é de 1,2. No carro da Frota G do Metrô de São Paulo, essa relação é de 0,57. No VLT, segundo a CBTU, no modelo sugerido como padrão nacional, o peso do VLT deve ser de 28,5 toneladas para transportar 170 passageiros por carro, o que dá uma relação de 0,41. Quanto maior essa relação, menor o dispêndio de energia por passageiro transportado. É inversamente proporcional.

Se o coeficiente da relação for superior a 1, indica que o veículo transporta uma carga útil (passageiros) cujo peso é maior do que o dele, como no caso do Aeromóvel, se for igual a 1, transporta o mesmo que pesa e se o resultado é inferior a 1, o peso morto (veículo) é maior do que a somatória do número de passageiros transportados.

Os dados mostram que o Aeromóvel transporta mais do que o dobro de peso útil em relação ao peso morto, quando comparado com um sistema de metrô e de VLT. A relação do peso do carro por passageiro transportado faz com que o gasto de energia por passageiro também seja menor em relação a outros sistemas metroferroviários. O menor peso dos carros também causa um desgaste menor nos trilhos, aumentando a vida útil destes.

² Conforme consta na página da ABSA <http://www.aeromovel.com.br/o-veiculo/>

³ Se conseguir um intervalo de 90 segundos entre as composições é possível transportar até 24 mil passageiros por hora sentido.

⁴ Para se ter uma idéia um ônibus biarticulado para 200 passageiros, pesa 25,4 toneladas, o que dá uma relação peso/ peso morto de 0,55, um superarticulado, para 200 passageiros a relação é de 0,63, um automóvel SUV para 5 passageiros com peso é de 1,78 tonelada, de 0,19 e um compacto médio, também para 5 passageiros, cujo peso é de 1,3 tonelada, essa relação é de 0,26. Ressaltando que não dá para comparar modos metroferroviários com rodoviários, pois o atrito de rolamento roda/trilho é cerca de dez vezes menor do que o pneu/asfalto.

⁵ Geralmente se utiliza um peso médio de passageiro de 70 quilos.

A simplicidade da tecnologia faz com que os custos do equipamento e da manutenção sejam mais baratos por não dependerem de funcionário altamente especializado⁶. O fato de operar sem condutor, totalmente automatizado, também reduz os custos operacionais.

Questionado à empresa se os processos de transformação de energia elétrica em pneumática e depois em mecânica acarretam perdas, a resposta foi positiva, mas pelo fato do menor peso do Aeromóvel essas perdas, principalmente pela saída de vento no vão da via onde a haste desliza, são amplamente compensadas.

Os dados do Aeromóvel de Porto Alegre⁷

A Trensurb, para absorção de tecnologia, criou o Centro de Desenvolvimento Aplicado a Tecnologia do Aeromóvel – CEDAER, com três coordenadorias, a Coordenação de Desenvolvimento Operacional – CDO, a Coordenação de Desenvolvimento de Manutenção – CDM e a Coordenação de Desenvolvimento de Projetos, Estudos e Pesquisas – CDP.

O custo total do projeto foi de R\$ 38.162.174,22, distribuídos da seguinte forma: A empresa Aeromóvel recebeu R\$ 22.855.516,27 pelo desenvolvimento do pacote tecnológico, a construtora Pre Mold ficou com R\$ 8.766.541,39, pela construção da via elevada, a T'Trans, R\$ 2.987.331,98, pela construção do material rodante e a Rumo, R\$ 3.552.784,58, pela construção das estações.

A extensão da linha foi de 1.035 metros, com raio mínimo de 35 metros nas curvas, rampa máxima de 3%, foram construídos dois veículos, o A 100 com capacidade para 150 passageiros e o A 200, para 300 passageiros.

A velocidade máxima do projeto é de 65 quilômetros por hora com capacidade para transportar até 4.500 passageiros por hora sentido. A operação é totalmente automatizada, com CBTC (Communications Basic Trains Control).



Trem do Aeromóvel sobre a via, foto do autor

Segundo a Trensurb já foram transportados 2,2 milhões de passageiros desde que o sistema entrou em operação e o custo de propulsão por passageiro começou em R\$0,08 em 2014 e será no final de 2016 de R\$ 0,16. É bem baixo, demonstrando a viabilidade do projeto.

O Projeto do Aeromóvel de Canoas

⁶ Em conversa com funcionário da Trensurb, essas informações foram corroboradas.

⁷ A partir de dados fornecidos pela Trensurb

A cidade de Canoas, situada na Região Metropolitana de Porto Alegre, tem uma população de 323.827 pessoas. Está em fase nessa cidade a implantação da terceira linha comercial do Aeromóvel.

Serão três linhas, sendo o primeiro projeto do mundo com pista dupla, com extensão de 14,7 quilômetros e 22 estações.

Figura 3 – Futura linha do Aeromóvel de Canoas



Fonte: Prefeitura Municipal de Canoas

A fase 1 ligará o bairro de Guajuviras à estação Mathias Velho da Trensurb, ao longo das avenidas Boqueirão e 17 de Abril, com 4,7 quilômetros de extensão e sete estações. A demanda inicial será de seis mil passageiros por hora sentido e no final do projeto de 12 mil. A estimativa é atender 100 mil passageiros por dia. Cada veículo terá 2,5 metros de largura interna livre e 25 metros de comprimento, com capacidade para transportar até 300 passageiros e pesando 17 toneladas.



Modelo do veículo que será construído pela Marcopolo para Canoas

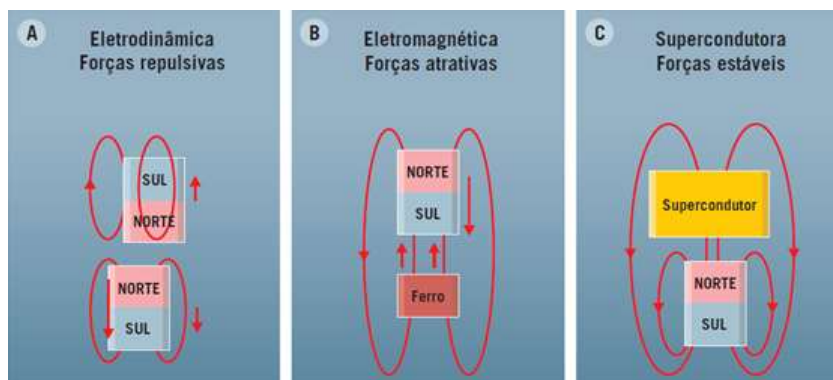
O custo total de implantação da primeira fase do Aeromóvel está estimado em R\$ 287 milhões, sendo R\$ 272 milhões financiados pela Caixa Econômica Federal e R\$ 15 milhões do Governo Municipal. O custo por quilômetro será de R\$ 61 milhões.

Levitação Magnética

Uma verdadeira revolução estará ocorrendo nos próximos anos com a levitação magnética para uso no transporte, tanto regional quanto urbano. É um sistema que possibilita que o veículo flutue e se desloque sem uso de rodas ou trilhos. Estamos falando da levitação

magnética que será o suporte para veículos ferroviários se deslocarem a altas, médias ou baixas velocidades.

Três métodos de levitação magnética empregados em veículos MagLev e suas respectivas forças.



Fonte: Stephan, Richard M, (2015)

Esquemática do funcionamento do MagLev Cobra do MagLev Cobra



O interesse pela pesquisa de levitação magnética no Brasil teve início após a implantação do Laboratório de Aplicação de Supercondutores – LASUP, na Coppe – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo físico Roberto Nicolisky em 1998. Atualmente o projeto é liderado pelo professor Richard Magdalena Stephan.

O projeto do MagLev Cobra foi iniciado em 2000. Houve várias etapas, entre elas a demonstração de um protótipo em menor escala, que demonstrou a viabilidade da tecnologia. No caso, a opção foi pela tecnologia supercondutora para construir um veículo de uso urbano.

A tecnologia de levitação pode ser usada para construir trens de alta velocidade ou para uso urbano. Atualmente há três projetos de pesquisa e ensaios para sistema de alta velocidade e sete para uso urbano no mundo.

O nome MagLev é pela tecnologia e Cobra porque os carros terão seções pequenas que permitem que o veículo tenha mais flexibilidade e possa fazer curvas mais acentuadas.

A linha construída liga os prédios dos Centros de Tecnologia CT1 ao CT 2 da Coppe - UFRJ demonstra como funciona a tecnologia. É uma via elevada com 200 metros de

comprimento⁸. O veículo trafega sobre duas fileiras compostas por imãs em toda a sua extensão, formando trilhos magnéticos. Para conseguir o efeito da levitação magnética não há utilização de energia elétrica e sim a sinergia existente entre os imãs da linha e o material supercondutor resfriado a 196° negativos, em nitrogênio líquido, alocados ao longo do carro. A energia elétrica somente é usada na tração do veículo.

Foi construído um veículo, protótipo operacional, com dimensão de 7,56 metros de comprimento com capacidade para transportar 30 pessoas. Em paralelo, a cada 1 metro, na parte inferior do veículo há um criostato, que na verdade é uma sofisticada garrafa térmica, com material supercondutor no seu interior e imerso em nitrogênio líquido a 196° Celsius negativo.

Os supercondutores resfriados com nitrogênio, instalados no veículo, em contato com os imãs da via, provocam o efeito de levitação, fazendo a composição flutuar, formando a base sobre a qual ele vai se deslocar.

A tração é obtida através de um motor linear, instalado no meio da via e complementado por outra parte embaixo do veículo, sem nenhum atrito mecânico. Isso permite que ele possa se deslocar a até 70 quilômetros por hora.

O MagLev Cobra pode subir rampa de até 15% e operar em linha com raio mínimo de 50 metros, segundo dados operacionais divulgados.

Há em projeto a construção de uma linha comercial no campus da UFRJ de cinco quilômetros, com oito estações, fazendo a ligação com os vários institutos da Universidade. Fará integração na estação do BRT da Ilha do Fundão até o Parque Tecnológico da UFRJ.

O objetivo é estabelecer uma Parceria Público Privada - PPP, integrando órgãos públicos e privados para a construção dessa linha, suprimindo as linhas de ônibus que atendem ao Campus, pelo MagLev Cobra. É um dos projetos do Plano Diretor da UFRJ – 2020

Será a primeira linha comercial com a tecnologia de supercondução magnética a ser implantada no mundo.

“Mais de 200 linhas potenciais poderão ser criadas na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, oferecendo mais um sistema de escoamento de fluxo e reduzindo dramaticamente os problemas de falta de conexão entre os diferentes modais atualmente disponíveis. O Sistema MagLev Cobra permitirá integrar as Barcas com a Rodoviária, o Metrô com os aeroportos, a conexão do Metrô de São Gonçalo com o Metrô do Rio através da Ponte Rio-Niterói, entre outras conexões fundamentais para o crescimento econômico e aumento da qualidade de vida na região.” COPPE⁹.

CONCLUSÕES

A última novidade no meio ferroviário, baseado na tração roda/trilho, foi o trem-bala (Shinkansen) japonês, com o Aeromóvel e o MagLev Cobra são sistemas ferroviários também revolucionários.

⁸ Segundo dados do Lasup, foram gastos cerca de R\$ 10 milhões para a construção da linha.

⁹ Coppe, Etapas de Aplicação, <http://www.maglevcobra.coppe.ufrj.br/veiculo.html>

O Aeromóvel opera no sistema roda-trilho, mas usa tração impulsionada por energia pneumática. Já o veículo MagLev Cobra, usa a levitação magnética como base por onde se desloca, prescindindo de trilhos de ferro e de rodas.

A tecnologia de levitação magnética já é usada na ligação de Xangai com o distrito financeiro de Pudong, desde 2003 e em 2016 foi inaugurada uma linha de 18,5 km em Changsha, que pode atingir até 120 quilômetros por hora. Outra linha de alta velocidade está sendo implantada no Japão e fará a ligação entre Tókyo e Nagoia em 2027 e depois até Osaka até 2045.

O Aeromóvel está num processo adiantado, pois já tem duas linhas operando e uma terceira que está em construção. Já tem um forte componente industrial, parceria com a academia, a UFRGS, a PUC-RJ e tem experiência com o Governo.

O MagLev Cobra brasileiro ainda está em processo de certificação e de reunir um grupo de empresas nacionais que façam parte do projeto. Tem uma boa base de sustentação acadêmica que é o programa de pós-graduação da COPPE-UFRJ e conseguiu montar uma linha experimental reunindo várias empresas e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. São projetos extremamente importantes para o Brasil que tem uma das mais altas taxas de urbanização do mundo, com problemas na mobilidade urbana.

Essas tecnologias são muito mais baratas, em relação a outros sistemas metroferroviários, são rápidas de implantar, baixo consumo de energia, não emitem gases poluentes, a via elevada tem baixo impacto visual urbano e são 100% nacional. E são seguras, pois ambos os sistemas são à prova de descarrilamento e no caso do Aeromóvel, é impossível o choque de dois veículos, por causa da massa de ar que os separa.

A implantação da linha do Aeromóvel em Porto Alegre foi muito importante, pois está demonstrando a viabilidade operacional e financeira do sistema.

O mesmo vai ocorrer com a construção da primeira linha comercial usando a tecnologia supercondutora para levitação magnética no mundo, que será o MagLev Cobra no campus da UFRJ.

Lembrando que a tecnologia também é um fator político e já há um extenso leque de outras tecnologias metroferroviárias consolidadas que estão em uso no mundo e que novas tecnologias representam um risco muito grande para as que já estão em operação, inclusive com interesses políticos instalados em instituições públicas e privadas. Mas, citando uma frase de Riobaldo, personagem lendário do sertão mineiro, de Guimarães Rosa, “viver é perigoso”, ressaltando a genialidade brasileira e o desafio permanente de nos tornarmos uma nação à frente do nosso tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEROMÓVEL, <http://www.aeromovel.com.br/>, vários acessos em junho de 2016.

ALMEIDA, Evaristo, “Novas Tecnologias para a mobilidade urbana: Aeromóvel e MagLev Cobra”, In: ALMEIDA, Evaristo (Org.), Mobilidade Urbana no Brasil, Fundação Perseu Abramo, São Paulo, 2016, pp. 573-601.

AMES, Valesca Daiana Both, Controvérsias Sociotecnológicas: O caso do Aeromóvel em Porto Alegre/RS, 37º Encontro Anual da ANPOCS, mimeo, Água de Lindóia/ RS, 2013.

CBTU, Desenvolvimento e Fabricação de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) para Transporte Urbano e Regional de Passageiros, mimeo, Brasília, 2005.

COPPE, Uma decisão estratégica, <http://www.maglevcobra.coppe.ufrj.br/veiculo.html>, acessado em 24/06/2016.

COPPE, Etapas de Implantação, <http://www.maglevcobra.coppe.ufrj.br/veiculo.html>, acessado em 24/06/2016.

FOLHAPRESS, BNDES aprova financiamento de R\$ 746 milhões para obras do VLT do Rio, 19/08/2015, no sítio <http://www.otempo.com.br/capa/economia/bndes-aprova-financiamento-de-r-746-milh%C3%B5es-para-obras-do-vlt-do-rio-1.1090107>, acessado em 24/06/2016.

FRANCISCONI, Jorge Guilherme, A saga do Aeromóvel, Revista dos Transportes Públicos, ano 29, 2006, 4º trimestre.

MATTOS, Laércio Simas, Estudo da Tração de Um Veículo de Levitação Magnética Supercondutora: Contribuição à Certificação do MagLev-Cobra, Tese de Doutorado COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

STEPHAN, R. M., “Maglev Cobra, tecnologia de levitação magnética no Brasil”, Revista Ciência Hoje, 325, maio de 2015.

STEPHAN, R. M., **JR.** Rubens de Andrade, **FERREIRA**, Antonio Carlos, “Superconducting light rail vehicle: a transportation solution for highly populated cities”, IEEE, Vehicular Technology Magazine, v. 7, pp.122-127- 2012.

TRENSURB, Relatório Mensal do Sistema Aeromóvel Trensurb, maio/2016, mimeo, Porto Alegre, 2016.

TRENSURB, Trensurb e Aeromóvel, A inovação da Trensurb conectando a população ao futuro da mobilidade e da integração, Trensurb e Ministério das Cidades, Porto Alegre, 2014.

UFRJ, Implantação do Projeto MagLev-Cobra Segundo Plano Diretor da UFRJ, Rio de Janeiro, mimeo, 2016.