



ANAIS

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE MOTOR LINEAR AO TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGA: UMA ABORDAGEM TECNOLÓGICA

Adriana Aparecida de Cassia Pereira; adriana.cassiasjc@gmail.com; FATEC - SJC
Tayomara Cristina Vicente Ribeiro; tayomarah@hotmail.com; FATEC - SJC
Marcus Vinicius Nascimento; nascimento.mv@fatec.sp.gov.br; FATEC – SJC

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma discussão referente ao uso da tecnologia de motor linear a propulsão que surge como mecanismo inovador para facilitar o transporte de cargas sobre trilhos, buscando a eficiência e autonomia na movimentação de materiais. Essa tecnologia busca trazer ao conhecimento geral o princípio de se utilizar um novo modelo de transporte ferroviário com um terceiro trilho, afim de alcançar maior mobilidade e redução em custos de operação e movimentação uma vez que o motor de indução linear proporciona uma performance confiável em todo tipo de clima a um custo mínimo de manutenção. Neste contexto este artigo faz uso do método SWOT baseada na relação dois a dois entre oportunidades, ameaças, fraquezas e forças, para avaliar a possibilidade e viabilidade tecnológica em se utilizar essa tecnologia para o transporte ferroviário de cargas. Os resultados do trabalho apontam que o uso desta motorização é viável, porém extremamente vulnerável, visto que a tecnologia ainda carece de desenvolvimento e testes.

Palavras-Chave: Motor Linear; Tecnologia; Autonomia; Transporte; Eficiência; Inovação.

ABSTRACT

This article presents a discussion about the use of the linear motor technology which emerges as an innovator mechanism to facilitate goods transportation on rails, aiming to achieve the efficiency and autonomy of materials handling. This technology aims to bring to the general knowledge the concept of a new rail transportation model with a third rail, in order to achieve a larger mobility and reduce the operational costs of movimentation, once the linear motor has a reliable performance in all kinds of weather at a minimum operational cost. In this concern, this article uses a SWOT method based in the relation “two by two” between oportunities, threats, weaknesses and strenghts, to evaluate the possibility and technological viability of using this technology in the rail cargo transportation. The results indicates that the use of this motorization is practicable, but also extremely vulnerable, since the technology still necessitates developments and tests.

Keywords: Linear Motor; Technology; Autonomy; Transport; Efficiency, Innovation.

1- INTRODUÇÃO

O elevado tráfego de veículos pode ser um símbolo da urbanização, porém seus efeitos negativos tem sido percebido de forma bem clara pela população dessas áreas, principalmente em função dos excessivos congestionamentos e acidentes (CINTRA, 2013; JUNIOR, 2006; PEREIRA et al, 2012). Nesse cenário, Hanai (2013) entende o chamado “Intelligent Transport Systems (ITS)” como a reunião internacional para resolver este tipo de problema, tendo como objetivo o desenvolvimento da segurança, capacidade de transporte e conforto, assim como proteção ao meio ambiente.

Sistemas de trânsito urbano modernos necessitam providenciar um alto nível de serviço com curtos *headways*. O desenho do alinhamento das rotas necessita ser flexível e permitir a subida em trechos mais íngremes para reduzir custos de sistema. Uma precisão confiável de parada nas estações sob todo tipo de condição de clima é essencial. Por esse aspecto, a propulsão por motor de indução linear (LIM) é o que mais se encaixa aos requisitos operacionais. (Vollenwyder,2009)

O motor de indução linear proporciona ao operador uma performance confiável em todo tipo de clima a um custo mínimo de manutenção. Após 25 anos, a propulsão motor de indução linear é a escolha ideal para sistemas automatizados de trânsito urbano, operado a baixos níveis de *headway* e de dificuldades de alinhamento. Empresas como Bombardier, Kawasaki e Mitsubishi continuam a desenvolver a tecnologia para proporcionar sistemas de operação de trânsito otimizadas, com custo efetivo para as necessidades de transporte.

Um desafio para o século 21 será transpor para o transporte de cargas as tecnologias inteligentes de transportes desenvolvidas e aplicadas ao ambiente urbano.

A implantação das ferrovias no Brasil foi caracterizada pelo aspecto empreendedor que marcou uma forte inovação no modelo de transportes no país. Iniciada em meados do século 19 pelo Barão de Mauá, o primeiro trecho ligava o Rio de Janeiro a Petrópolis através de uma operação multimodal. A linha iniciava em Magé, cidade localizada nos fundos da baía da Guanabara e, portanto, alcançada pela navegação interior, predominante à época. Apesar de seu tamanho diminuto (apenas 16 km), o Barão de Mauá realizou uma grande mobilização de recursos nacionais e internacionais, que seriam garantidos com o sucesso do empreendimento (LIMA e PASIN, 1999).

Hoje, porém, o modal ferroviário se constitui no principal elo faltante ao surgimento de uma oferta adequada de serviços de transporte multimodal. Ainda de acordo com Lima e Pasin (1999) a quase totalidade das soluções disponíveis, à sua época de estudo, exigiam uma reforma da moldura institucional, e a necessidade de se rever os marcos e tecnologias definidos no processo histórico de construção da infra-estrutura logística (ferrovias, portos, rodovias, navegação marítima e hidroviária), fato que persiste até os dias atuais quando se trata da infra-estrutura ferroviária. O principal desafio a ser vencido é a retirada dos transportes do conjunto de fontes do “Custo-Brasil”.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é empreender uma análise que permita avaliar o uso inovador da tecnologia de motor linear na propulsão de sistemas ferroviários destinados ao transporte e movimentação de cargas.

1.2 Abordagem Metodológica

A fim de cumprir os objetivos propostos, a metodologia empregada nesta pesquisa será apresentada em quatro fases, a saber:

1. Prospecção Dirigida: Nesta fase é desenvolvida a fundamentação teórica ao



ANAIS

desenvolvimento adequado dessa pesquisa. Foi realizada extensa pesquisa bibliográfica referenciando a aplicação de motor linear a propulsão de composição ferroviária, tipicamente para o transporte de cargas.

2. Mapeamento: Nesta fase será caracterizado o ambiente tecnológico e logístico que compõem o transporte ferroviário de carga com o intuito de identificar quais as oportunidades de desenvolvimento e inovação deste segmento com relação ao uso de sistemas inteligentes de transporte associado à tecnologia de motores lineares aplicados a sistemas ferroviários.
3. Aplicação do Ferramental Específico: Será aplicada a ferramenta analítica composta pelo método Swot para avaliar a viabilidade do modelo tecnológico de inovação.
4. Análise dos Resultados e Conclusões: Nesta fase é realizada a análise crítica dos resultados apontados pelo modelo analítico, buscando apresentar contribuições com a extensão das fronteiras atuais da pesquisa associada aos sistemas transporte de carga ferroviário.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

Com os novos avanços da economia moderna e a crescente demanda por tecnologia cria-se novos desafios para o controle de tráfego que não deixa espaço para a solução clássica, mas solicita a abordagem inovadora e multidisciplinar com base nos mais recentes avanços científicos e tecnológicos.

2.1 Intelligent Transport Systems (ITS)

O interesse em sistemas de transporte inteligentes emerge dos desafios causados pelo congestionamento de tráfego e uma sinergia de novas tecnologias da informação para a simulação, controle em tempo real e redes de comunicações. Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) pretende incluir a tecnologia da informação e comunicação (TIC) para o transporte de infra-estrutura e veículos em um esforço para melhorar eficiência e segurança, criando assim um sistema de transporte inteligente que tinha o objetivo de integrar os vários intervenientes do processo de negócio de transporte utilizando tecnologias como, sistemas de navegação por satélite, tecnologias da informação e da comunicação como rastreamento e comunicação móvel, radares e elementos sensores. (FILJAR et al, 2009)

2.2 Advanced Rapid Transit (ART)

O sistema ART é desenvolvido com capacidade para atender de 10000 a 40000 passageiros por hora e por direção. O trilho é geralmente elevado com algumas seções em subidas ou subsolo. A operação é sem maquinista inclusive em estações finais. O sistema de abastecimento é através do terceiro ou quarto trilho, dependendo do sistema. Outras características são comunicação extensiva, circuito fechado de TV e detecção de intrusos na plataforma.

Um sistema já implantado é o AIRTRAIN em New York. O AIR TRAIN conecta dez estações utilizando um trilho elevado para ligar todos os terminais da área do Aeroporto de JFK com duas vias que fazem interface com o sistema de trânsito regional de New York. O comprimento do sistema é de 13 km com uma inclinação máxima de 5,4%. São utilizados 32 veículos ART. Os veículos possuem portas extra-largas, racks de acomodação para bagagem para os passageiros das cias aéreas acomodarem suas bagagens. Os veículos são projetados para operarem sem maquinista como unidades únicas ou em trens de quatro vagões. A armazenagem e movimentação dos veículos é automática. O serviço se iniciou em 2002.

2.3 Apresentação do Motor linear

Um motor linear é um motor elétrico que possui um estator e um rotor desenrolado, então em vez de produzir um torque ou rotação, produz uma força linear ao longo de seu comprimento inteiro. O mais comum modo de operação é um atuador Lorentz no qual a força aplicada é linearmente proporcional à corrente e campo magnético.

Muitos desenhos de motores lineares têm sido apresentados e tendem a se enquadrar em duas principais categorias, as quais são motores de baixa aceleração e motores de alta aceleração. Motores de baixa aceleração são perfeitamente compatíveis com o que é conhecido por trem maglev e outros tipos de aplicação para transporte terrestre. Maglev é derivado de *Magnetic Levitation* (Levitação Magnética). Os motores de alta aceleração linear são normalmente curtos, desenhados para acelerar um objeto a uma velocidade muito alta.

2.4 Tipos de motor linear

A propulsão do motor de indução linear é parte integrante da solução de sistema avançado Rapid Transit aos requisitos operacionais para um sistema de transporte total. Os requisitos foram estabelecidos com a colaboração de autoridades de planejamento municipais e autoridades de trânsito, bem como de estudos de cidades norte-americanas. Estes requisitos exigem um elevado nível de serviço e flexível. O sistema deve funcionar em todas as condições meteorológicas. O sistema deve ser aceitável para o ambiente e ter um mínimo uso do solo, ruído e impacto visual. Deve integrar-se bem em um ambiente urbano. Os custos do sistema e operacionais reduzidos também fazem parte das exigências.

Motor de Indução Linear

Neste desenho de motor linear, a força é produzida por um campo magnético em movimentação atuando em condutores no campo. Qualquer condutor, sendo este um laço, uma bobina, ou mesmo somente uma placa de metal, colocado neste campo, terá correntes de Foucault induzidas criando um campo magnético oposto, de acordo com a lei de Lenz. Os dois campos em oposição vão se repelir um ao outro, criando então movimento ao passo que o campo magnético varre pelo objeto de metal.

Motor Linear Síncrono

Neste desenho de motor linear, a taxa de movimento do campo magnético é controlada, geralmente de forma eletrônica, à faixa de movimento do rotor. Por motivos econômicos os motores lineares raramente usam comutadores, então o rotor vai frequentemente conter ímãs permanentes, ou “ferro doce”.

Motor Linear Homopolar

Neste desenho de motor linear uma alta corrente é transmitida através de uma sapata de metal entre os contatos que são alimentados a partir de dois trilhos de deslizamento. O campo magnético faz com que o metal se projete ao longo dos trilhos.

Motor Linear Elétrico Piezo

O motor elétrico Piezo é usado para impulsionar motores lineares pequenos. A eletricidade de Piezo foi descoberta em 1880 pelos físicos franceses Jacques e Pierre Curie.

3- DESENVOLVIMENTO



ANAIS

A fim de avaliar o emprego da tecnologia de motor linear na propulsão de sistemas ferroviários estabeleceu-se um conjunto de quadros identificando as principais forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que compõe o cenário do ambiente tecnológico necessário à aplicação da técnica de análise SWOT.

3.1 Apresentação do Ferramental de análise

A Análise de SWOT é uma ferramenta utilizada para fazer análise de cenários, muito útil na gestão e no planejamento estratégico. Neste trabalho pretende-se construir uma matriz SWOT para empregar como um instrumento analítico de alto nível, para melhor analisar os resultados encontrados nas pesquisas realizadas.

De forma simplificada, define-se que as forças e fraquezas fazem parte do ambiente interno que, quase sempre, pode ser controlado pelas organizações, e é dada pelo cenário o atual em que as organizações se encontram. As oportunidades e ameaças referem-se ao ambiente externo e tratasse de uma antecipação do futuro.

Quanto aos fatores internos da organização, nos pontos fortes à organização dispõe de recursos e habilidade da qual é utilizada para explorar as oportunidades e minimizar as ameaças estas devem ser colocada em evidência. A fraqueza pode ocorrer por deficiências que inibem a capacidade de desempenho da organização e deve ser feito o máximo para controlá-lo ou mitigar seus impactos negativos para evitar a insolvência (MATOS, MATOS e ALMEIDA, 2007).

Os fatores externos da organização estão fora da barreira de controle, mas apesar disso, a organização deve conhecer suas oportunidades e ameaças, a fim de estar preparada para aproveitá-la ou evitá-la (DAYCHOUW, 2007).

3.2 Aplicação do ferramental de análise

O Quadro I apresenta as forças do cenário envolvendo o emprego da tecnologia de motor linear na propulsão de sistemas ferroviários desenvolvido através da mineração de informações obtidas durante as pesquisas realizadas neste trabalho.

Quadro I : Ambiente Interno – Forças

Veículo autônomo – possibilidade de operar sem condutor ou locomotiva
Modular - composição pode ser de um ou mais veículos
Possibilidade de se mover em dois sentidos sem manobrar
Sem emissão de poluentes
Alta eficiência de motorização em virtude da leveza

O Quadro II apresenta as fraquezas do cenário em tela.

Quadro II: Ambiente Interno – Fraquezas

Não há aplicação prévia da tecnologia em transporte de carga
Necessidade de desenvolvimento tecnológico
Poucos fabricantes de motores lineares ferroviários no mundo
Sistema específico de alimentação de energia
Falta de validação tecnológica quanto a defeitos e falhas

O Quadro III apresenta as principais oportunidades encontradas.

Quadro III: Ambiente Externo - Oportunidade

Não precisa de área para pátio de manobras
Redução de custos de Infra estrutura civil (fundações, vigas, trilhos)
Capacidade de vencer inclinações equivalentes à rodovia sem cremalheira ou longas rampas.
Não degrada o meio ambiente (Não polui, nem emite ruídos de motor).
Truck mais leve por não tracionar as rodas

O Quadro VI apresenta as ameaças ao cenário avaliado.

Quadro VI : Ambiente Externo – Ameaças

Inexiste infra estrutura construída no Brasil
Depende unicamente de fonte de energia elétrica
Risco de não aceitação como modal de transporte competitivo
Necessita novos espaços para implantação da infra estrutura
Incerteza dos custos operacionais

A fim de avaliar quantitativamente os resultados da aplicação do ferramental de análise SWOT aplicado ao cenário em estudo, foi aplicado ao caso em tela o construto de avaliação de cenários proposto por Matos, Matos e Almeida (2007). A metodologia sugere uma análise dinâmica baseado em quatro conceitos estratégicos :

- a) Primeiro Quadrante: Potencialidade de ataque – corresponde à somatória das forças e das oportunidades;
- b) Segundo Quadrante: Defensibilidade – corresponde à somatória das forças e ameaças;
- c) Terceiro Quadrante: Defensibilidade de ataque - corresponde à somatória das fraquezas e oportunidades;
- d) Quarto Quadrante: Vulnerabilidade - corresponde à somatória das fraquezas e ameaças.

A partir da definição desses conceitos, são estabelecidas as capacidades estratégicas dos sistema:

- a) Capacidade Ofensiva - corresponde a diferença entre o potencial de ataque menos a defensibilidade de ataque; ou seja, (Forças e Oportunidades - Fraquezas e Oportunidades);
- b) Capacidade Defensiva - corresponde a diferença entre defensibilidade menos vulnerabilidade; ou seja, (Forças e Ameaças - Fraquezas e Ameaças).

Uma vez definidas as capacidades, a elaboração do construto de análise de cenários permite determinar uma avaliação quantitativa para o Posicionamento Global ou Posicionamento Estratégico. O Posicionamento Global ou Posicionamento Estratégico corresponde a diferença entre a Capacidade Ofensiva e Capacidade Defensiva; ou seja, (Capacidade Ofensiva - Capacidade Defensiva);

Matos, Matos e Almeida (2007) sugerem uma escala de valores que permite quantificar as relações e avaliar os resultados do construto proposto. A fim de implementar se a análise deve ser construída um matriz onde as linhas apresentem os componentes internos (forças e ameaças) e as colunas apresentem os componentes externos (oportunidades e ameaças). Os indicadores de correlação entre linha e colunas são pré definidos como:

ANAIS

- Sem Influência = correlação marcada com o valor 0 (zero)
- Pouca Influência = correlação marcada com o valor 1 (um)
- Muita Influência = correlação marcada com o valor 2 (dois)

3.3 Apresentação dos Resultados

A Matriz a seguir apresenta o construto aplicado ao estudo do cenário envolvendo o emprego da tecnologia de motor linear na propulsão de sistemas ferroviários .

Oportunidades e Ameaças		Oportunidades					Ameaças					Totais
		Não precisa de área para pátio de manobras	Redução de custos de Infra estrutura civil (fundações, vigas, trilhos)	Capacidade de vencer inclinações equivalentes à rodovia sem cremalheira ou longas rampas.	Não degrada o meio ambiente (Não polui, nem emite ruídos de motor).	Truck mais leve por não tracionar as rodas	Inexiste infra estrutura construída no Brasil	Depende unicamente de fonte de energia elétrica	Risco de não aceitação como modal de transporte competitivo	Necessita novos espaços para implantação da infra estrutura	Incerteza dos custos operacionais	
Forças e Fraquezas												
Forças	Veículo autônomo – sem condutor ou locomotiva	1	0	1	0	1	2	2	2	2	2	13
	Modular - composição pode ser de um ou mais veículos	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	16
	Possibilidade de se mover em dois sentidos sem manobrar	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	15
	Sem emissão de poluentes	1	0	1	2	0	0	2	0	1	0	7
	Alta eficiência de motorização em virtude da leveza	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	16
Fraquezas	Não há aplicação prévia da tecnologia em transporte de carga	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	16
	Necessidade de desenvolvimento tecnológico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
	Poucos fabricantes de motores lineares ferroviários no mundo	0	1	2	1	1	1	2	1	1	2	12
	Sistema específico de alimentação de energia	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	17
	Falta de validação tecnológica quanto a defeitos e falhas	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	16
Totais		12	13	17	13	16	17	17	13	14	16	296

A partir das informações estabelecidas através da Matriz os valores dos conceitos estratégicos, capacidades e posicionamento puderam ser obtidos conforme ilustra a o Quadro de Resultados, a seguir:

Quadro de Resultados



ANAIS

Quadrante I = Potencialidade de Ataque = Forças e Oportunidades	33
Quadrante II = Defensibilidade = Forças e Ameaças	34
Quadrante III = Defensibilidade de Ataque = Fraquezas e Oportunidades	38
Quadrante IV = Vulnerabilidade = Fraquezas e Ameaças	43

Cálculo do Posicionamento Estratégico

Capacidade Ofensiva = (Forças e Oportunidades) - (Fraquezas e Oportunidades)	-5
Capacidade Defensiva = (Forças e Ameaças) - (Fraquezas e Ameaças)	-9
Posicionamento Global ou Posicionamento Estratégico	4

Com base na metodologia aplicada, Matos, Matos e Almeida (2007) sugerem os seguintes indicadores para a Interpretação do posicionamento estratégico do cenário analisado a partir dos valores calculados:

- (< - 40) = Situação Muito Desfavorável;
- (-40 a -20) = Desfavorável ;
- (-20 a +20) = Equilíbrio ;
- (+20 a +40) = Favorável;
- (> +40) = Muito Favorável.

3.4 Análise dos Resultados

Analisando a correlação das variáveis de força verifica-se que as forças **“Modular - composição pode ser de um ou mais veículos e “Alta eficiência de motorização em virtude da leveza”** se mostraram empatados como os principais motivadores para implantação desta tecnologia.

Analisando a correlação das variáveis de fraquezas verifica-se que o maior indicador é a **Necessidade de desenvolvimento tecnológico**. Esse resultado se justifica em função do produto não estar pronto para uso.

Analisando a correlação das variáveis de oportunidades verifica-se que a principal oportunidade se dá na **capacidade de vencer inclinações equivalentes à rodovia sem cremalheira ou longas rampas**.

Analisando a correlação das variáveis de ameaças verifica-se que as variáveis **“Inexiste infra estrutura construída no Brasil”, “Depende unicamente de fonte de energia elétrica” e “Incerteza dos custos operacionais”** são as grandes ameaças. Esse fato se explica pois ainda não existe aplicações do tipo no Brasil e as aplicações no exterior ainda são recentes.

Desenvolvendo-se uma análise estratégica mais sistêmica, com base nos resultados obtidos, o resultado geral da aplicação está em equilíbrio entre (-20 a +20). Verifica-se, portanto, que o sistema está em relativo equilíbrio de forças, mas com um leve viés positivo no posicionamento estratégico (4 pontos). Tal viés pode ser entendido em função da capacidade ofensiva, embora negativa (-5 pontos), estar ligeiramente superior a capacidade defensiva (- 9 pontos).

Uma leitura mais detalhada dos resultados indica haver forte vulnerabilidade (quadrante IV com 46 pontos), seguido de alta defensibilidade de ataque (quadrante III com 23 pontos). O potencial de ataque (quadrante I com 42 pontos) se mostrou superior à



ANAIS

defensibilidade (quadrante II com 40 pontos) indicando uma importância mais fraca das ameaças. Já as fraquezas tiveram um papel mais relevante no resultado da avaliação estratégica do sistema.

4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma específica, este documento procurou avaliar o uso da tecnologia de motor linear a propulsão no transporte de cargas, trazendo uma oportunidade de desenvolvimento tecnológico ao sistema de transporte sobre trilhos. Porém, deve-se considerar que esta aplicação é produto de tecnologia futura que possibilitará vantagens competitivas no transporte de cargas, principalmente pela autonomia de operação o que traz versatilidade ao sistema como um todo. A utilização da análise SWOT permitiu identificar o nível de risco da utilização do motor linear ao transporte ferroviário de cargas. No geral o indicador de aplicabilidade da tecnologia está em equilíbrio, mas precisa ser pensado e melhor trabalhado para que ela se torne algo prático. O principal indicador percebido pela análise SWOT foi a fraqueza do sistema, pois o mesmo depende de tecnologia ainda não usada no transporte ferroviário de cargas e recente no uso do transporte de passageiros. Por fim, cabe ressaltar a importância em trazer estas aplicações ao conhecimento geral, principalmente em função de seu potencial de otimizar o transporte de cargas e trazer alternativas aos sistemas convencionais já utilizados.

"O conteúdo exposto no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."



ANAIS

REFERÊNCIAS

AVELLAR JUNIOR, L. C. CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA A ANÁLISE DOS IMPACTOS ECONÔMICOS DE ATRASOS E CONGESTIONAMENTOS NO TRANSPORTE AÉREO BRASILEIRO: O CASO DA ÁREA TERMINAL DE SÃO PAULO. 2006. 96 f. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)-COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

CINTRA, M. A CRISE DO TRÂNSITO EM SÃO PAULO E SEUS CUSTOS. GVexecutivo, v. 12, n. 2, p. 58-61, 2013.

DAYCHOUW, M. 40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento. 3. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

FILJAR, R. DUJAK, M. DRILO, B. ŠARIĆ, D. INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM, 2009.

HANAI, T. INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS. Journal of Society of Automotive Engineers of Japan, 67, 2013.

LIMA, E. T.; PASIN, J. A. B. REGULAÇÃO NO BRASIL: COLOCANDO A COMPETITIVIDADE NOS TRILHOS. REVISTA DO BNDES, RIO DE JANEIRO, V. 6, N. 12, P. 169-194, DEZ. 1999

LINEAR MOTION BEARINGS AND TRANSMISSIONS LTD. The Linear Motor. Disponível em: http://lmbearings.com/index.php?p=articles-the-linear-motor&_sm_au_=iPVs2RSnZnTVWr6V. Acessado em: 29 de março de 2015.

MATOS, J. G. R.; MATOS, R. M. B.; ALMEIDA, J. R. Análise do Ambiente Corporativo: do caos organizado ao planejamento. 1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2007.

PEREIRA, L. A. G.; DE MORAIS, S. D. Q.; FERREIRA, W. R. A GEOGRAFIA DOS TRANSPORTES NA ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO URBANO: mobilidade e acidentes de trânsito. Caminhos de Geografia, v. 13, n. 42, 2012.

VOLLENWYDER, K. LINEAR MOTOR PROPULSION FOR URBAN TRANSIT, 2009.