

## **POTENCIALIDADES TECNOLÓGICAS E COMPETITIVAS DO SISTEMA TECNOLOGIA DE TRANSPORTES HYPERLOOP: UM NOVO PARADIGMA TECNOLÓGICO?**

### ***TECHNOLOGICAL AND COMPETITIVE POTENTIALS OF THE HYPERLOOP TRANSPORT TECHNOLOGY SYSTEM: A NEW TECHNOLOGICAL PARADIGM?***

---

#### **Camila Portugal Machado**

Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Graduanda em Engenharia de Gestão pela Universidade Federal do ABC. Iniciação científica na temática do Hyperloop como potencialidade paradigmática. Atualmente pesquisa sobre temas relacionados à economia e gestão financeira. Experiência nas áreas de educação matemática, finanças e gestão de projetos.

*Camilla.portugal@aluno.ufabc.edu.br*

#### **Anapátricia Morales Vilha**

Graduada em Administração Empresarial e Negócios, Mestre em Administração e Doutora em Política Científica e Tecnológica pela UNICAMP. Coordenadora de Transferência de Tecnologia da Agência de Inovação e professora dos Programas de Pós-Graduação de Economia e de Biotecnociência da Universidade Federal do ABC (UFABC). Líder do Grupo de Estudos Avançados em Política e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação - GEACTION/UFABC e do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação - LabEI/UFABC e Coordenadora da região Sudeste do Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (Fortec) desde 2017. Diretora da Agência de Inovação da UFABC (2014-2018).

*anapatricia.vilha@ufabc.edu.br*

 *orcid <https://orcid.org/0000-0003-4712-3094>*

---

#### **RESUMO**

Para compreender as possibilidades tecnológicas e competitivas no ramo de transporte é necessária uma análise cautelosa, pela razão de transporte envolver o mercado, a sociedade e o governo em suas esferas. Nesta pesquisa,

é feito um levantamento teórico sobre paradigma tecnológico a fim de elencar os principais pontos que o definem, e validar se o sistema de transporte hyperloop, que consiste em um transporte por tubos pneumáticos através de cápsulas que podem chegar próximo de 1200 km/h e que foi idealizado por Elon Musk e equipe em 2013, pode ser entendido como uma solução de transporte que tenha impacto em vários setores da economia, para que seja entendido como paradigmático. Além desta consideração, é feito uma varredura das patentes depositadas na trajetória da tecnologia hyperloop que nos geram dados de inferência e possibilidade de prospecção futura. Para concluir esta pesquisa, é feito uma análise comparativa com outras tecnologias de transporte de alta velocidade para extrair quais de fato são os aspectos competitivos do hyperloop sobre os transportes existentes e para solidificar o conhecimento que se têm sobre esta tecnologia inovadora.

**Palavras-chave:** Hyperloop; Inovações Tecnológicas; Transporte inovador; Paradigma tecnológico.

---

#### ABSTRACT

---

To understand the technological and competitive possibilities in the field of transport due to the fact that transport involves the market, society and the government. In this research, a theoretical survey about the technological paradigm is made in order to list the main points that this concept, as well as to validate whether the hyperloop transport system can be understood as a solution is understood as paradigmatic. In addition to this consideration, a scan of the patents deposited in the trajectory of the hyperloop technology is carried out, which generate inference data and the possibility of future prospecting. To conclude this research, a comparative analysis is made with other high-speed transport technologies to extract the competitive aspects of the hyperloop over existing transport to solidify the knowledge that has about this innovative technology.

**Keywords:** Hyperloop; Technological innovations; Innovative transport; Technological paradigm

**JEL Classification:** O3 Innovation • Research and Development • Technological Change • Intellectual Property Rights.

## 1. INTRODUÇÃO

O transporte é uma atividade indispensável ao funcionamento de qualquer economia e sociedade. Desde a invenção da roda, observamos avanços expressivos na trajetória de desenvolvimento tecnológico no campo dos transportes, com destaque ao ciclo de desenvolvimento da tecnologia automotiva aos sistemas avançados de mobilidade do século XX (Vaz, 2008; Vargas, 2008). A natureza pervasiva e intensa do impacto provocado pela mudança técnica nos transportes induz à reflexão sobre sua caracterização a um conceito oriundo da abordagem da Economia evolucionária conhecido por paradigmas tecnológicos, que pode ser entendido como um padrão de solução para problemas tecnológicos selecionados e de grande importância, oriundos de princípios científicos e das práticas produtivas (Dosi, 2006).

Os paradigmas geram um segundo tipo de conceito denominado trajetórias tecnológicas, como resultante do padrão postulado pelo próprio paradigma, se caracterizando por inovações incrementais e radicais, geradas a partir da criação de uma tecnologia inédita, agindo como uma espécie de “direcionador” do progresso técnico. A evolução de uma trajetória pode ser compreendida pela habilidade e capacidade tecnológica das organizações em encontrar novas oportunidades de inovações, desenvolvê-las e implementá-las em suas respectivas atividades. O número de oportunidades a serem exploradas num setor é um dos fatores chave na diferenciação dos setores de uma economia à luz do ritmo das inovações (Conceição, 2000).

Sob a perspectiva da trajetória tecnológica no campo dos transportes, emerge no campo um novo sistema denominado de *Hyperloop*<sup>1</sup> – que motivou empresas como a *Virgin Hyperloop One* e a *Hyperloop Transportation Technology* a tomarem frente do projeto (Chin, Gray, et al., 2015; Virgin Hyperloop One, 2019).

Diante do possível impacto para os sistemas tecnológicos e produtivos, este artigo apresenta o resultado da investigação sobre a natureza e as potencialidades tecnológicas e

---

<sup>1</sup> O *Hyperloop* é um sistema de transporte que funciona com uma cápsula (pod) de alumínio que circula dentro de tubos pneumáticos. O ar é parcialmente retirado dos tubos por bombas de vácuo, que por sua vez o arrastam e permitem que as cápsulas se locomovam em alta velocidade que podem atingir a marca dos 1.200 km/h, sem muito consumo de energia (Ross, 2015).

competitivas do sistema de transportes a partir da tecnologia Hyperloop, buscando identificar se esse sistema pode se caracterizar como um novo paradigma tecnológico.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Para entender de forma mais clara e concisa o processo de desenvolvimento e difusão de certas tecnologias em detrimento de outras, faz-se necessário entender a dinâmica dos paradigmas e difusões de tecnologias emergentes, uma visão panorâmica das tecnologias de transportes e da emergência do sistema Hyperloop.

### **2.1 A dinâmica dos paradigmas e difusões de tecnologias emergentes**

Segundo Giovanni Dosi, que criou o conceito na década de 70, em analogia ao paradigma científico de Kuhn (1963), o paradigma tecnológico é um modelo e um padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados previamente, baseado em princípios selecionados, derivados das ciências naturais, e em tecnologias materiais selecionadas. Em outras palavras é um programa de pesquisa que incorpora fortes prescrições sobre as direções de mudança técnica a perseguir (heurística positiva) e as que devem ser negligenciadas (heurística negativa), ou seja, é um conjunto de averiguações minuciosas, de procedimentos, problemas e tarefas que levam até determinado paradigma tecnológico de forma a centralizar essas informações com que sirva de solução dos problemas tecnológicos (previamente selecionados), e assim, se tornar um modelo de solução.

A despeito disso, precisamos entender que o padrão de atividades de curso naturais que o paradigma tecnológico gera é entendido como trajetória tecnológica, que é este progresso na resolução de problemas, e constitui um agrupamento de direções tecnológicas cujos limites exteriores de definem pela própria natureza do paradigma (Silva, 2016).

Consoante com isso, temos que o progresso técnico, que é um elemento que afeta o processo de crescimento econômico por resultar do desenvolvimento de inovação, se relaciona de forma interdependente com a trajetória tecnológica que são as escolhas tomadas frente às possibilidades tecnológicas e de mudanças dentro do arcabouço tecno-produtivo (Lopes, 2015).

Assim, de forma sucinta, as direções do progresso técnico se entrelaçam com a direção da trajetória tecnológica, que constitui um impulso próprio para definir o curso a seguir e

atividades de resolução de problemas que são definidas por meio do paradigma tecnológico (Silva, 2016).

Deste modo, quando tratamos de a possibilidade de uma tecnologia ser entendida como um paradigma tecnológico devemos ter em conta que há alguns processos para a seleção de um paradigma, sendo que eles envolvem forças econômicas, juntamente com fatores institucionais e sociais de forma complexa e multilateral. Essas variáveis que entram em cena podem ser os interesses econômicos de organizações envolvidas com P&D nessas novas áreas tecnológicas, a história tecnológica das mesmas, variáveis institucionais como órgãos públicos, do setor militar, e até mesmo mudança no meio ambiente. Logo, esses atores funcionam como um dispositivo seletivo de quais possibilidades acatar ou não (Bucci e Coutinho, 2017).

Dentro deste panorama, os critérios econômicos agem como seletores, ou seja, eles definem quais trajetórias realmente devem seguir, dentro de um conjunto maior de possibilidades. Após definida uma trajetória a ser seguida, esta apresenta um 'impulso próprio' que contribui em definir as direções em que a resolução dos problemas se move. Assim, temos a lógica que de uma vez definido o paradigma tecnológico a sua atividade de resolução de problemas gera uma trajetória, que terá influência de diversos atores em seu caminhar, mas, se porventura, o paradigma mudar, é necessário partir quase do zero na atividade de resolução de problemas, o que acarreta diretamente na direção do progresso técnico, e que tem seus impactos em diversos setores aos quais fazem parte da área daquela determinada tecnologia (Dodgson, 1991; Dosi, 2006; Conceição, 2000).

Como decorrência deste debate, uma discussão tangencia esse o preceito de paradigma tecnológico e trajetórias e que compreende os processos de ascensão do que chamamos de tecnologias emergentes e pode ser entendida como soluções de base científica que podem incluir desde tecnologias descontínuas derivadas de inovações radicais até tecnologias mais evolutivas, formadas pela convergência de campos tecnológicos sinérgicos (Day e Schoemaker, 2003).

Assim, tecnologias emergentes, são aquelas que possuem o potencial para criar ou transformar a forma como o ambiente de negócios é realizado, dentro do mercado tecnológico vigente, sendo que, a lógica do paradigma tecnológico muda, assim como os processos decorrentes disso (Moraes, Barassa e Consoni, 2016).

Os motivos para que as empresas estabelecidas sejam derrotadas se baseiam em basicamente dois fatores prioritários. O primeiro é falta de reação enquanto a tecnologia é emergente, que se dá pela falta de incentivos para investir e a falta de capacidade tecnológica e organizacional. E o segundo fator prioritário é a falta de capacidade de resposta quando a tecnologia já é disruptiva que é devido à falta de tempo, flexibilidade e recursos que podem se apresentar na alta dependência da trajetória tecnológica já desenvolvida (Fernández e Valle, 2018).

Via de regra, o processo de difusão tecnológica depende de uma série de melhoramentos - inovações incrementais, quais sejam, modificações, adaptações ou ajustes incrementais; de maneira que haja uma melhor adaptação aos seus demandantes. Desta maneira, a difusão tecnológica apresenta quatro fases distintas ao longo do modelo em forma de "S", de decolagem envolvendo um rápido crescimento, 'em direção à maturidade' e um crescimento mais lento na 'era do alto consumo de massa' (Rosenberg, 2006; Freeman e Soete, 2008).

O entendimento relacionado a difusão de inovações se tornou ainda mais evidente após a percepção de sua importância além das fronteiras (Freeman e Soete, 2008). Entretanto, mesmo com diversos autores empenhados em estudar a difusão a partir dos anos 1970, nem todos estavam satisfeitos com as abordagens tradicionais. Autores associados à corrente evolucionária criticaram a abordagem essencialmente descritiva dos modelos tradicionais de difusão, e afirmavam que só se poderia entender de maneira mais significativa o processo de difusão ao se voltar para a mudança técnica e considerar a inovação como um processo integrado e decisivo para o sucesso da difusão (Rosenberg, 2006).

## **2.2 Notas sobre as tecnologias de transportes e a emergência do sistema Hyperloop**

Ao proceder uma breve análise no cenário de transporte mundial, constatamos que as grandes cidades como São Paulo, Toronto, Cidade do México, e Mumbai apresentam dificuldades no que tange ao transporte de passageiros e cargas.

Segundo uma pesquisa feita em 2017 sobre o índice de cidades sustentáveis em mobilidade da Arcadis, realizado em conjunto com o CEBR (Centro de Pesquisa Econômica e Empresarial), observamos que as cidades listadas apresentam menos de 50% do que seria

considerado ótimo, sendo que, a pesquisa é feita com base em três pilares: Pessoas (social), Planeta (ambiente) e Lucro (economia) (Gonzalez, 2018).

Vale salientar que muitas dessas dificuldades estão relacionadas com a rápida dinâmica que vivemos hoje e o imediatismo requerido. Como sabemos, através de diversas pesquisas que evidenciam como o transporte afeta nossa qualidade de vida, faz com que este sempre seja um tema em alta e que requer atenção (Garrides, Souza e Neto, 2016).

Na atualidade temos vagões que utilizam a levitação magnética, que é o modelo mais competitivo. Os MagLev possuem baixo custo, menor tempo de viagem (velocidade máxima de 500 km/h), menor impacto ambiental e menor custo operacional e de reparos. A exemplo de trem que utiliza levitação magnética a altas velocidades temos o Trem-Bala inaugurado no Japão, que é um conceito atual e muito eficiente (Stephan, Ferreira, *et al.*, 2003; Lacerda, 2008; Montenegro, 2018).

Se fizermos uma análise mais minuciosa do caso brasileiro, observamos através do boletim estatístico da CNT (Confederação Nacional do Transporte) do mês de agosto de 2018 que a malha rodoviária cobre uma extensão de 1.720.700 km, seguido pela malha ferroviária que tem extensão de 30.485 km, e pelos modais aquaviário e aeroviário (CNT, 2018).

Quando tratamos do transporte de carga e passageiros, fica evidente que o meio rodoviário apresenta maior participação anual (61,1% no transporte de cargas), enquanto o ferroviário corresponde a 20,7% de participação no mesmo segmento. Já no que refere ao transporte de passageiros, é possível observar que a participação das rodovias em relação às ferrovias tem uma relação de aproximadamente 73 vezes maior de passageiros que a utilizam (CNT, 2018).

De acordo com os dados, sabemos que esta maior participação de veículos que percorrem as rodovias gera diversas desvantagens sociais, econômicas e até mesmo ao meio ambiente e em qualidade de vida. Geram maior poluição, maiores custos, menor velocidade, visto que o espaço é limitado e conseqüentemente mais transtorno ao usuário (Camargo, Rosso e Ladwing, 2018).

Assim, devido a crescentes mudanças e que demanda uma mobilidade mais eficaz e rápida, Elon Musk, empresário inovador e visionário, e sua equipe, propuseram em 2013 um artigo sobre a possibilidade de fazer um sistema de transporte que rompa com os padrões e seja uma alternativa eficiente para o transporte (Musk, 2013).

O artigo trata de questões técnicas e conceituais necessárias para colocar a ideia em prática. O conceito de transporte é código aberto, ou seja, está à disposição de quem quiser trabalhar o seu desenvolvimento. Neste cenário existem duas principais empresas: *Virgin Hyperloop One* e *Hyperloop Transportation Technology*, que buscam concretizar o conceito e aplicá-lo (Musk, 2013).

O *Hyperloop* é um sistema de transporte que funciona com uma cápsula (pod) de alumínio que circula dentro de tubos pneumáticos. O ar é parcialmente retirado dos tubos por bombas de vácuo, que por sua vez o arrastam e permitem que as cápsulas se locomovam em velocidades que podem atingir a marca dos 1.200 km/h, podendo transportar cargas e passageiros. O que propulsiona o sistema é a dinâmica de indução linear (levitação por indução eletromagnética), que usam ímãs permanentes que aceleram e desaceleram o pod. Para reduzir a resistência ao rolamento que é característica do fluido, cada cápsula terá um compressor responsável por tirar o ar da frente da composição e ejetá-lo através de furos na parte traseira ao pod. O sistema será abastecido por energia renovável e ainda será capaz de gerar um excedente de energia solar, eólica e cinética, que poderá ser usada para outras finalidades visando baratear o custo (Musk, 2013; Omer, 2018).

Toda essa tecnologia com finalidade de ser mais segura, mais rápida, com custo menor, mais conveniente, imune ao clima, sustentável, resistente a terremotos, que não perturba as pessoas ao longo do trajeto, e sua complexibilidade, está fazendo com que as empresas façam grandes investimentos e trabalhem ferozmente para conquistarem o título de primeira a fazer uma viagem pelo *hyperloop*. As tecnologias e inovações desenvolvidas para possibilitar este feito, trazem consigo diversas patentes que precisaram ser criadas, e inovações incrementais para auxiliar o sistema de transporte (Omer, 2018).

### **3. PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS DA PESQUISA**

Este trabalho, de caráter exploratório, foi motivado pela necessidade de conhecer a natureza e as potencialidades tecnológicas e competitivas do sistema de transporte Hyperloop, buscando identificar se esse sistema pode se caracterizar como um novo paradigma tecnológico. Para cumprir este objetivo, este trabalho adotou três frentes de pesquisa:

Frente 1: Revisão bibliográfica visando organizar o conhecimento sobre os temas da pesquisa em questão e que estão relacionados à trajetória das tecnologias de transporte, paradigma tecnológico, inovação tecnológica, tecnologias emergentes e aspectos competitivos;

Frente 2: Análise sistemática dos desenvolvimentos científico e tecnológico no campo dos transportes, valendo-se da base de patentes através de palavras chaves e classificações necessárias para apurar resultados referentes às tecnologias *Hyperloop*;

Para a finalidade que queremos, que é essa prospecção tecnológica das trajetórias tecnológicas, as patentes nos servem como indicadores da direção do progresso, pois as empresas tendem a patentear as novas tecnologias como forma de proteção de terceiros, e porquê, geralmente, existe o interesse em explorar aquela tecnologia. A metodologia deste trabalho abarca a utilização de prospecção tecnológica em patentes para buscar compreender a trajetória da tecnologia *hyperloop*.

Frente 3: Realização de uma análise comercial da viabilidade da tecnologia *Hyperloop*, abordando o serviço de passageiros, frete, os custos do sistema, as questões regulatórias e políticas e questões de segurança com base no *Report* feito pela *NASA* em parceria com *U.S. Department of Transportation John A Volpe National Transportation Systems Center*, em 2016.

#### **4. RESULTADOS DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM BASES DE PATENTES**

A prospecção tecnológica com base em patentes neste trabalho foi realizada a partir da abordagem da inferência, onde se entende que o futuro tem tendência a reproduzir fatos já ocorridos, não observando, portanto, possíveis rupturas ou discontinuidades nas trajetórias evolutivas. A extrapolação de tendências é um exemplo da abordagem mais tradicional da prospecção do futuro tecnológico (Mazieri, Quoniam e Santos, 2016).

Com vistas ao trabalho realizado na Frente 1 de pesquisa, escolheu-se como variáveis de análise o período de 2010 a 2019 e a palavra-chave *Hyperloop*, a fim de averiguar quais depósitos são mais frequentes e em quais áreas, tendo condições de inferir informações sobre isso.

O período início escolhido (2010) decorre da análise antecedente da publicação do *paper* de autoria de Elon Musk em 2013. Tem potencial de ponderar o comportamento de

patentes solicitadas e concedidas antes do *paper*, bem como extensivo a 2019, dado que solicitações de patenteamento nesse campo ocorreram a partir de 2014.

Ademais dessas delimitações de busca, fez-se uso da tabela de características (Baltazar, Rodrigues e Antunes, 2018), com o intuito de fazer uma equivalência de termos para a busca na plataforma de pesquisa de patentes Lens. Também utilizou filtros para a classificação internacional de patentes (CIP/CPC), com o propósito de selecionar resultados semelhantes com o propósito requerido, e sem o perigo de outros resultados que não são referentes a esta pesquisa, conforme sinalizada a Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1: Parâmetros de busca na base de patentes consultadas no estudo**

o u	CLASSIFICAÇÃO		TERMO
	B23K	B65G	HYPERLOOP
B60L	E01B		
B61B	E01D		
B61C	E02D		
B61D	F16F		
B61H	F16L		
B61L	G05D		
B64C	Y02T		
<b>E</b>			

Fonte: Autoria própria (2019).

As Classificações Cooperativa de Patentes (CPC, na sigla em inglês) são utilizadas para classificar os pedidos. A CPC é o sistema de classificação criado pelo EPO/USPTO, baseado na IPC, sendo mais detalhado. Dentre as classificações presentes, que foram escolhidas por temas relacionados ao sistema *hyperloop* e que têm uma frequência significativa nos resultados, tem-se em classificações gerais:

Seção B - operações de processamento; transporte.

Seção E - construções fixas.

Seção F - engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão.

Seção G – física.

Seção Y - novos desenvolvimentos tecnológicos.

Em classificações específicas, apurou-se os seguintes resultados (Tabela 2):

**Tabela 2: Classificações específicas mais frequentes para a busca do termo Hyperloop**

B23K	Soldagem branca ou dessoldagem; soldagem; revestimento ou chapeamento por soldagem; corte pela aplicação localizada de calor, p. Ex. Corte por chama; usinagem por raio laser
B60L	Propulsão de veículos de propulsão elétrica; suprimento de energia elétrica para equipamentos auxiliares dos veículos de propulsão elétrica; sistemas de freios eletrodinâmicos para veículos, em geral; suspensão magnética ou levitação para veículos; monitoração de variáveis operacionais de veículos de propulsão elétrica; dispositivos de segurança elétrica de veículos de propulsão elétrica
B61B	Sistemas ferroviários; equipamentos para os mesmos não incluídos em outro local
B61C	Locomotivas; automotrizes
B61D	Detalhes das caixas ou tipos de veículos ferroviários
B61H	Freios ou outros aparelhos de retardamento próprios para veículos ferroviários; adaptações ou disposições de freios ou outros dispositivos de retardamento em veículos ferroviários
B61L	Direção do tráfego ferroviário; medidas de segurança do tráfego ferroviário
B64C	Aeroplanos; helicópteros
B65G	Dispositivos de transporte ou de estocagem, p. Ex. Transportadores para carregar ou para bascular, sistemas de transportadores para lojas ou transportadores por tubo pneumático
E01B	Via permanente; ferramentas para vias permanentes; máquinas para construir ferrovias de todos os tipos
E01D	Pontes
E02D	Fundações; escavações; aterros; estruturas subterrâneas ou subaquáticas
F16F	Molas; absorvedores de choques; meios para amortecer vibrações
F16L	Tubos; juntas ou acessórios para tubos; suportes para tubos, cabos ou tubulação de proteção; meios para isolamento térmico em geral
G05D	Sistemas para controle ou regulagem de variáveis não elétricas
Y02T	Tecnologias de mitigação das mudanças climáticas relacionadas ao transporte

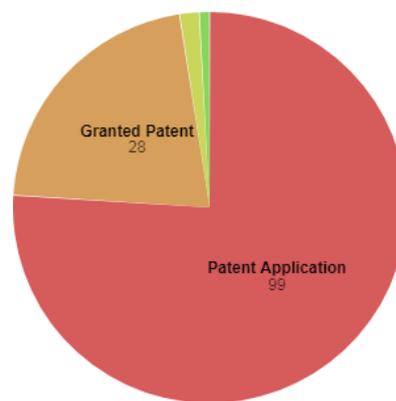
Fonte: Autoria própria (2019).

Com o auxílio das tabelas de classificações acima, foram obtidos 130 resultados de patentes depositadas na plataforma de pesquisa de patentes Lens e compreenderam os principais depositantes, inventores, empresas proprietárias, quantidade de patentes depositadas, publicadas, e sua jurisdição, bem como as principais classificações do IPC.

Desta pesquisa, os três principais depositantes foram: *Hyperloop tech inc*, *Hyperloop technologies inc* e *Hyperloop transp technologies inc*, ou seja, empresas prioritárias no desenvolvimento da tecnologia, sendo a *Hyperloop tech inc* conhecida por seu nome comercial *Virgin Hyperloop One*, fundada em 2014 e *hyperloop technologies inc* e *hyperloop transp technologies inc* referentes à *Hyperloop Transportation Technology* (HTT), fundada em 2013.

Das 120 patentes relacionadas encontradas, a maior parte (99 delas) decorre de patentes depositadas ainda em fase de aprovação. No gráfico abaixo, *granted patent* refere-se às patentes concedidas e *patent application* às patentes depositadas.

**Figura 1: Patentes depositadas e concedidas no estudo**



Fonte: Lens.org (2019).

Os dados revelaram que os Estados Unidos lideram a maior parte de patentes depositadas nesse campo, como era de se esperar, visto que as duas principais empresas estão consolidadas neste país.

Tendo em vista que o artigo da publicação do o *paper* de autoria de Elon Musk foi publicado em 2013, é razoável localizar depósitos de patentes a partir de 2014. As duas principais empresas deste campo depositaram patentes relacionadas somente a partir de 2016, cujo ano pode ser considerado o pico de depósitos neste ramo tecnológico. Parte desses depósitos, inclusive, foi relacionado com sistema de transportes e estruturas em ambientes de baixa pressão, portanto, se relacionando diretamente com as estruturas e sistemas *hyperloop*.

Já em 2017 temos uma diversidade maior de patentes, sendo que a mais frequente, com 4 depósitos da *hyperloop transp technologies inc* no nome de "Estação com configuração de loop para o sistema de transporte *Hyperloop*".

No ano de 2018 houve uma quantidade menor de depósitos de patentes, o que pode indicar que existe uma necessidade menor proteção patentária, porque grande parte dos depósitos dos anos anteriores foram concedido juntamente com as várias reivindicações.

Com os dados que temos na análise das patentes, fica difícil prospectar sobre as possibilidades futuras motivadoras, visto que a tendência de depósitos foi de queda, não tendo também outras áreas do mercado que reivindicaram alguma tecnologia que estivesse relacionada com o sistema *hyperloop* até o período analisado. Em certa medida, esse quadro revela uma constrição na diversidade de setores econômicos desenvolvendo e/ou se apropriando da utilização dessa tecnologia, cuja característica é chave para caracterizar tecnologias como paradigmáticas.

## **5. ANÁLISE DO POTENCIAL DE MERCADO DO HYPERLOOP COMO TRANSPORTE DE ALTA VELOCIDADE**

Neste trabalho, procedeu-se a análise do potencial de mercado para o *hyperloop* à luz da comparação com outras tecnologias de alta velocidade. Entre os outros modos de transporte de alta velocidade (*high speed modes*), que devem ser considerados para a análise das características operacionais, estão as viagens aéreas (*Air travel*), as ferrovias de alta velocidade (*high-speed rail* - HSR) e os trens de levitação magnética, os chamados Maglev (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

Na análise de tempo de viagem, a tecnologia *hyperloop* é apresentada como tendo velocidades muito rápidas, e como sendo capaz de fornecer esse serviço a um custo menor do que o de trilho de alta velocidade (HSR). As velocidades que são propostas, máximo 720 - 760 mph e média de 600 mph, seriam de fato mais rápidas que o ar, maglev e HSR, o que influencia a frequência de oferta das viagens, significativamente maior que os demais meios (Virgin hyperloop one, 2019).

Dado que o *hyperloop* opera em altas velocidades, a questão da comodidade é levantada, visto que não está transparente as condições de conforto dos passageiros, pelo fato dos mesmos estarem sujeitos a forças gravitacionais nas curvas e depressões ao longo do trajeto. Em contraste, os passageiros encontram nos trens maglev e HSR, o conforto e apreço para poder usar seu tempo produtivamente (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

Uma vantagem do *hyperloop* é a resiliência às condições climáticas que podem interferir em viagens aéreas e, em menor grau, viagens de trem. O Maglev que está suspenso

em seu trilho, assim como o HSR são mais resiliente às condições meteorológicas do que as viagens aéreas. Já outra característica do *hyperloop* seria a ideia de um sistema completamente fechado que é protegido de interações com o mundo natural (árvores caindo sobre trilhos de trem, pássaros sugados por motores a jato, etc.) e modos de transporte (cruzamento ferroviário com rodovias) provavelmente também proporcionam segurança e confiabilidade vantagens para *hyperloop* (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

“*Hyperloop Alpha*” enfatiza que a tecnologia *hyperloop* será completamente movida a energia solar. No entanto, maglev e HSR também são elétricos e, em teoria, também poderiam ser movidos a energia solar. A ênfase na energia solar tende a obscurecer o fato de que nenhuma tecnologia é totalmente limpa porque há energia consumida na fabricação e construção da tecnologia (Hyperloop - Transportation Technologies, 2019).

Quando entramos no mérito de interoperabilidade do sistema, que é a capacidade de trabalhar em conjunto para que haja interação entre os sistemas de operação, o *hyperloop* não se mostra capaz de interagir com alguma estrutura ou trilhos existentes, diferentemente do HSR que fornece interoperabilidade com o trilho convencional. Isto é particularmente vantajoso em cidades onde os custos de aquisição de terras são altos (Hyperloop - Transportation Technologies, 2019).

Para o serviço de passageiros, o projeto *Hyperloop Alpha* julga apropriado trabalhar um mercado de 900 milhas (aproximadamente 1450 km) de distância. Entretanto, pela análise da NASA, seria mais interessante se concentrar nos mercados a uma distância de 200 a 500 milhas (entre 322km e 805km), pois em distâncias maiores, a construção e os custos do trilho começam a corroer qualquer vantagem de custo-efetividade em relação à aviação. E para viagens mais curtas, há pouca economia de tempo líquido sobre o automóvel, devido à necessidade de acessar um terminal e passar por procedimentos de embarque (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

Entre os principais mercados identificados no documento estão os seguintes: Los Angeles para São Francisco; Los Angeles para Las Vegas; Triângulo do Texas; Corredor Nordeste (Nova York - Boston -Washington); Viena, Áustria - Bratislava, Eslováquia - Budapeste, Hungria; Túnel do Golfo da Finlândia; Abu Dhabi para Dubai e basicamente alguns mercados de viajantes habituais, que servem para ligar uma cidade com uma rede de trânsito existente e baixos custos de habitação (mas talvez poucas oportunidades de emprego) para

uma cidade com altos preços da habitação e empregos abundantes (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

O serviço de frete de cargas por meio da tecnologia *hyperloop*, têm ganhado mais relevância para as empresas recentemente. A *Hyperloop Transportation Technologies* e a *Hamburger Hafen und Logistik Aktiengesellschaft* - HHLA, formaram em 2018 um novo empreendimento conjunto para resolver os desafios da indústria de transporte na Alemanha (HHT, 2018).

A empresa concorrente *Virgin Hyperloop One* introduziu uma marca internacional de sistemas de carga com *hyperloop* (DP World Cargospeed), para prover a entrega rápida, sustentável e eficiente de carga paletizada. Além disso, a empresa promete fretar na velocidade de voo e mais próximo do custo do transporte por caminhão (*Virgin hyperloop one*, 2019).

Esse redirecionamento de foco ocorre devido a percepção (seguramente apurada) de que será menos arriscado fornecer a tecnologia para cargas do que para passageiros, que reivindica uma quantidade bem maior de requisições (*Hyperloop - Transportation Technologies*, 2019).

A discussão sobre o uso da tecnologia para o transporte de carga também tem suas particularidades em termos de uso. A questão quanto ao limite de tamanho e limite de peso de uma cápsula entram em discussão. Mas existem algumas simulações conceituais que mostram o pod de carga sendo grande o suficiente para acomodar um contêiner padrão que é de 10 pés por 10 pés por 40 pés (*Hyperloop - Transportation Technologies*, 2019).

Dado que os pesquisadores da NASA descobriram que o tubo precisa ser de três a quatro vezes maior que o tamanho da cápsula, isso sugere uma circunferência do tubo externo muito grande (ou uma cápsula menor) (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

Além disso, não houve discussão no *paper* sobre qual seria o limite de tonelagem da cápsula, e como esse limite afetaria o tipo de carga que poderia ser transportada pelo *hyperloop* (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

O *paper Hyperloop Alpha* estimou um custo de US\$ 6 bilhões de dólares para a versão somente de passageiros do projeto (excluindo a carga), um custo que representa menos de dez por cento do custo do *California High Speed Rail* (CAHSR), que é um sistema ferroviário de alta velocidade (HSR) com financiamento público, em construção no estado americano da Califórnia (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

Entretanto, algumas investigações são feitas pelo relatório de viabilidade comercial do *hyperloop* para verificar se o custo estimado pelo *paper* condiz com uma análise realista. Desta forma, é feito uma averiguação sobre os custos de capital e operacionais da proposta e compararemos esses custos com outros modos de transporte para elencar os possíveis problemas com as estimativas da proposta (Hyperloop - Transportation Technologies, 2019; Virgin hyperloop one, 2019).

Os custos de construção das 40 cápsulas, do tubo, dos pilares, dos túneis, dos gastos com propulsão, painéis solares e baterias, das estações e bombas de vácuo, e das licenças de terra, que constam na proposta somam 6 bilhões de dólares. Entretanto, essa estimativa é subestimada por não fazer uma análise completa da engenharia que cada item requer. No relatório da NASA cada item é destrinchado evidenciando as problemáticas (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

Para além disso, o *paper* da proposta não leva em consideração custos relativos a operação e manutenção, que seriam os gastos com gerenciamento diário, despacho, controle do sistema, gestão e planejamento, custo de operação das estações, de inspeção e manutenção da infraestrutura, que são os custos que não são levantados no *paper*, sendo que tais fatores podem aumentar potencialmente a estimativa de custo real (Taylor, Hyde e Barr, 2016). Ao passo que essas estimativas estão presentes no *paper*, as empresas que estão desenvolvendo a tecnologia já somam rodadas de investimento. A *Virgin Hyperloop One* somava em dezembro de 2017, \$245 milhões desde sua fundação em 2014. Enquanto a *Hyperloop Transportation Technologies* somava \$100 milhões no final de 2016 (Virgin hyperloop one, 2019).

Essas comparações resultam em muitas semelhanças do *hyperloop* a outros sistemas de trilhos fixos, que embora forneçam velocidades ligeiramente mais altas, os custos de obtenção dessas velocidades são incertos. Tecnologias comprovadas que estão disponíveis, alcançam quase os mesmos atributos, com maior certeza sobre os custos (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

Uma das primeiras questões regulatórias levantadas na formulação dos conceitos do *hyperloop* diz respeito às extensas faixas de terra necessárias para cada trajeto. Embora a estratégia de construí-los paralelamente às rodovias e outras propriedades do governo seja capaz de reduzir o custo de aquisição das terras. Essas instalações seriam construídas para viagens de longa distância em altíssimas velocidades. Sem um sistema de integração com

outros modais, toda essa estrutura instalada não atenderia à maior parte das comunidades por onde passasse, e ainda levantaria preocupações dos locais com engenharia, estética e segurança.

Por se tratar de um modal inteiramente novo, que não trafega em rodovias ou ferrovias, o Hyperloop seria um estudo de caso interessante do ponto de vista regulatório. Além de os agentes reguladores enfrentarem o desafio de normalizar a operação cotidiana de um sistema inédito, precisariam também coordenar os protocolos de emergência ao longo de mais de 700km de tubos, mobilizando recursos e equipes capacitadas através de vários estados.

A disponibilidade de investimentos e incentivos por parte do governo dos EUA para viabilizar a empreitada também é uma preocupação. Durante quase todo o século XX, agências do governo norte-americano impulsionaram a evolução do tráfego aéreo, por meio da criação de fundos de investimento, estruturação de órgãos para supervisionar operações, além da celebração de contratos entre o setor público e o privado, estimulando toda a indústria aeroespacial.

Especialmente a partir dos anos 90, o governo passou a apoiar também o desenvolvimento de Trens de Alta Velocidade e Trens de Levitação Magnética: bilhões de dólares foram investidos nesses modais ferroviários ao longo dos últimos 30 anos. Ainda assim, o alto custo de implementação dessas tecnologias é um fator limitante para sua disseminação, apresentando uma relação custo-eficiência positiva apenas em um corredor de Trens de Alta Velocidade que atravessa uma área altamente urbanizada. O projeto dessa natureza mais ambicioso, atualmente em implementação, é a rota Tokyo-Osaka, prevista para operar em 2027.

Apesar da projeção de custos do Hyperloop estarem abaixo das alternativas férreas, sua implementação inevitavelmente dependerá de financiamento público. Devido à aversão ao risco do governo norte-americano, a maior parte das companhias explorando o conceito está focada em mercados estrangeiros. Dessa tendência, surge a questão natural quanto ao perfil de país que se interessaria pela tecnologia, e as contrapartidas que seriam impostas ao projeto.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou analisar as potencialidades tecnológicas e de mercado do sistema hyperloop para ponderar a possibilidade de se qualificar como um paradigma tecnológico. Neste debate, é condição para acomodar a existência de uma solução tecnológica como paradigmática a existência de um elemento chave que possa ser reproduzido por diversos atores do setor econômico analisado, permitindo sua difusão e integração relevante entre os diversos projetos de desenvolvimento tecnológico e inovativo para os mercados.

Para tanto, traçou-se comparativos entre as tecnologias de transporte de alta velocidade existentes para analisar o potencial do *Hyperloop* a partir de uma análise de patentes, de forma verificar a capacidade de difusão desta tecnologia em outras bases tecnológicas, além de complementada por um estudo publicado pela NASA sobre a viabilidade comercial do sistema Hyperloop (Taylor, Hyde e Barr, 2016).

Os dados levantados revelam que esta tecnologia ainda não pode ser considerada um paradigma tecnológico, em que pesem os altos investimentos em P&D e nas interações que estão sendo empreendidas entre empresas e governos.

Nessa perspectiva, a tecnologia ainda não cumpre pré-requisitos básicos para ser enquadrada como tal, como ter um fator chave capaz de gerar reprodutibilidade entre empresas do setor, afetando sua agenda de desenvolvimento tecnológico.

A dimensões dos custos efetivos para implantação deste sistema ainda são vultuosos, alcançando ainda desafios relacionados a questões de regulamentação e embaraços sobre questões de segurança do sistema.

## 7. REFERÊNCIAS

ALVES, C. A. CAPACIDADES DE MARKETING E INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL: UMA RELAÇÃO PARA VANTAGEM COMPETITIVA. Revista Alcance, v. 23, n. 1, p. 92-110, 2016.

AVANCI, V. L.; RUIZ, A. U. A Complexidade e a Estabilidade da Estrutura do Conhecimento Tecnológico na Evolução dos Micro-paradigmas. Blucher Engineering Proceedings, v. 4, n. 2, p. 1306-1320, 2017.

BAHRUTH, E. B. Prospecção tecnológica na priorização de atividades de C&T: caso QTROP-TB. Prospecção Tecnológica, p. 21-58, 2004.

- BALTAZAR, L. F.; RODRIGUES, R. C.; ANTUNES, A. S. Prospecção Tecnológica por meio de Patentes para P&D&I. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.
- BARNEY, J. B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BUCCI, M. D.; COUTINHO, D. R. Arranjos jurídico-institucionais da política de inovação tecnológica: uma análise baseada na abordagem de direito e políticas públicas. *Inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e institucionais*, p. 313-339, 2017.
- CAMARGO, O. F.; ROSSO, P. M.; LADWING, N. I. Modais Alternativos de Passageiros. *Tecnologia e Ambiente*, v. 24, p. 181-196, 2018.
- CARVALHO, G. D. et al. Radar da inovação como ferramenta para o alcance de vantagem competitiva para micro e pequenas empresas. *RAI Revista de Administração e Inovação*, v. 12, n. 4, p. 162-186, 2015.
- CHIN, J. C. et al. Open-Source Conceptual Sizing Models for the Hyperloop Passenger Poda. 56th AIAA/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, Florida, 2015.
- CNT. Boletim Estatístico CNT, 2018. Disponível em:  
<<http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/BOLETIM%20ESTAT%3%8DSTICO/BOLETIM%20ESTAT%3%8DSTICO%202018/Boletim%20Estat%3%ADstico%20-%2001%20-%202018.pdf>>.
- CONCEIÇÃO, O. C. A Centralidade do Conceito de Inovação Tecnológica no Processo de Mudança Estrutural. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 58-76, 2000.
- CUNHA, E. A. et al. ASPECTOS HISTÓRICOS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL E NO MUNDO. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 8, n. 4, p. 689-697, 2019.
- DA SILVA, F. M. et al. Tecnologias Assistivas E Suas Aplicações: uma análise a partir de patentes. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde*, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2018.
- DANIELS, P. L. National technology gaps and trade: an empirical study of the influence of globalization. *Research Policy*, v. 25, p. 1189-1297, 1997.
- DAY, G. S.; SCHOEMAKER, P. H. Um jogo diferente. In: DAY, G. S.; SCHOEMAKER, P. J. H.; GUNTHER, R. E. *Gestão de tecnologias emergentes: a visão da Wharton School*. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- DODGSON, M. Technology Learning, Technology Strategy and Competitive Pressures. *British Journal of Management*, v. 2, n. 3, p. 133-141, 1991.
- DOS REIS, J. G. et al. Bus Rapid Transit (BRT) como solução para o transporte público de passageiros na cidade de São Paulo. *INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation*, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2014.
- DOSI, G. *Mudança técnica e transformação industrial*. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.
- FERNÁNDEZ, E.; VALLE, S. Tecnología disruptiva: la derrota de las empresas establecidas. *Innovar*, v. 28, n. 70, p. 9-22, 2018.

- FERREIRA, P. S.; HASNER, C.; SANTOS, D. O potencial e o perfil das patentes verdes em conservação e renovação de energia no Brasil. *Cadernos de Prospecção*, v. 9, n. 1, p. 101-111, 2016.
- FIGUEIREDO, P. N. Acumulação tecnológica e inovação industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil. *São Paulo Perspec*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 54-69, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-88392005000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000100005&lng=en&nrm=iso)>. access on 30 July 2019>.
- FINEP. Manual de Oslo - Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados Sobre inovação. 3. ed. [S.l.]: OECD, 1997. 184 p.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. A Economia da Inovação Industrial. Campinas: Unicamp, 2008.
- FUCK, M. P.; VILHA, A. M. Inovação Tecnológica: da definição à ação. *Revista Contemporâneos*, v. 9, p. 1-21, 2011.
- GALVIZ, C. L. Mobilities at a standstill: regulating circulation in London c. 1863–1870. *Journal of Historical Geography*, v. 42, p. 62-76, 2013.
- GARRIDES, M. M.; SOUZA, P. C.; NETO, L. C. Transporte público em Belo Horizonte: um estudo comparativo entre Metrô e Monotrilho. *Revista Petra*, v. 2, n. 1, 2016.
- GONZALEZ, M. T. Sustentabilidade: Da Produção à Operacionalização de um Modelo de Cidade. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Programa de Estudos de Pós-Graduação em Ciências Sociais (Mestrado em Ciências Sociais), 2018. 127 p.
- HALL, B. Innovation and Diffusion, Chapter 17 in J. Fagerberg, D. Mowery and R.R. [S.l.]: The Oxford Handbook of Innovation, 2005.
- HYPERLOOP - Transportation Technologies. Hyperloop Global, 2019. Disponível em: <<https://www.hyperloop.global/how-it-works>>. Acesso em: jul 2019.
- IPEA. O Núcleo Tecnológico da Indústria Brasileira. [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, v. 1, 2011. 656 p.
- JACOBSSON, S.; OSKARSSON, C. Educational statistics as an indicator of technological activity. *Research Policy*, v. 24, p. 127-136, 1995.
- KUHN, T. The function of dogma in scientific research. Londres: Heineman, 1963.
- LACERDA, S. M. Trens de alta velocidade: experiência internacional. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 29, p. 61-80, 2008.
- LENS.ORG. LENS, 2019. Disponível em: <[https://www.lens.org/lens/search?%3Fl=en&st=true&%3Fdates=%2Bpub\\_date:20100101-20190%20classi](https://www.lens.org/lens/search?%3Fl=en&st=true&%3Fdates=%2Bpub_date:20100101-20190%20classi)>. Acesso em: 2019.
- LIMA, K. R.; MOURA, L. C.; SOUKI, G. Q. A avaliação da qualidade de um sistema de metrô. *Revista Inteligência Competitiva*, v. 5, n. 3, p. 14-34, 2015.
- LOPES, H. C. O desenvolvimento econômico: uma proposta de abordagem teórica evolucionária e institucionalista. *Estud. Econ.*, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 377-400, 2015.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-41612015000200377&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612015000200377&lng=en&nrm=iso)>.

- LUCAS, L. O. A Pesquisa de Inovação como instrumento para mensuração da adoção/difusão de tecnologia [Dissertação]. Campinas: Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, 2015. 113 p.
- MANSFIELD, E.; TEECE, D.; ROMEO, A. Overseas research and development by US-based firms. *Economica*, v. 46, p. 187-196, 1979.
- MAZIERI, M. R.; QUONIAM, L.; SANTOS, A. M. Inovação a partir das informações de patentes: proposição de modelo Open Source de Extração de Informações de Patentes (Crawler). *Revista Gestão & Tecnologia*, v. 16, n. 1, p. 76-112, 2016.
- MONTENEGRO, E. D. MAGLEV: uma nova possibilidade para a exploração espacial. Teresina: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (Licenciatura em Física), 2018. 60 p.
- MORAES, H. B.; BARASSA, E.; CONSONI, F. Conhecimento científico e tecnológico para o veículo elétrico no Brasil: uma análise a partir das instituições de ciência e tecnologia e seus grupos de pesquisa. *Desafio Online*, v. 4, n. 2, p. 100-115, 2016.
- MUSK, E. Hyperloop, 2013. Disponível em: <[https://www.spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop\\_alpha-20130812.pdf](https://www.spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop_alpha-20130812.pdf)>.
- OECD. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação, OECD. Brasília: FINEP, 2006.
- OLIVEIRA, F. B. INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: UMA ANÁLISE DOS MEMBROS DO BRIC - BRASIL, RUSSIA, ÍNDIA E CHINA. UNESC, p. 1-25, 2015. Disponível em: <[http://www.apec.unesc.net/V\\_EEC/sessoes\\_tematicas/Economia%20industrial,%20ci%C3%Aancia,%20tecnologia%20e%20inova%C3%A7%C3%A3o/INDICADORES%20DE%20OCI%C3%8ANCIA,%20TECNOLOGIA%20E%20INOVA%C3%87%C3%83O%20UMA%20AN%C3%81LISE%20DOS.pdf](http://www.apec.unesc.net/V_EEC/sessoes_tematicas/Economia%20industrial,%20ci%C3%Aancia,%20tecnologia%20e%20inova%C3%A7%C3%A3o/INDICADORES%20DE%20OCI%C3%8ANCIA,%20TECNOLOGIA%20E%20INOVA%C3%87%C3%83O%20UMA%20AN%C3%81LISE%20DOS.pdf)>.
- OLIVEIRA, G. T. et al. Sustentabilidade como vantagem competitiva nas organizações: um levantamento da responsabilidade das empresas. *Revista Brasileira de Administração Científica*, v. 9, n. 1, p. 127-136, 2018. Disponível em: <<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-684X.2018.001.0009>>.
- OMER, S. Potential effects of an innovative transportation project: the case of Los Angeles-San Diego Virgin Hyperloop One [Dissertação]. [S.l.]: Politecnico di Milano - School of Architecture Urban Planning Construction Engineering, 2018. 65 p.
- PACK, H. Productivity, Technology and Industrial Development. A Case Study in Textiles. Oxford University Press, New York, 1987.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*, v. 68, n. 3, p. 79-91, 1990.

- RIBEIRO, A. B. et al. FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O SUCESSO DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA: UM ESTUDO MULTICASOS EM INCUBADORAS DE PERNAMBUCO. *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, v. 9, n. 2, p. 193-218, 2016.
- RODRIGUES, E. C. Metodologia para investigação da percepção das inovações na usabilidade do sistema metroviário: uma abordagem antropotecnológica. [S.l.]: Universidade de Brasília (Doutorado em Transportes), 2014. 262 p.
- ROGERS, E. M. *Diffusion of innovation*. 3. ed. New York: The Free Press, 1983.
- ROSENBERG, N. *Por dentro da caixa-preta*. Campinas: Unicamp, 2006.
- ROSS, P. E. Hyperloop: No pressure. *IEEE Spectrum*, v. 53, n. 1, p. 51-54, 2015.
- SANTOS, C. Retomada das concessões: difícil, mas essencial. *Revista Conjuntura Econômica*, v. 69, n. 5, p. 24-31, 2015.
- SCHISLYAEVA, E. et al. International Energy Strategies Projects of Magnetic Levitation Transport. In: Murgul V., Pasetti M. (eds) *International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018*. EMMFT-2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, v. 983, 2019.
- SHUMPETER, J. O Fenômeno Fundamental do Desenvolvimento Econômico”. In *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1985.
- SILVA, A. H. Determinação da área de captação de uma estação de metrô por meio da utilização do modelo prisma espaço-tempo e padrões de viagens. [S.l.]: Universidade de Brasília (Mestrado em Transportes), 2008. 196 p.
- SILVA, A. S. SISTEMAS DE INOVAÇÃO E APROPRIABILIDADE TECNOLÓGICA: UMA ANÁLISE PELO PARADIGMA DA INOVAÇÃO ABERTA. Varginha: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS, 2016. 34 p.
- STEPHAN, R. M. et al. UM PROTÓTIPO BRASILEIRO DE TREM DE LEVITAÇÃO MAGNÉTICA. *Eletrônica de Potência*, v. 8, n. 1, 2003.
- STONEMAN, P.; BATTISTI, G. *The diffusion of new technology - Handbooks in Economics*. [S.l.]: Elsevier, v. 2, 2010.
- SUGAHARA, C. R.; JANNUZZI, C. C.; FALSARELLA, O. M. Os Componentes do Ambiente Interno e Externo na Geração da Inovação nas Organizações. *Revista da Micro e Pequena Empresa*, Sao Paulo, v. 12, n. 1, p. 51-66, 2018.
- TAYLOR, C. L.; HYDE, D. J.; BARR, L. C. *Hyperloop Commercial Feasibility Analysis: High Level Overview*. NASA, 2016. 1-47.
- TIGRE, P. Paradigmas Tecnológicos e Teorias Econômicas da Firma. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 4, n. 1, p. 187-224, 2005.
- VARGAS, H. C. Mobilidade urbana. In: *Mobilidade Urbana*. São Paulo: Associação Viva o Centro, v. 47, 2008.
- VAZ, A. V. *A Gestão da Inovação Tecnológica em Ferrovias Brasileiras de Cargas [Dissertação]*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, 2008. 148 p.

VIEIRA, G.; QUADROS, R. ORGANIZAÇÃO PARA INOVAÇÃO: INTEGRANDO ESTRATÉGIA, ESTRUTURA E PROCESSOS DE GESTÃO. *Desafio Online*, v. 5, n. 2, p. 200-220, 2017.

VILHA, A. M. *Gestão de Inovação nas Empresas*. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - Prefeitura de Diadema - SINDIPLAST, São Paulo, 2010.

VILHA, A. M.; QUADROS, R. GESTÃO DA INOVAÇÃO SOB A PERSPECTIVA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: LIÇÕES DAS ESTRATÉGIAS E PRÁTICAS NA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS. *RAI Revista de Administração e Inovação*, v. 9, n. 3, p. 28-52, 2012.

VIRGIN HYPERLOOP ONE. *Hyperloop One*, 2019. Disponível em: <<https://hyperloop-one.com/our-story#dp-world-cargospee>>. Acesso em: jun 2019.

WORTMANN, M. Multinationals and the internationalisation of R&D: new developments in German companies. *Research Policy*, v. 19, p. 175-183, 1990.