

Transporte Ferroviário e Meio Ambiente: aproximações e convergências em artigos publicados entre 1970 e 2017

LUIZ KENNEDY CRUZ MACHADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

JOSÉ WILLER DO PRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

SABRINA SOARES DA SILVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

LEANDRO CARVALHO BASSOTTO

ANTÔNIO CARLOS DOS SANTOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

Agradecimento à órgão de fomento:

Agradeço ao órgão de fomento a pesquisa, CNPq, ao apoio financeiro prestado ao longo de todo trabalho.

TRANSPORTE FERROVIÁRIO E MEIO AMBIENTE: APROXIMAÇÕES E CONVERGÊNCIAS EM ARTIGOS PUBLICADOS ENTRE 1970 E 2017

1. INTRODUÇÃO

A sociedade está cada vez mais atenta às ações voltadas para o uso responsável dos recursos naturais pelas empresas e para a busca de um equilíbrio entre seus papéis econômico, ambiental e social. Essas preocupações são cada vez mais alarmantes, visto que estudos comprovam que o ambiente natural mundial está se deteriorando rapidamente, em grande parte devido ao impacto negativo das operações empresariais sobre o ecossistema.

Esse cenário tem pressionado as empresas a estabelecerem práticas voltadas à preservação ambiental e redução dos impactos que suas atividades causam sobre o meio ambiente (BATISTA; CRUZ; BRUNI, 2016), visto que elas são as responsáveis por intermediar a relação entre o consumidor final e os recursos naturais. Assim, vem aumentando as obrigações e responsabilidades das empresas ao extrair recursos do meio ambiente para alcançar seus objetivos econômicos.

Na busca pelo desenvolvimento sustentável e pela redução dos efeitos negativos nas mudanças climáticas, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, ocorrida no ano de 1992 em Joanesburgo, África do Sul, destacou o transporte como um setor que merece atenção. Ao passo que este setor gera inúmeros benefícios à economia e mobilidade das pessoas, ele também é um dos grandes responsáveis pelos impactos ambientais, o que o torna merecedor de destaque no meio acadêmico.

Cada país possui uma matriz de transporte característica, com investimentos expressivos nos modais que melhor se adequam às suas necessidades, dentre os quais se destacam os modais rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. O transporte ferroviário, que será tema central desse trabalho, é o mais utilizado nos países desenvolvidos para movimentação de cargas a média e longas distâncias, e seus investimentos mais significativos estão concentrados nos países que estão em desenvolvimento (MORALES, 2008).

É importante analisar o setor do ponto de vista das discussões ambientais. Embora o transporte ferroviário seja o mais eficiente para transportar cargas com baixo valor agregado por longas distâncias (SALOMÃO, 2006) e seu consumo de combustível representar apenas 20% do consumo em uma rodovia, ambas em situações modernas de conservação (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA, 2010), seu impacto ambiental é considerável e deve ser analisado e mensurado.

Nesse contexto, questiona-se como os artigos científicos sobre transporte ferroviário vêm abordando os diferentes temas relacionadas ao meio ambiente? Para elucidar a questão, o objetivo desse trabalho foi identificar e descrever, por meio de uma análise bibliométrica, como estão configurados os estudos em transporte ferroviário quanto à inclusão e abrangência de seu relacionamento com as temáticas ligadas ao meio ambiente e mapear o direcionamento desses estudos e seus principais pesquisadores. Conforme ressaltam Quevedo-Silva et al., 2016, os estudos bibliométricos auxiliam na identificação de tendências nas pesquisas contemporâneas e identificação de lacunas e oportunidades no objeto de estudo em análise (QUEVEDO-SILVA et al., 2016).

2. PANORAMA DO TRANSPORTE NO CENÁRIO MUNDIAL

O setor de transporte é o “carro-chefe” na determinação da rede de comercialização pela sua influência na concorrência e competitividade dos produtos (NUNES, 2006). A gestão de um sistema de transporte necessita de uma ampla visão de todo processo, que engloba desde o

planejamento, controle dos custos, conhecimento das ligações da sua rede logística e seu nível de serviço atual e o esperado pelo cliente (ALVARENGA; NOVAES, 2000; NUNES, 2006).

Uma economia com grande capacidade produtiva carece de uma atenção especial ao seu sistema de transporte. Há casos de países que tiveram seu desenvolvimento econômico contido pelos gargalos no setor de transporte. Conforme Aschauer (1989) sustenta, o investimento em infraestrutura amplia o crescimento econômico e regional, no qual o setor de transporte é a fonte para o crescimento econômico de uma região.

A infraestrutura adequada nos setores de transportes atua como uma conexão entre as cadeias produtivas, além de ser fundamental para a eficiência da economia mundial que beneficia todos os setores (PINTO JÚNIOR, 2010). Consoante Adler (1978), uma infraestrutura de transportes carente de recursos prejudica todo o sistema produtivo de um país.

Santana, Garcia e Souza (2005) sustentam que os investimentos em infraestrutura promovem o crescimento econômico por se tratar de bens de capital, além disso, o setor promove recursos essenciais para muitos setores ao longo de várias cadeias produtivas. Sendo mais específico, Morais e Aragão (2007) defendem que investir em infraestrutura de transporte motiva uma ampliação do número de contribuintes pela criação de novas empresas no setor.

Para Chopra e Meindl (2011) o transporte exerce um papel crucial na logística de distribuição uma vez que os produtos raramente são fabricados e consumidos no mesmo local. O transporte pode ser utilizado como fator-chave se a estratégia de negócios da empresa for atender clientes que demandam um alto nível de responsividade. Por outro lado, se o preço for o principal critério de decisão de compra, o transporte pode ser utilizado para baixar o custo do produto (BALLOU, 2010).

No capítulo seguinte iremos aprofundar nas particularidades do modal ferroviário, com suas características que o distingue dos demais tipos de transporte.

2.2 Transporte Ferroviário

O setor de transporte tem peculiaridades que o distingue dos demais setores. O alinhamento entre a organização pública e privada é fundamental para seu êxito, principalmente quando estamos trabalhando com o setor ferroviário, que depende diretamente das parcerias desenvolvidas por essas duas esferas. As ferrovias são um meio de transporte relativamente recente, quando comparado com a movimentação de cargas feita por rios e estradas (BARKE, 1986).

O modal ferroviário é o sistema de transporte sobre trilhos, composto de via férrea e instalações fixas, material rodante e outros equipamentos necessários para o transporte seguro e eficiente de cargas e passageiros. Sua principal característica é transportar grandes volumes de cargas por médias e longas distâncias, com maior segurança, alta eficiência energética e menor índice de acidentes e furtos (ANTF, 2017; ANTT, 2017).

Um transporte ferroviário bem estruturado pode ser uma importante alternativa para as forças competitivas do país. Apesar de possuir um alto custo de implantação, seus custos de transporte e manutenção da via são relativamente menores quando comparado com outros modais como o rodoviário. Na maior parte dos países desenvolvidos da Europa foram investimentos em uma base adequada e consistente de equipamentos ferroviários que permitiram esses países alinharem suas necessidades logísticas a esse modal (JACOBS; CHASE, 2006). Infelizmente esse fato não ocorreu em nosso país, pode-se admitir que houve um progresso no setor nos últimos anos com os processos de concessões, mas ainda está longe de ser o ideal e o necessário para atender o país.

As ferrovias possuem algumas vantagens, quando comparada com outros modais, conforme sustenta Morales (2008): maior capacidade no transporte de cargas e passageiros; é mais econômico que o rodoviário; possui diversas opções energéticas (vapor, diesel e

eletricidade); material rodante é de longa duração; os trens modernos podem atingir grandes velocidades; e estimula o desenvolvimento das indústrias de base.

Mesmo com toda sua importância e vantagens do sistema ferroviário sobre os outros modais, este ainda é um setor pouco privilegiado pelas políticas públicas brasileiras quando comparado com o transporte rodoviário. Um indicador da preferência pelos investimentos em rodovias pode ser o rápido retorno que ele proporciona, sendo mais condizente com as campanhas políticas. Atrelado a esse fato, o investimento em ferrovias é composto por altos custos fixos com equipamentos ferroviários, de modo geral, e a necessidade de terminais para carga e descarga (WATERS, 2003; FARAHANI; REZAPOUR; KARDAR, 2011).

Conforme já mencionado, os países investem nos modais de transporte que melhor se adequem às suas características físicas e econômicas, não sendo colocada em primeiro plano sua eficiência relacionada à degradação ambiental, que varia de acordo com o modal e sua tecnologia utilizada. No tópico a seguir daremos ênfase a essa questão, mais especificamente para o setor ferroviário.

2.3 Transporte, Ferrovia e Meio Ambiente

Ao passo que o setor de transporte gera inúmeros benefícios para a sociedade, ele também é responsável por grandes custos e impactos ambientais. Bozoky et al. (2014) afirmam que apesar do avanço no setor de transportes em relação ao desenvolvimento tecnológico nos últimos anos, não é sempre que as novas tecnologias estão alinhadas com os conceitos de desenvolvimento sustentável.

Como exemplo podemos citar o Brasil, onde 28% de toda energia consumida vai para o transporte e desse total 92% é direcionado para o rodoviário, além do transporte consumir 51% de todo produto derivado do petróleo (CASTRO, 2013). O autor também afirma que “a abrangência dos impactos sociais e externos do transporte é proporcional a importância do setor para a economia em geral”, e enumera uma lista com os principais causadores desse impacto: poluição das águas pelos resíduos, acidentes, disposição de resíduos sólidos (óleos lubrificantes), destruição e perdas naturais pela construção das vias, poluição sonora e do ar, efeito estufa causado pelos gases, entre outros.

Ao se fazer um comparativo entre o transporte rodoviário e ferroviário, vemos os inúmeros benefícios que esse último traz sobre o primeiro. O transporte rodoviário é mais poluente, gasta mais combustível, tem custo superior para longas distâncias e tem um maior índice de acidentes (HIJJAR, 2004). Coeli (2004) cita que o modal ferroviário chega a consumir quatro vezes menos combustível que no rodoviário, ambos em situações ideais de conservação, sendo ideal para transporte de carga por longas distâncias.

Eller, Sousa Júnior e Curi (2011) fazem um comparativo dos custos rodoviários e ferroviários onde apresentam que o custo com meio ambiente para o transporte rodoviário é quase cinco vezes superior que esse mesmo custo no transporte ferroviário (tonelada-quilômetro útil transportada). Enquanto no transporte rodoviário o custo com meio ambiente representa 65% do gasto total, para o setor ferroviário esse valor fica em torno de 26,5%.

Sem considerar os gastos ambientais, o transporte rodoviário tem menores custos de implantação que o ferroviário, levando em conta apenas as operações e manutenção. Esse fato explica, em partes, o motivo dos recursos públicos serem direcionados massivamente para o transporte rodoviário no Brasil (ELLER; SOUSA JÚNIOR; CURI, 2011).

Entretanto, não podemos deixar de considerar os custos sociais e ambientais dos sistemas de transporte. Nas últimas décadas os problemas ambientais vêm ficando mais evidentes e sua relação com os meios de transportes são intensas. É importante se pensar como o meio de transporte que se utiliza em uma região impacta ambientalmente e não apenas economicamente. A sociedade está ficando mais consciente dessas questões ambientais e assim forçando as empresas e governo a pensar no assunto. Essa conscientização também está

presente no meio acadêmico mundial e analisar esses trabalhos e suas particularidades do setor ferroviário é objetivo desse trabalho.

3. METODOLOGIA

Para este estudo, foi realizado um estudo bibliométrico, que se utiliza de técnicas quantitativas para analisar a produção científica segundo as autorias, coautorias, citações, co-citações, periódicos de publicação, desenvolvimento do campo e distribuição da bibliografia (VANTI 2002; FRANCISCO, 2011; PINTO; SERRA; FERREIRA, 2014). Esta técnica nos permite compreender, com clareza e riqueza de detalhes, a evolução de um campo teórico ao longo dos anos e suas tendências para pesquisas futuras.

É oportuno ressaltar que, assim como toda forma de pesquisa, a bibliometria tem suas limitações, como as demarcações errôneas dos termos, conhecida por polissemia, visão generalizada do campo e possibilidades de falhas na coleta dos dados (BITTAR et al. 2011; TAŞKINAND; AL, 2014). Com a intenção de reduzir a interferência dessas questões, optou-se por seguir algumas etapas, adaptadas do *framework* de Prado et al. (2016), dispostas no Quadro 1. Essas etapas sistematizaram a busca dos dados, seleção, organização e análise dos trabalhos que compõem esse estudo.

Quadro 1: Framework para o desenvolvimento da pesquisa bibliométrica

Etapa	Processo
1 Definição do escopo da pesquisa e sua operacionalização	I Escolha dos objetos de estudo
	II Definição da(s) base(s) científica(s) ou periódico(s)
	III Delimitação dos termos que representam o campo
	IV Testes com outros termos para apurar os resultados
2 Métodos de busca	I <i>Title</i> (termo do campo) <i>AND</i> topic (direcionamento)
	II Utilização de <i>underline</i> : expressão exata
	III Filtro 1: Delimitação em somente artigos
	IV Filtro 2: Todos os anos
	V Filtro 3: Todas as áreas
	VI Filtro 4: Todos os idiomas
3 Procedimentos de construção do banco de dados	I Download das referências - <i>software EndNote</i>
	II Download das referências em formato planilha eletrônica
	III Download das referências para utilização no <i>CiteSpace</i>
	IV Organização das referências no <i>EndNote</i>
	V Organização de matriz de análise em planilha eletrônica
	VI Importação dos dados para softwares de análise
4 Ajuste e organização dos dados	I Eliminação dos artigos duplicados no banco de dados
	II Eliminação de artigos por meio de leitura flutuante
	III Eliminação por meio da análise da polissemia dos termos
	IV Busca dos artigos completos no formato .pdf
5 Apreciação da produção científica	I Análise do volume das publicações e tendências temporais
	II Análise dos artigos mais citados na amostra
	III Análise das Universidades que mais publicaram
	IV Análise dos periódicos que mais publicaram os artigos da amostra
	V Análise dos periódicos mais citados na amostra
	VI Análise das categorias (áreas) das publicações
	VII Análise dos países que mais publicaram
	VIII Análise dos artigos mais citados na amostra
	IX Tendências e agenda de pesquisa dos trabalhos recentes

Fonte: Adaptado de (PRADO et al., 2016).

As etapas do *Framework* para o desenvolvimento de pesquisa bibliométrica não ocorre

em sentido único e crescente da primeira etapa à última, ele permite uma realimentação constante entre os processos com a finalidade de minimizar erros.

Etapa 1: Definição do escopo da pesquisa e sua operacionalização

Para atingir o objetivo da pesquisa, foi delimitado o campo do transporte ferroviário relacionado à temática meio ambiente, com a utilização da base de dados *Web of Science* (coleção principal) da *Thomson Reuters Cientific* para levantamento dos artigos. A demarcação de apenas uma base é devido às opções de exportação existentes na mesma, para outros softwares como o *CiteSpace* e *EndNote*[®] (CHEN, 2004, 2006), a padronização das publicações, possibilitando a comparação, e a confiabilidade que a base possui no meio acadêmico, além de reunir cerca de 12.000 periódicos (PINTO et al. 2014; HASSAN et al. 2014; LIU et al. 2014).

Nos processos III e IV dessa etapa foram escolhidos os termos que representam o campo de publicações sobre o transporte ferroviário e meio ambiente, sendo eles “*railroad*” e “*environment*”. Também foram feitos testes de buscas com outros termos comuns nessas pesquisas na tentativa de abarcar o maior número de trabalhos na temática em questão, são eles: “*railway*”, “*railtransport*”, “*logistic*”, “*environmental problems*”, e “*modal rail*”. Por fim, o filtro da busca avançada utilizada foi: TI=(*Railroad** OR *Railway** OR “*railtransport*” OR “*modal rail*”) AND TI=(*environment**)

Etapa 2: Métodos de busca

Foram selecionados dois campos de busca interligados pelo conectivo “*and*”. No primeiro deles, foi delimitada uma busca apenas nos títulos dos trabalhos com os seguintes termos: “*railroad*”, “*railway*”, “*railtransport*” e “*modal rail*”. No segundo campo, a busca foi realizada para palavras que constavam também no título, filtrado pela palavra “*environment*”.

Os filtros são delimitados de acordo com os objetivos dos pesquisadores, sendo, neste caso, especificado para somente artigos, para todos os anos de publicação indexados nessa base (1945-2017), sem restrições para áreas de conhecimento e abrangendo todos os idiomas.

Etapa 3: Procedimentos de construção do banco de dados

As referências dos trabalhos e as referências citadas por eles foram exportadas para o software *EndNote*[®] e tabuladas em planilha eletrônica e em formato de texto, para análises no software *CiteSpace*.

Etapa 4: Ajuste e organização dos dados

Os artigos foram analisados no Excel e no banco de dados do *EndNote*[®], para retirar os trabalhos duplicados, realizar uma leitura flutuante dos mesmos, primeiro contato com os artigos que serão submetidos à análise (BARDIN, 2011), e apreciar a polissemia dos termos, para garantir a adequação dos trabalhos.

Após esses processos, foi feita uma busca completa dos trabalhos no formato .pdf, para uma análise mais acurada dos artigos e eliminação daqueles que não tinham relação com a temática de interesse. Após esses procedimentos, foram encontrados 141 artigos que formaram a amostra para as análises em questão.

Etapa 5: Apreciação da produção científica

Na última etapa, foram desenvolvidas diversas análises e a operacionalização dos dados ocorreu por meio dos softwares *EndNote*[®], *Microsoft Excel* e *CiteSpace*.

No *CiteSpace*, foram construídas redes para análise do campo de publicações e suas tendências de crescimento, clusters temáticos, parcerias entre países, autores e co-citação de referências e periódicos. Também foram geradas tabelas e gráficos com a finalidade de demonstrar as tendências temporais, os artigos mais citados com seus respectivos autores e periódicos (CHEN 2004, 2006; LIU 2013; BARBOSA; REINERT 2014).

Por último, foi desenvolvido um mapa para demonstrar a direção que a pesquisa sobre meio ambiente e transporte ferroviário está seguindo, a partir das sugestões de trabalhos futuros

encontrados nos artigos mais relevantes sobre o assunto publicados nos últimos anos, além de demonstrar as áreas de publicação desses trabalhos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um primeiro resultado da presente pesquisa foi que o volume de publicações cresceu a partir de 2005. A Figura 1 apresenta a distribuição das 141 publicações sobre transporte ferroviário e meio ambiente, na qual o primeiro trabalho foi publicado no *Journal of Environmental Sciences*, em 1970, por Gens. Porém, este não se tornou referência na temática, tendo sido citado apenas uma única vez até o momento da coleta dos dados.

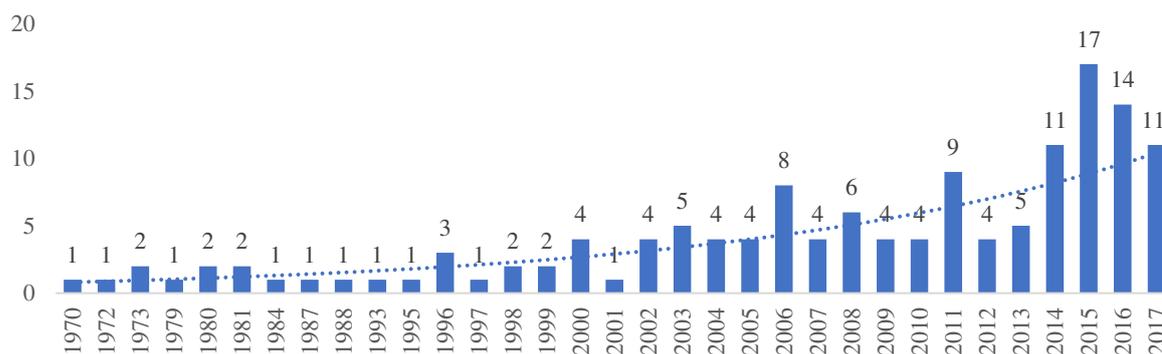


Figura 1: Número de artigos sobre transporte ferroviário e meio ambiente publicados por ano

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Na Tabela 1, temos os artigos mais citados da amostra, com destaque para o trabalho de Caves e Christensen (1980) com 145 citações e o trabalho de Calle-Sanchez et al. (2013), que, embora seja o mais recente entre os oito mais citados, está na quarta colocação com 40 citações em cinco anos.

Tabela 1: Artigos mais citados sobre transporte ferroviário e meio ambiente na base *Web of Science*

	Título	Autores/Ano	País	Periódico (ISSN)	Cit.
1	<i>The relative efficiency of public and private firms in a competitive environment - the case of canadian railroads</i>	Caves e Christensen (1980)	EUA	<i>Journal of Political Economy</i> (0022-3808)	145
2	<i>Environmental variation, strategic change and firm performance - a study of railroad deregulation</i>	Smith e Grimm (1987)	EUA	<i>Strategic Management Journal</i> (1097-0266)	138
3	<i>Simulation of railway wheel profile development due to wear - influence of disc braking and contact environment</i>	Enblome Berg (2005)	Suécia	<i>Wear</i> (0043-1648)	63
4	<i>Long Term Evolution in High Speed Railway Environments: Feasibility and Challenges</i>	Calle-Sanchez et al. (2013)	Espanha	<i>Bell Labs Technical Journal</i> (1538-7305)	40
5	<i>A distributed surveillance system for detection of abandoned objects in unmanned railway environments</i>	Sacchi e Regazzoni (2000)	Itália	<i>IEEE Transactions On Vehicular Technology</i> (0018-9545)	36
6	<i>A thermodynamic, environmental and material flow analysis of the Italian highway and railway transport systems</i>	Federici, Ulgiati e Basosi (2008)	Itália	<i>Energy</i> (0360-5442)	34
7	<i>Economic-performance in regulated and unregulated environments - a comparison of united-states and canadian railroads</i>	Caves, Christensene Swanson (1981)	EUA	<i>Quarterly Journal Of Economics</i> (1531-4650)	32
8	<i>Underground railway environment in the UK Part 2: Investigation of heat load</i>	Ampfofo, Maidmente Missenden (2004)	Inglaterra	<i>Applied Thermal Engineering</i> (1359-4311)	27

Fonte: Dados da pesquisa, 2018. (Obs.: ISSN da versão online do periódico).

O artigo da amostra que obteve maior visibilidade e se tornou o mais citado sobre o assunto foi publicado por Caves e Christensen (1980), pesquisadores da universidade norte-americana de Wisconsin-Madison, que comparavam a eficiência relativa de duas ferrovias canadenses, sendo uma pública e a outra privada. No estudo não foram encontrados resultados que comprovassem a hipótese de ineficiência da ferrovia pública. Já o trabalho de Calle-Sanchez et al. (2013) traz uma alternativa para a comunicação no ambiente ferroviário, que pode trazer mais segurança e rapidez na comunicação, seja ela em grupo ou nas chamadas de emergências.

Caves e Christensen também publicaram outra obra de destaque no *Quarterly Journal Of Economics*, em 1981, juntamente com Swanson, o que os tornaram dois pesquisadores de destaque na temática em questão. Nota-se que os trabalhos dos autores americanos foram mais citados na década de 1980, com três trabalhos, e os dos italianos tiveram mais relevância nos anos 2000, também com três trabalhos entre os dez mais citados sobre a temática.

Embora os trabalhos de autores chineses não estejam entre os mais citados, suas universidades têm se dedicado aos estudos sobre transporte ferroviário e meio ambiente, sendo que, das instituições que mais publicam sobre o assunto, três são da China, como pode ser visto na Figura 2.



Figura 2: Universidades dos autores que mais publicaram sobre transporte ferroviário e meio ambiente
 Fonte: Elaborado pelos autores com dados da *Web of Science* (Ponto de corte ≥ 2), analisados no *software* CitiSpace.

A universidade que mais publicou sobre o assunto foi a *Beijing Jiaotong University*, situada na cidade de Pequim, com oito artigos publicados sobre a temática na *Web of Science* no período da análise. Outro fato importante é que todas essas publicações se concentram a partir do ano de 2010 e duas delas no ano de 2017, mostrando o interesse atual dos pesquisadores dessa instituição sobre o assunto. A universidade conta com o pesquisador Ruisi He, que publicou vários trabalhos de destaque nessa temática, como apresentado na rede de trabalhos mais citados da amostra.

Em segundo lugar nesse *ranking* está a *Chinese Academy of Science*, Instituição do Conselho de Estado da China, também com sede em Pequim, que possui seis trabalhos na área, todos publicados a partir do ano de 2011. Dentre os trabalhos, vale destacar o artigo de Zhnag et al. (2012) que possui 13 citações. O trabalho aborda a frequente danificação da Estrada de Ferro *Qinghai-Tibet*, causada pela areia abundante soprada pelos fortes ventos da região e mostra o ambiente dinâmico e natural nessa localidade.

Além das redes de publicações que essas duas universidades citadas formam com outras instituições, para publicar os artigos da amostra, pode se destacar, na Figura 2, a rede formada pela *Central South University*, também situada na China, com três trabalhos publicados, a *Université de Montréal*, no Canadá, com dois trabalhos, e outras sete universidades de menor expressão no assunto.

Observa-se que a relação entre transporte ferroviário e meio ambiente é abordada em diferentes áreas, demonstrando ser um tema transdisciplinar. Assim como há várias universidades publicando sobre o assunto, também há muitos periódicos que publicam esses trabalhos, com muitos pesquisadores de diferentes áreas de atuação. Como podemos notar na Tabela 2, o *Journal of Sound and Vibration*, periódico que publica trabalhos sobre temas relacionados ao som e vibração, foi o que mais na amostra com 10 trabalhos.

Tabela 2: Periódicos que mais publicaram sobre transporte ferroviário e meio ambiente na base *Web of Science*

Periódicos	Publicações	Freq.	JCR 2016	ISSN
<i>Journal of Sound and Vibration</i>	10	8,85%	2,192	0022-460X
<i>IEEE Transactions on Vehicular Technology</i>	5	4,42%	3,615	0018-9545
<i>Transportation Research Part D-Transport and Environment</i>	4	3,54%	1,962	1361-9209
<i>Journal of Rail and Rapid Transit</i>	3	2,66%	1,264	0954-4097
<i>Applied Thermal Engineering</i>	3	2,66%	2,375	1359-4311
Parcial	25	22,13%		
Publicações em outros periódicos	116	77,87%		
Total (amostra)	141	100%		

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados da *Web of Science* (Obs.: ISSN online).

Nota. Total de periódicos: 113.

O *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, periódico que possui um *Journal Citation Reports* (JCR) de 3,615, publicou 5 artigos da amostra, estando um deles, de Sacchi e Regazzoni (2000), presente na lista dos mais citados sobre o assunto na *Web of Science*, com 36 citações. É um estudo sobre o sistema de vigilância para detectar objetos abandonados em locais ferroviários não tripulados e, assim, reduzir problemas mais graves ocasionados por esses objetos.

Comprovando a diversificação de áreas nas quais os artigos vêm sendo publicados, pela Tabela 2 nota-se que 22,13% das publicações da amostra estão concentradas em apenas 5 periódicos de um total de 113. Ou seja, há 116 trabalhos publicados em 108 periódicos de diversas áreas, como engenharia, transporte, economia, administração, geologia, ciência da computação, entre outras.

A diversificação de temáticas entre os trabalhos em estudo também se confirma na grande quantidade de periódicos citados na amostra, conforme vemos na Figura 3. A rede de citações se forma entre os periódicos mais citados pela amostra, demonstrando a intensidade de citações entre eles. Pode-se constatar ainda que os mais representativos na amostra também estão presentes em suas citações, como o *Journal of Sound and Vibration* que foi o mais citado com 11 trabalhos, seguido pelo *Transportation Research Part D-Transport and Environment*, com 8 citações, e pelo *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, com 6 citações.

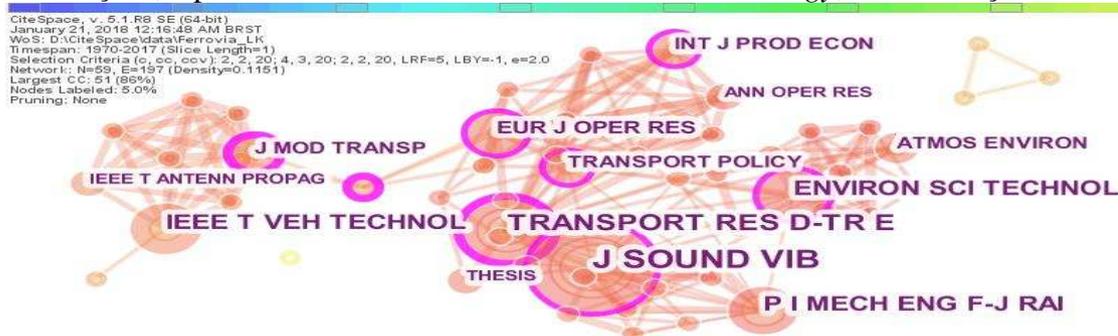


Figura 3: Rede de periódicos mais citados na amostra.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da *Web of Science* (Ponto de corte ≥ 3), analisados no *software* CitiSpace.

Observa-se, na Figura 3, a predominância de periódicos na área de transporte, tecnologia e engenharia, não tendo destaque as áreas dos dois trabalhos mais citados da amostra: a área econômica, na qual foi publicada o estudo de Caves e Christensen (1980), e a área de gestão estratégica, na qual Smith e Grimm (1987) publicaram seu estudo. No intuito de compreender um pouco mais essa dinâmica das áreas de publicações, elaborou-se a Figura 4, que representa as categorias (áreas) da *Web of Science* por *time zone*, ou seja, pela sequência de anos nos quais cada área publicou pela primeira vez sobre o tema, assim como o respectivo volume de publicações representado pelo tamanho do círculo representativo de cada categoria.

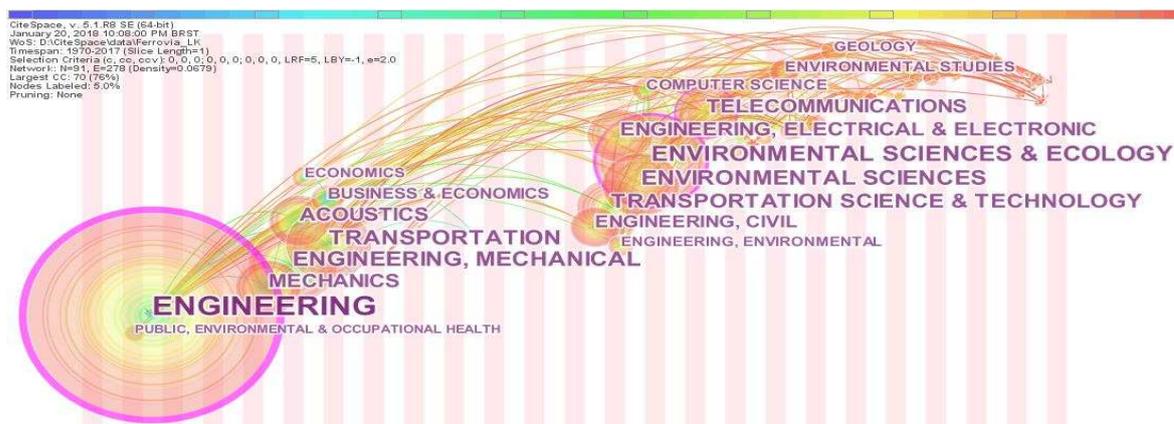


Figura 4: Categorias da *Web of Science* por *time zone* sobre as áreas que mais publicaram

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da *Web of Science* (Ponto de corte ≥ 6), analisados no *software* CitiSpace.

A Figura 4 permite inferir que a engenharia foi o marco principal para esses trabalhos na década de 1970, porém, seus trabalhos começaram a ser mais citados apenas no final da década de 1990 e anos 2000, como é o caso do trabalho de Enblom e Berg (2005) que conta hoje com 63 citações. Em segundo lugar, com 26 citações, está a categoria sobre ciências ambientais e ecologia, uma área que começou a publicar no ano 1997 e alcançou seu ápice em 2015 e 2016, com 5 publicações em cada ano.

Outras categorias que obtiveram destaque foram a engenharia mecânica, com 23 citações, seguida pelo transporte e ciências ambientais, com 21 e 19 citações, respectivamente. Um fato que vale ressaltar é que a abordagem econômica possui o artigo mais citado da amostra, Caves e Christensen (1980), além de outras 5 publicações, e a área de negócios e economia contêm os dois artigos mais citados, Cave e Chistensen (1980) e Smith e Grimm (1987). Esse fato acontece porque o periódico que publicou o artigo está classificado nas duas categorias e o mesmo aparece em ambas as áreas.

Pode-se concluir, também a partir da Figura 4, que as áreas de ciências ambientais e ecologia, geologia, estudos ambientais, transporte e engenharia estão publicando mais sobre o assunto na atualidade e são tendências para o desenvolvimento de estudos que relacionem o transporte ferroviário ao meio ambiente.

Outra análise interessante, feita no *CitiSpace* por *time zone*, foi a representada na Figura 5, indicando os países que mais publicaram sobre o assunto na base *Web of Science*. Embora seus trabalhos e periódicos não estejam entre os mais citados, a China é o país que mais publicou sobre o assunto, com 31 trabalhos, e intensificou essas pesquisas a partir do ano de 2013.

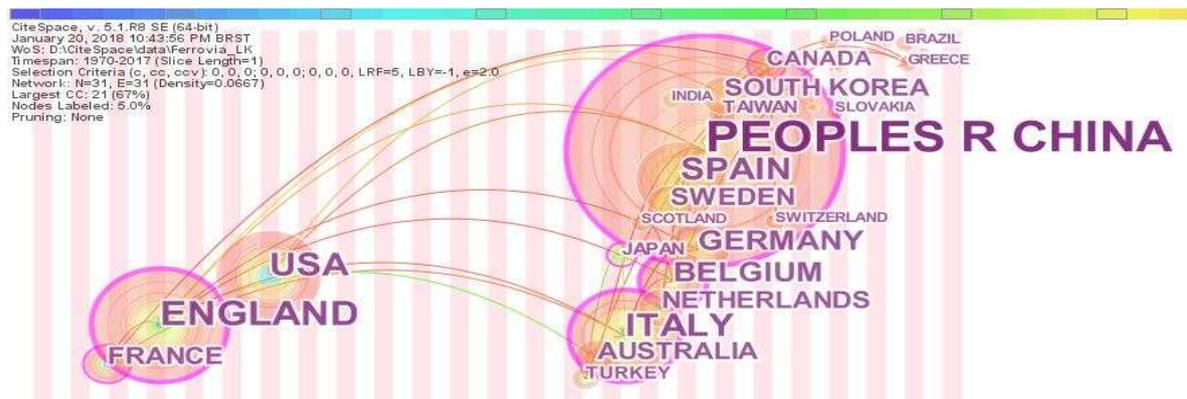


Figura 5: Países que mais publicaram artigos relacionando transporte ferroviário e meio ambiente

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da *Web of Science* (Ponto de corte ≥ 2), analisados no *software CiteSpace*.

O segundo país que mais se destacou na amostra foi a Inglaterra, com 15 publicações. Dentre elas está o trabalho de Ampofo, Maidment e Missenden (2004), publicado no *Applied Thermal Engineering*, que investiga a carga de calor em uma rede ferroviária subterrânea usando um modelo matemático propositalmente desenvolvido, oitavo artigo mais citado da amostra, com 27 citações. Em terceiro lugar nessa lista, estão os Estados Unidos, juntamente com a Itália, países que tiveram mais trabalhos entre os dez mais citados da amostra, três cada um, mostrando que os países têm um bom índice de publicação e com obras de qualidade e referência em suas áreas.

Essa lista segue com Espanha, Bélgica e Alemanha, a primeira delas com dez citações e as outras duas com sete cada uma. O Brasil teve apenas dois artigos publicados relacionando transporte ferroviário e meio ambiente durante todo o período analisado, sendo o primeiro deles publicado por Bruzaca e Sousa (2015), retratando os conflitos socioambientais na Amazônia frente a duplicação da estrada de ferro Carajás no Maranhão, e o segundo trabalho de Ferreira et al. (2017), na área de engenharia, que descreve uma solução baseada em componentes portáteis para a segurança do pessoal de manutenção nas vias férreas.

Por último, foi analisada a rede de artigos citados nos 141 trabalhos, como representado na Figura 6. Ruise He foi o pesquisador que possui o maior número de trabalhos citados. Seu principal trabalho, no qual foi feita uma análise de frequência em um canal ferroviário de trens de alta velocidade (HE et al., 2011a), foi citado 5 vezes.



Figura 6: Rede de referências citadas que relacionam transporte ferroviário e meio ambiente

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da *Web of Science* (Ponto de corte ≥ 3), analisados no *software CiteSpace*.

Em segundo lugar, temos quatro trabalhos com 4 citações cada: o estudo de Charnes, Cooper e William (1978), que mensura a eficiência de Unidades Tomadoras de Decisão (DMU) com referência especial para o uso possível na avaliação de programas públicos; o de Lui et al. (2012), no qual se apresenta um estudo inovador e prático sobre um canal de propagação de rádio baseado em posição para uma estrada de ferro de alta velocidade na China; o trabalho de He et al. (2011b), que propõe um modelo de perdas de caminho realizadas ao longo de ferrovias de alta velocidade; e, por fim, o de Garg e Dukkipati (1984), no qual é analisada a dinâmica dos sistemas de veículos ferroviários.

4.1 Tendências para estudos futuros

Na identificação das tendências para futuras pesquisas, destacamos, na Figura 7, os artigos de maior relevância com o tema dessa pesquisa, presentes na amostra e publicados a partir de 2015. Foram analisados tendo em vista suas áreas de interesse e atuação, além das lacunas na literatura científica identificadas por alguns autores dos trabalhos. Foi escolhido este período por ser os anos mais recentes da análise e, devido a isto, as propostas são atuais e relevantes.

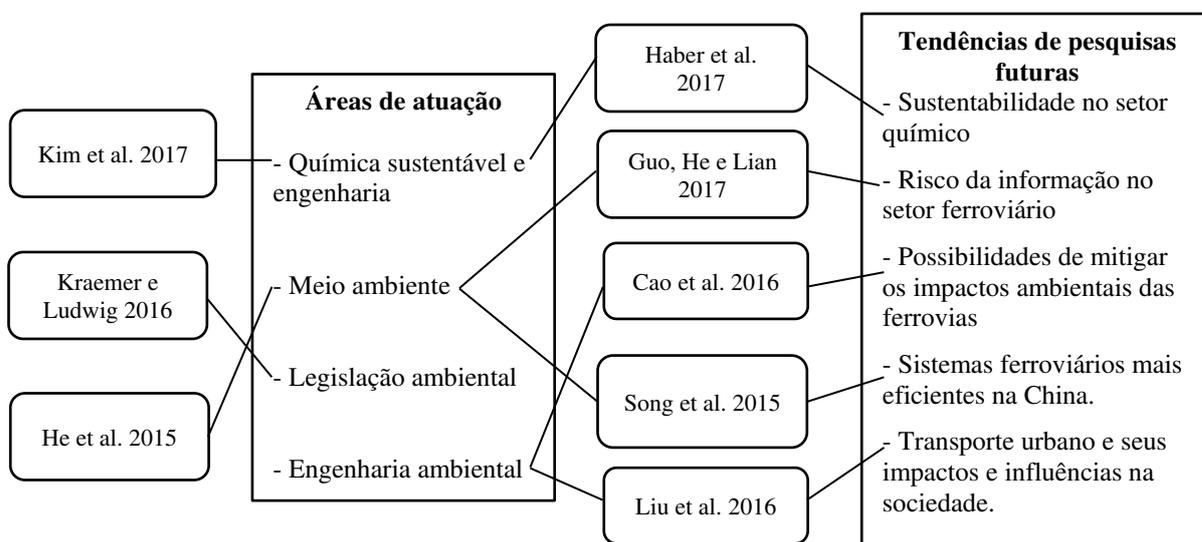


Figura 7: Mapa dos principais pesquisadores sobre as temáticas, suas áreas de interesses e tendências de pesquisas futuras

Fonte: elaborado pelos autores.

As áreas que vêm se destacando nos últimos anos são a engenharia, legislação e química, todas elas ligadas diretamente com as questões ambientais. Os pesquisadores estão situados em universidades americanas e chinesas, em sua maior parte, e utilizaram de metodologias qualitativas, como a pesquisa exploratória. São eles He et al. (2015) e a revisão de literatura de Kraemer e Ludwig (2017), além dos trabalhos quantitativos de Liu et al. (2016) e Song et al. (2015), que trabalharam com a regressão e a análise envoltória de dados (DEA).

Pode-se notar uma pequena tendência dos estudos em sustentabilidade relacionados ao setor químico, à redução dos impactos ambientais e a sistemas ferroviários mais eficientes, nos trabalhos de Haber et al. (2017), Cao et al. (2016) e Song et al. (2015), respectivamente. Além dessas sugestões, destaca-se a importância em se trabalhar o transporte urbano e sua relação com a sociedade (LIU et al., 2016) e os riscos de informação pertinentes ao setor ferroviário, apontado por Guo, He e Lian (2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivou-se nesse trabalho identificar e descrever, por meio de uma revisão sistemática de literatura, como estão configurados os estudos de transporte ferroviário quanto à inclusão e abrangência de seu relacionamento com as temáticas ligadas ao meio ambiente, e, posteriormente, mapeou-se o direcionamento dos estudos nessa temática e seus principais pesquisadores.

Os principais achados da pesquisa permitem concluir que, a partir da década de 1970, surgiram os primeiros estudos na base *Web of Science* sobre os objetos de estudo em questão, ainda que somente a partir de 2006 que as publicações foram se tornando mais significativas. Embora as publicações sejam mais expressivas entre os chineses, os trabalhos mais citados ainda são dos norte-americanos.

Outra particularidade do assunto é a diversidade de áreas que o abordam em seu escopo, desde estudos de engenharia, até ciência da computação, economia, administração, geologia, telecomunicação, estudos sociais, entre outros. Isso repercute também na constatação de que são trabalhos publicados em periódicos de diversas áreas.

Observou-se ainda a disseminação dos estudos em questão para diversos países do mundo nos últimos anos, mesmo que de forma modesta. Esse fato demonstra a preocupação dos pesquisadores em trabalhar, de forma conjunta, o transporte ferroviário e as questões ambientais, mesmo que indiretamente, como ocorre nas discussões sobre a criação de ferramentas tecnológicas ou econômicas. Embora não seja a finalidade última desses trabalhos, certamente os fenômenos relatados irão repercutir no meio ambiente.

Como limitações da pesquisa, o estudo se restringiu a uma única base de dados científica. Ainda que a *Web of Science (ISI Web of Knowledge)* possua mais de 12.000 periódicos, existem outras bases que poderiam contribuir para melhor visualização do campo de estudo em questão. Estudos futuros podem vir a utilizar outras bases de dados para a análise sistemática das categorias mais representativas ou países que mais publicaram sobre o assunto.

A presente pesquisa não teve por finalidade generalizar os resultados acerca desta temática muito menos compreender toda sua produção. Buscou-se, por meio da base de dados *Web of Science*, traçar um caminho para iniciar a discussão sobre como os estudos sobre transporte ferroviário associados ao meio ambiente foram e estão sendo trabalhados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, H. A. **Avaliação econômica dos projetos de transportes: metodologia e exemplos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. [Portal da] **Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)**. 2015. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/>>. Acesso em: 08 out. 2017.

AI, B. et al. Determination of Cell Coverage Area and its Applications in High-Speed Railway Environments. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, v. 66, n. 5, p. 3515-3525, 2017.

ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. N. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 3. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2000.

AMPOFO, F.; MAIDMENT, G.; MISSENDEN, J. Underground railway environment in the UK Part 2: Investigation of heat load. **Applied Thermal Engineering**, v. 24, n. 5, p. 633-645, 2004.

- ASCHAUER, D. A. Is public expenditure productive? **Journal of Monetary Economics**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 177-200, Mar. 1989.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. [Portal da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF)]. 2015. Disponível em: <<http://www.antf.org.br/>>. Acesso em: 08 out. 2017.
- BALLOU, H. R. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. ARTMED, 2010.
- BARBOSA, J. S. K.; REINERT, M. Open Innovation: Uma Análise Bibliométrica do Período de 2003 a 2013. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 38., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARKE, M. **Transport and Traded**. Edinburgh: Oliver & Boyd, 1986.
- BATISTA, A. B.; CRUZ, N. V. S.; BRUNI, A. L. Fatores determinantes do nível de divulgação ambiental nas maiores transnacionais brasileiras. **Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v.14, n. 3, p. 140-161, set./dez. 2016.
- BITTAR, M.; DA SILVA, M. R.; HAYASHI, M. C. P. I. Produção científica em dois periódicos da área de educação. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 16, n. 3, p. 655-674, jan./abr. 2011.
- BOZOKY, M. J.; OLIVEIRA, A. A. P.; DELIBERADOR, L. R.; FORMIGONI, A.; JACUBAVICIUS, C. Análise do modal ferroviário no transporte de soja do centro oeste aos portos. **INOVAE-Journal of Engineering and Technology Innovation**. V. 2, n. 1, p. 50-61. jan./abr. 2014.
- BRUZACA, R. D.; SOUSA, M. T. C. Socio-Environmental Conflicts in the Brazilian Amazon Development's Context: Protection of Quilombo Communities's Rights in Relation to Railroad Carajas's Duplication in Maranhao. **Veredas do Direito**, v. 12, p. 147, 2015.
- CASTRO, N. Mensuração de externalidades do transporte de carga brasileiro. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 1, p. 163-181. Jan./mar. 2013.
- CALLE-SÁNCHEZ, J. et al. Long term evolution in high speed railway environments: Feasibility and challenges. *Bell Labs Technical Journal*, v. 18, n. 2, p. 237-253, 2013.
- CAO, W. et al. The status evaluation of the permafrost environment along the Chaidar-Muli Railway in southern Qilian Mountains in northern Qinghai Province, China. **Journal of Mountain Science**, v. 13, n. 12, p. 2124-2134, 2016.
- CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R. The relative efficiency of public and private firms in a competitive environment: the case of Canadian railroads. **Journal of political Economy**, v. 88, n. 5, p. 958-976, 1980.
- CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R.; SWANSON, J. A. Economic performance in regulated and unregulated environments: a comparison of US and Canadian railroads. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 96, n. 4, p. 559-581, 1981.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European journal of operational research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

- CHEN, C. Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 1, p. 5303-5310, jan. 2004.
- CHEN, C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. **Journal of the American Society for information Science and Technology**, v. 57, n. 3, p. 359-377, jan. 2006.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- COELI, C. C. M. **Análise da demanda por transporte ferroviário: o caso do transporte de grãos e farelo de soja na Ferronorte**. Dissertação (Mestrado em Administração)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- DO PRADO, J. W.; DE CASTRO ALCÂNTARA, V.; DE MELO CARVALHO, F.; VIEIRA, K. C.; MACHADO, L. K. C.; TONELLI, D. F. Multivariate analysis of credit risk and bankruptcy research data: a bibliometric study involving different knowledge fields (1968–2014). **Scientometrics**, v. 106, n. 3, p. 1007-1029, mar. 2016.
- ELLER, R. D. A. G.; SOUSA JUNIOR, W. C.; CURI, M. L. C. Custos do transporte de carga no Brasil: rodoviário versus ferroviário. **Journal of Transport Literature**, v. 5, n. 1, p. 50-64, jan./mar. 2011.
- ENBLOM, R.; BERG, M. Simulation of railway wheel profile development due to wear - influence of disc braking and contact environment. **Wear**, v. 258, n. 7, p. 1055-1063, 2005.
- FARAHANI, R. Z.; REZAPOUR, S.; KARDAR, L. **Logistics operations and management: concepts and models**. London: Elsevier. 2011.
- FERREIRA, B. V. et al. Wearable computing for railway environments: proposal and evaluation of a safety solution. **IET Intelligent Transport Systems**, v. 11, n. 6, p. 319-325, 2017.
- FRANCISCO, E. D. R. RAE-eletrônica: exploration of archive in the light of bibliometrics, geoanalysis and social network. **Revista de Administração de Empresas**, v. 51, n. 3, p. 280-306, mai./jun, 2011.
- GARGVK, D. R. V. Dynamics of Railway Vehicle Systems. **Or land, USA: Academic Press**, 1984.
- GUO, D.; HE, G.; LIAN, Z. Environmental Risk Perception and Public Trust—from Planning to Operation for China's High-Speed Railway. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 11, n. 9, p. 696-706, 2017.
- HABER, H. L. et al. Environmentally Friendly Process for Recovery of Wood Preservative from Used Copper Naphthenate-Treated Railroad Ties. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 5, n. 11, p. 10806-10814, 2017.
- HASSAN, S. U.; HADDAWY, P.; ZHU, J. A bibliometric study of the world's research activity in sustainable development and its sub-areas using scientific literature. **Scientometrics**, v. 99, n. 2, p. 549-579, fev. 2014.
- HE, G. et al. Environmental risks of high-speed railway in China: public participation, perception and trust. **Environmental Development**, v. 14, p. 37-52, 2015.
- HE, R.; ZHONG, Z.; Ai, B.; DING, J. (a) Propagation measurements and analysis for high-speed railway cutting scenario. **Electronics Letters**, 47(21), p. 1167-1168, 2011.

HE, R. et al. (b) An empirical path loss model and fading analysis for high-speed railway viaduct scenarios. **IEEE antennas and wireless propagation letters**, v. 10, p. 808-812, 2011.

HIJJAR, M. F. Logística, soja e comércio internacional [2004]. **Centro de Estudo em Logística** (COPPEAD/UFRJ). Disponível em: <<http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-public.htm>> Acesso em: 18 out. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Transporte ferroviário de cargas no Brasil: gargalos e perspectivas para o desenvolvimento econômico e regional**. Rio de Janeiro: IPEA, 2010. Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro, 50.

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B. **Operations and supply management: the core**. Boston: McGraw Hill, 2006.

KIM, P. et al. Two-Step Thermochemical Process for Adding Value to Used Railroad Wood Ties and Reducing Environmental Impacts. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 5, n. 10, p. 9485-9493, 2017.

KRÄMER, L. EU Policy and Law Regarding Railways and the Environment. **Journal for European Environmental & Planning Law**, v. 13, n. 1, p. 30-45, 2016.

LIU, G. Visualization of patents and papers in terahertz technology: a comparative study. **Scientometrics**, v. 94, n. 3, p. 1037-1056, mar. 2013.

LIU, L. et al. Position-based modeling for wireless channel on high-speed railway under a viaduct at 2.35 GHz. **IEEE Journal on Selected Areas in Communications**, v. 30, n. 4, p. 834-845, 2012.

LIU, W. et al. Profile of developments in biomass-based bioenergy research: a 20-year perspective. **Scientometrics**, v. 99, n. 2, p. 507-521, fev. 2014.

LIU, Z.; QIN, C. X.; ZHANG, Y. J. The energy-environment efficiency of road and railway sectors in China: Evidence from the provincial level. **Ecological indicators**, v. 69, p. 559-570, 2016.

MORAIS, A. C.; ARAGÃO, J. J. G. Gasto público em infraestrutura de transporte é produtivo? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, 16., 2007, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTP, 2007.

MORALES, P. R. D. **Documento setorial: ferrovias**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. (Perspectivas do Investimento em Transportes, Sistema Produtivo, 02). Disponível em: <<http://www.projetopib.org/?p=documentos>>. Acesso em: 18 out. 2017.

NUNES, I. Ferrovia brasileira: concessão pública para uso privado. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 109-119, mar./abr. 2006.

PINTO JÚNIOR, H. Q. **Perspectivas do investimento em infraestrutura**. Rio de Janeiro: Synergia/IE-UFRJ/Ie-Unicamp, 2010.

PINTO, C. F.; SERRA, F. R.; FERREIRA, M. P. A bibliometric study on culture research in International Business. **BAR-Brazilian Administration Review**, v. 11, n. 3, p. 340-363, jul./set. 2014.

QUEVEDO-SILVA, F.; SANTOS, E. B. A.; BRANDÃO, M. M.; VILS, L. Estudo Bibliométrico: Orientações sobre sua Aplicação. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 15, n. 2, p. 246-262, abr./jun. 2016.

SACCHI, C.; REGAZZONI, C. S. A distributed surveillance system for detection of abandoned objects in unmanned railway environments. **IEEE transactions on vehicular technology**, v. 49, n. 5, p. 2013-2026, 2000.

SALOMÃO, A. Mais um ano no atoleiro. **Revista Exame**, Viçosa, MG, v. 865, n. 7, p. 48-50, mar. 2006.

SANTANA, J. R.; GARCIA, F.; SOUZA, R. Efeitos da infraestrutura sobre o crescimento e sobre a produtividade. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 10., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANPEC, 2005.

SMITH, K. G.; GRIMM, C. M. Environmental variation, strategic change and firm performance: A study of railroad deregulation. **Strategic Management Journal**, v. 8, n. 4, p. 363-376, 1987.

SONG, M. et al. Railway transportation and environmental efficiency in China. *Transportation Research Part D: **Transport and Environment***, v. 48, p. 488-498, 2016.

TASKIN, Z.; AL, U. Standardization problem of author affiliations in citation indexes. **Scientometrics**, v. 98, n. 1, p. 347-368, jan. 2014.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 152-162. maio/ago. 2002.

WATERS, D. **Logistics: an introduction to supply chain management**. Palgrave: Macmillan, 2003.

ZHANG, K. et al. Wind energy environments and aeolian sand characteristics along the Qinghai–Tibet Railway, China. **Sedimentary geology**, v. 273, p. 91-96, 2012.