

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Graduação em Engenharia de Produção  
Trabalho de Conclusão de Curso



CAIO CAMPOS MIRANDA

**MULTIMODALIDADE NO TRANSPORTE DE CARGAS: UMA  
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Belém/PA  
2017

CAIO CAMPOS MIRANDA

**MULTIMODALIDADE NO TRANSPORTE DE CARGAS: UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, ao Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, da Universidade do Estado do Pará.

Orientador: Prof. Dr. André Cristiano Silva Melo.

Belém/PA  
2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

---

Miranda, Caio Campos.

Multimodalidade no transporte de cargas: uma revisão sistemática / Caio Campos Miranda; orientador, André Cristiano Silva Melo. -- 2017.

51 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2017.

1. Transporte de mercadorias. 2. Multimodalidade. 3. Intermodalidade. 4. Revisão Sistemática. I. Universidade do Estado do Pará. II. Melo, André Cristiano Silva Melo, orient. III. Título.

CDD (23 ed.) : 658.5

---



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

“MULTIMODALIDADE NO TRANSPORTE DE CARGAS: Uma revisão sistemática”. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito necessário para obtenção do título de Engenheiro de Produção pelo aluno **Caio Campos Miranda**, em 11 de dezembro de 2017, no Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará - CCNT/UEPA, e aprovado pela Banca Examinadora, formada pelos seguintes membros:

**Dr. André Cristiano Silva Melo – UEPA**  
Orientador

**Dr. Léony Luis Lopes Negrão - UEPA**  
Avaliador 1

**M.Sc. Vitor William Batista Martins – UEPA**  
Avaliador 2

Belém/PA, 11 de dezembro de 2017.

## RESUMO

O transporte de cargas é um componente chave da cadeia de suprimentos para garantir a movimentação eficiente e a disponibilidade das matérias-primas e produtos. A introdução da intermodalidade no transporte de cargas ocorreu com o objetivo de otimizar essa atividade, reduzindo tempos de operação e tempo de transporte. Com o passar do tempo, ocorreram grandes mudanças no ambiente econômico e tecnológico que resultaram em novas terminologias, como transporte multimodal, co-modal e sincromodal, oriundas da necessidade de outros enfoques da intermodalidade. Deste modo, este estudo teve como objetivo identificar um panorama dos artigos relacionados à multimodalidade no contexto do transporte de cargas, considerando o período de 2013 a 2017. Para alcançar esse objetivo foi empregada a Revisão Sistemática como método de pesquisa, em consequência de sua rigorosa metodologia na avaliação da literatura, que resultou em um produto final de maior qualidade. Ao fim da pesquisa, obteve-se informações a respeito dos países de origem e aplicação das pesquisas, dos formatos de pesquisa mais utilizados, métodos quantitativos empregados, quais cargas e quantos artigos as trabalharam, as combinações de modais estudadas e as terminologias mais comuns na literatura. Estas informações foram discutidas de modo a caracterizar o panorama das pesquisas sobre essa temática.

**Palavras-chave:** Multimodalidade. Intermodalidade. Transporte de Cargas. Revisão Sistemática.

## **ABSTRACT**

Cargo transportation is a key component of the supply chain to ensure efficient movement and availability of raw materials and products. The introduction of intermodality in the transport of loads occurred with the aim of optimizing this activity, reducing the time of operation and transportation time. Over time, great changes occurred in the economic and technological environment that resulted in new terminologies, such as multimodal, co-modal and synchronomodal transport, arising from the need for other approaches to intermodality. The aim of this study was to identify an overview of the articles related to multimodality in the context of cargo transportation, considering the period from 2013 to 2017. To achieve this goal was used the Systematic Review as a research method, as a consequence of its rigorous methodology in the evaluation of the literature, which resulted in a higher quality end product. At the end of the research, we obtained information about the countries of origin and application of the research, the most used research formats, the quantitative methods used, the loads and how many articles worked them, the modal combinations studied and the most common terminology in the literature. These informations were discussed in order to characterize the research landscape on this subject.

**Keywords:** Multimodality. Intermodality. Cargo Transport. Systematic Review.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 -	Comparação rodoviário x ferroviário entre custos (R\$/ton) para 1000 Km....	11
Quadro 2 -	Etapas de uma revisão sistemática.....	17
Figura 1 -	Etapas de pesquisa com base na revisão sistemática.....	20
Quadro 3 -	Parâmetros do protocolo de revisão para multimodalidade no transporte de cargas.....	21
Quadro 4 -	Bases de periódicos consideradas na pesquisa.....	23
Quadro 5 -	Perguntas de pesquisa.....	23
Quadro 6 -	Associação das perguntas de pesquisa às siglas.....	26
Quadro 7 -	Associação do modelos matemáticos identificados com suas siglas.....	27
Tabela 1 -	Artigos classificados.....	29
Gráfico 1 -	Porcentagem de artigos oriundos de cada país.....	34
Gráfico 2 -	Porcentagem de artigos aplicados no país de origem.....	35
Gráfico 3 -	Porcentagem de artigos aplicados em cada país.....	35
Gráfico 4 -	Porcentagem de artigos teóricos e aplicados.....	36
Gráfico 5 -	Porcentagem de artigos qualitativos e quantitativos.....	36
Gráfico 6 -	Porcentagem das motivações para realização dos artigos.....	38
Gráfico 7 -	Porcentagem dos tipos de cargas dos artigos.....	39
Gráfico 8 -	Porcentagem dos modais abordados nos artigos.....	40
Gráfico 9 -	Porcentagem dos termos presentes nos artigos.....	41

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	8
<b>2</b>	<b>Referencial teórico</b> .....	11
2.1	Multimodalidade/Intermodalidade .....	11
2.2	Transporte de cargas .....	14
2.3	Revisão sistemática .....	16
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	19
<b>3.1</b>	<b>Organização e avaliação de resultados</b> .....	25
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	28
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	42
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44
	<b>APÊNDICE A – REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS SELECIONADOS</b> .....	48

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em muitos casos, é possível que haja flexibilidade modal, que segundo Novaes (2015), pode ser utilizada sempre que houver um elenco de alternativas disponíveis. A integração física de modalidades de transporte é denominada Transporte Intermodal, no entanto, quando a integração de modalidade é também operacional, abrangendo a integração e responsabilidades de um operador único em toda a cadeia, designado como Operador de Transporte Multimodal (OM), passa a ser caracterizada como Transporte Multimodal (LIMA, 2016).

Todos os modais de transporte utilizam-se de terminais para o deslocamento das cargas. Os terminais são inevitavelmente a origem ou destino do tráfego, e, em alguns casos, o ponto onde a carga necessita de serviços como consolidação/desconsolidação para sua distribuição. Desta forma, estes terminais podem ser considerados uma união de facilidades (instalações), onde se origina ou conclui o processo de transporte (PICININ; KOVALESKI; PEDROSO, 2011).

A Revisão Sistemática (RS) se baseia na utilização de uma metodologia rigorosa com o objetivo de identificar, selecionar, analisar, avaliar a qualidade do material e aplicabilidade no contexto, coletar materiais, assim como analisar e descrever as reais contribuições para o desenvolvimento da pesquisa (GUANILO; TAKAHASHI; BERTOLOZZI, 2011 apud GOHR et al, 2013). Dessa forma, tem-se como propósito aplicar a RS no estudo em questão, visando assim, a consistência nos resultados.

Neste contexto, para nortear este estudo, se estabelece a seguinte questão de pesquisa: “Qual o panorama dos artigos relacionados a multimodalidade no transporte de cargas, publicados entre 2013 e 2017?”

Dessa forma torna-se possível determinar o objetivo dessa pesquisa, a saber: explorar como a temática da multimodalidade no transporte de cargas tem sido abordada em artigos publicados no período de 2013 a 2017.

Além da definição do objetivo geral também se faz necessário definir objetivos específicos para melhor apresentar como a conclusão de cada uma das perguntas de pesquisa conduzem ao alcance do objetivo geral. Abaixo seguem os objetivos específicos.

- a) Determinar quais são os países que mais produzem publicações sobre o transporte multimodal de cargas e quais os países onde os estudos são mais aplicados;

- b) Apontar quais categorias de artigo são mais comuns, como teórico ou aplicado e quantitativo e qualitativo. No caso de quantitativo, observar qual o modelo matemático mais empregado;
- c) Especificar quais as razões da aplicação da multimodalidade no transporte de carga;
- d) Indicar quais as combinações de modais são as mais abordadas pela literatura;
- e) Delimitar, dentre os diversos termos presentes na literatura, quais são os mais utilizados nas publicações.

As modalidades de transporte são variadas, incluindo: aquaviário, aeroviário, rodoviário, ferroviário e dutoviário (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2007). Cada uma dessas modalidades apresenta características particulares que devem ser consideradas no momento da escolha. Segundo Fleury (2002), essas características incluem variáveis como custos, velocidade, frequência, disponibilidade, capacidade e confiabilidade.

Segundo a Organização Mundial do Comércio (OMC), a economia mundial crescerá por volta de 1,8% a 3,6%, em 2017, e entre 2,1% e 4%, em 2018. O aumento do transporte de cargas é considerado um aspecto relevante deste crescimento, tendo em vista o incremento do uso do transporte por meio de *Containers*, nas atividades de comércio exterior de países em desenvolvimento (AZEVEDO, 2017).

Segundo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), em 2016, o Brasil teve um superávit de 47 bilhões de dólares, onde os principais produtos exportados foram soja, minério de ferro, óleos brutos, açúcar bruto e carne de frango (MDIC, 2016). A partir disso, conclui-se que o Brasil está inserido no grupo de países em desenvolvimento que tem ajudado na recuperação da economia mundial (AZEVEDO, 2017).

O Estado do Pará é um exportador natural de *commodities*, pela grande quantidade de recursos naturais presentes em seu território, tais como matérias-primas minerais e produtos agrícolas. Os principais países destinos dos bens produzidos no Pará são China, Japão, Alemanha, Países Baixos e Canadá (MDIC, 2016). Segundo a OMC, os países supracitados se encontram entre os dez maiores importadores do mundo no ano de 2016 (AZEVEDO, 2017). Dessa forma, percebe-se que o Pará está diretamente relacionado com os principais atores do cenário global.

Dentre os diversos desafios da logística empresarial, um dos principais é gerir de forma adequada à relação nível de serviço e custos (POZO, 2010 apud QUEIROZ JÚNIOR, 2016). O custo de transporte correspondeu a maior parte dos custos logísticos, configurando 6,9% de um total de 12,3% da receita das empresas, em 2015 (INSTITUTO DE SUPPLY

CHAIN E LOGÍSTICA, 2016). Ainda em 2015, a Fundação Dom Cabral realizou um estudo com 142 empresas cujo faturamento correspondia aproximadamente 15% do PIB brasileiro, onde os custos logísticos representavam 11,73% da receita dessas empresas, no qual 50% dos custos logísticos se originam do transporte de longa distância (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2015).

Segundo o MDIC, o Pará exportou 10,2 bilhões de dólares em 2015, sendo classificado como sétimo maior estado exportador do Brasil e o primeiro da região norte. Os produtos exportados pelo Pará são, em sua maioria, *commodities* minerais e agrícolas, sendo que, em 2016, os principais produtos exportados foram alumina, soja, bauxita, carne, caulim, pimenta e minério de ferro, este último o principal produto, representando 45,55% do valor total de 10,5 bilhões dólares (MDIC, 2016).

O Estado do Pará, com sua extensão territorial de aproximadamente 1.250.000 km<sup>2</sup> (14,5% do território nacional), é o segundo maior estado do Brasil (BARBOSA *et al.*, 2004). Historicamente, o Brasil optou pelas rodovias como principal modal que reflete os 11.754 km de rodovias para suprir as demandas do estado. No entanto, 3.212 km não são pavimentados e apenas 10% das rodovias são consideradas boas ou ótimas (PARÁ, 2016).

Considerando-se a péssima condição e as características de produtividade do modal rodoviário e o perfil de produto exportado pelo estado, se faz necessário a adoção de outros modais. Segundo o Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPAC), o Brasil possui mais 22 mil quilômetros de vias economicamente navegáveis, sendo que 80% destas se concentram na região amazônica (MTPAC, 2017). Apesar disso, o Pará movimentou em 2016 apenas 58,3 milhões de toneladas de um total de 998 milhões de toneladas movimentadas pelo Brasil (ANTAQ, 2017).

Outro modal vantajoso para o transporte de grandes volumes com baixo valor agregado é o modal ferroviário, pois, apesar de apresentar altos custos de instalação, detém valores de frete menores em comparação ao modal rodoviário, no qual essa diferença pode chegar a 77,61% por tonelada em 1000 km, como apresentado no Quadro 1 (EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA, 2017).

Quadro 1 – Comparação rodoviário x ferroviário entre custos (R\$/ton) para 1000 Km

<b>Tipo de Carga</b>	<b>Rodovia</b>	<b>Ferrovia</b>	<b>Economia (%)</b>
Granel Sólido Não Agrícola	241,29	54,03	77,61
Carga Geral em Contêiner	222,03	54,41	75,49
Granel Líquido	259,76	65,41	74,82
Carga Geral	239,74	67,54	71,83
Granel Sólido Agrícola	175,13	85,43	51,22

Fonte: EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA, 2017.

A globalização econômica requer das firmas um tempo menor de produção e entrega, o que obriga ao setor produtivo a administrar suas redes de suprimento e integrar seus sistemas logísticos de maneira mais eficiente. Dessa forma, empresas ágeis com redes de suprimento internacionais dependem de serviços de transporte intermodais para suprir as demandas dos clientes por uma rápida produção e entrega de produtos (RONDINELLI; BERRY, 2000).

A RS tem a finalidade de realizar uma seleção, com base em citações, identificando o processo de geração de conhecimento e desenvolvimento, identificando a contribuição de cada pesquisa relativa ao seu respectivo tema (COLICCHIA; STROZZI, 2012 apud GOHR et al, 2013). A sua aplicação sobre o tema de estudo desenvolvido pode caracterizar o seu Estado da Arte, considerando o período estabelecido no protocolo de revisão, criando uma base teórica sólida tanto para futuras pesquisas acadêmicas quanto para estudos de infraestrutura logística em nível global na esfera privada e governamental.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Primeiramente, é discutido os vários significados de multimodalidade e intermodalidade sob a perspectiva da quantidade de modais, da carga, do aspecto legal para optar por uma definição atual e consistente de um autor. As definições mais recentes são apresentadas e discutidas empregando um conjunto de autores para se chegar a uma conclusão sobre os novos termos na literatura. Em seguida, é abordado o transporte de cargas quanto a sua importância, seu contexto, sua estrutura, seus desafios e suas tendências. Finalmente, é explorado a literatura que foi utilizada como base para a metodologia aplicada neste estudo.

### 2.1 Multimodalidade/Intermodalidade

Em Slack (1990), já se discutiu o desenvolvimento do transporte intermodal ao longo da segunda metade do século XX e suas consequências na divisão modal, na estrutura de transporte industrial e nos padrões espaciais do fluxo de carga. Embora o tema seja relativamente antigo na literatura, a sua relevância permanece pela sua inserção em novos contextos como fez Rondinelli e Berry (2000), onde a globalização, a manufatura ágil, a entrega *speed-to-market* e a administração da cadeia de suprimentos estavam criando uma maior demanda por serviços de transporte intermodais (RONDINELLI; BERRY, 2000).

Nesse momento da pesquisa se faz necessário abordar como a multimodalidade e a intermodalidade são conceituados na literatura. Primeiramente, Crainic e Kim (2007) definiram o transporte intermodal como o transporte de uma pessoa ou carga de sua origem até seu destino por, pelo menos, dois modais diferentes, onde a transferência de um modal para o outro é realizada em um terminal intermodal. Esta é uma definição bem ampla, pois torna o caso de uma pessoa em viagem para outro estado, onde será utilizado carro, avião e carro para o deslocamento, um exemplo adequado de transporte intermodal, o que não cabe na proposta de estudo desta pesquisa. Dessa forma, o transporte de pessoas não foi abordado nesse trabalho.

Ainda segundo Crainic e Kim (2007), o transporte intermodal de cargas se refere a rede multimodal de serviço de transportes de *Containers*. Essa rede normalmente liga o expedidor e o cliente final do *Container*, serviço caracterizado como *door-to-door*, e ocorre para longas distâncias. O exemplo clássico de uma rede intermodal internacional é de *Containers* transportados pelo expedidor de caminhão ou trem até um porto. Um navio fará o deslocamento de um porto a outro de onde é levado novamente por um ou uma combinação de transportes “terrestres”, este compreende, de acordo com Crainic e Kim (2007), caminhões, trens e navegação, tanto de cabotagem como fluvial, pois transcorre em terra ou próxima a ela.

Hu (2010) conceitua o transporte multimodal como o transporte de bens sob um único contrato com, no mínimo, dois modais diferentes, isto é a transportadora detém a responsabilidade pela carga durante todo o trajeto, contudo, não precisa ter todos os meios de transporte necessários para levar o produto do expedidor até o cliente final e, na prática, normalmente não opera. Essa transportadora responsável pela carga é referida como Operador de Transporte Multimodal. Portanto, existem duas características proeminentes da rede de transporte multimodal, primeiro, a variação do seu significado de um lugar para o outro e, segundo, para se realizar a transferência de um modal a outro é necessária uma maior estrutura para o carregamento e descarregamento de *Containers* entre modais diferentes (HU, 2011).

A definição de transporte multimodal com estreito relacionamento com o aspecto legal da documentação da carga é a mais empregada por autores nacionais, como foi o caso dos trabalhos de Lima (2016), Novaes (2015), Picinin; Kovaleski; Pedroso (2011) Konan et al, (2014), Ribeiro e Boente (2014), Silva (2016). A definição brasileira para transporte multimodal de cargas, como mostra a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), se baseia na Lei 9.611/98 (BRASIL, 1998). Segundo a ANTT (2017), a definição brasileira está de acordo com parâmetros internacionais, uma vez que está em consonância com o estabelecido no acordo firmado entre os países da América Latina em 1994.

Além de transporte multimodal e intermodal existe outras terminologias mais recentes sobre o tema, estas são transporte Co-modal e Sincromodal. Diante desse cenário, nesta pesquisa, optou-se por considerar as terminologias debatidas acima segundo SteadieSeifi et al, (2014), que mostram como esses conceitos estão sendo abordados atualmente na literatura, enquanto os termos mais recentes serão definidos com base em um conjunto de autores, conforme apresentado a seguir.

O Transporte Multimodal é definido como o transporte de bens por uma sequência de, pelo menos, dois modais de transporte diferentes. A unidade de transporte pode ser uma caixa, um *Container*, uma caixa móvel, um veículo de rodovia/trilho ou uma embarcação (STEADIESEIFI et al, 2014).

O Transporte Intermodal é definido como uma espécie específica de transporte multimodal, onde a carga é transportada de sua origem ao destino final na mesma unidade de transporte, por exemplo em *Container*, sem manusear os bens em si quando for feita a troca de modais (STEADIESEIFI et al, 2014).

O Transporte Co-modal foca na eficiência econômica, ambiental, de serviço e financeira, por meio da exploração das vantagens de cada modal de transporte como suas

combinações. As duas características particulares dessa definição são a sua utilização por um grupo ou consórcio de expedidores em uma rede e o fato dos diferentes modais de transporte serem administrados com objetivo a otimizar o uso dos recursos (STEADIESEIFI et al, 2014; WANG; MESGHOUNI; HAMMADI, 2014; JERIBI et al, 2011).

Finalmente o Transporte Sincromodal é visto como o próximo passo após transporte intermodal e co-modal, porém tem como aspecto adicional a sincronia em tempo real entre vários modais de transporte disponíveis de forma flexível, que é obtido a partir da troca de informações de transporte em tempo real. Neste caso, o cliente especifica o custo, a qualidade e a sustentabilidade do produto, dando liberdade para o operador logístico decidir como melhor transportar dentro das circunstâncias operacionais e das especificações do cliente (STEADIESEIFI et al, 2014; ZHANG; PEL, 2016; AGBO et al, 2017).

O aspecto comum de todas as definições acima é a utilização de mais de um modal de transporte. No entanto, cada definição enfatiza um aspecto diferente do processo de transporte, como o sincromodal que foca flexibilidade em tempo real, enquanto o intermodal na mesma unidade de carga e o co-modal na melhor utilização dos recursos. É importante salientar que a definição de transporte multimodal não exclui as outras, visto que ela é a mais ampla de todas (STEADIESEIFI et al, 2014). Por meio dessa revisão foi percebido que os termos multimodal e intermodal são usados de forma intercambiável. Mediante essa constatação e as definições acima apresentadas, optou-se por utilizar apenas o termo multimodal ou multimodalidade para todas vezes, em que no decorrer da pesquisa a definição for empregada no seu sentido mais amplo e não focar em alguma ênfase das outras definições acima, com o objetivo de evitar a repetição desnecessária do termo intermodal.

## 2.2 Transporte de cargas

O transporte de cargas é um componente chave da cadeia de suprimentos para garantir a movimentação eficiente e a disponibilidade das matérias-primas e produtos acabados (CRAINIC, 2003). A demanda pelo transporte de cargas resulta de produtores e consumidores que estão geograficamente distantes uns dos outros. Após a globalização do comércio, o modal de transporte rodoviário deixou de ser uma solução sempre viável, necessitando outros meios de transporte e suas combinações (STEADIESEIFI et al, 2014).

O mercado do transporte de cargas testemunhou várias tendências. Em várias partes do mundo, novos mercados estão ascendendo e a base de clientes está crescendo. Além disso, várias regulações comerciais vêm estimulando e facilitando o comércio internacional. Após a crise econômica de 2008, muitas indústrias examinaram seus processos com o objetivo de diminuir seus custos e aumentar a performance. Consequentemente, expedidores,

transportadoras e Provedores de Serviço Logístico (LSP) tiveram de trabalhar a um custo menor, enquanto mantinham a alta qualidade. Companhias viram na cooperação e integração uma solução para a utilização mais eficiente de recursos. Além de fatores econômicos, preocupações ambientais também são tidas como prioridade. Novas regulações e impostos surgiram para estimular empresas a mudar para meios mais sustentáveis de atendimentos às demandas. Claramente, nesse contexto, eficiência e efetividade do transporte são necessários, assim como o expressivo custo de transporte que é compartilhado na cadeia de suprimentos (STEADIESEIFI et al, 2014).

A rede de transporte é basicamente particionada em três segmentos: *pre-haul* (ou primeira milha do processo de coleta), *long-haul* (o trânsito *door-to-door* de *Containers*) e *end-haul* (ou última milha do processo de entrega). Na maior parte dos casos, o *pre-haul* e o *end-haul* são realizados pelo modal rodoviário, enquanto o *long-haul* envolve os modais rodoviário, ferroviário, aeroviário e aquaviário. A etapa *long-haul* do transporte geralmente implica na combinação de diferentes modais, porém tem sido observado cada vez mais sistemas multimodais também nas etapas de transporte *pre-haul* e *end-haul* (STEADIESEIFI et al, 2014; KAPETANIS; PSARAFTIS; SPYROU, 2016).

Na maioria dos países europeus, o transporte unimodal é o modo dominante para transporte de cargas nos segmentos de *pre-haul* e *end-haul*, sendo que a média de toneladas por quilômetro transportadas via rodovias pelos países do EU-28 foi de aproximadamente 75%, em 2013. Apesar das vantagens do modal rodoviário em termos de flexibilidade, disponibilidade e velocidade, a imensa demanda por transporte rodoviário de carga causa impactos sociais e ambientais. O impacto social surge em congestionamentos provocados pela relativa baixa capacidade da infraestrutura rodoviária, o que resulta em grandes atrasos, enquanto o impacto ambiental decorre da diferença de emissões de gases entre caminhões que emitem 155 g CO<sub>2</sub>/ tonelada-km e navios porta *Container* que emitem 5,6 g CO<sub>2</sub>/ tonelada-km para a mesma quantidade de carga transportada (BEHDANI et al, 2016). Fan (2013) aponta as barreiras que impedem o aumento do transporte multimodal, sendo estes problemas operacionais, como a limitação de horário dos terminais, o que reduz a continuidade e velocidade do transporte; problemas organizacionais como a coordenação entre os parceiros; e problemas econômicos, como o alto custo de investimento na construção de infraestrutura e alto custo de transbordo. Fan (2013) ainda faz uma comparação entre transporte multimodal e monomodal. Sendo que, no primeiro, o desempenho é melhor em preço, segurança, capacidade e transporte em longas distâncias, enquanto o transporte monomodal apresenta vantagens em *lead time*, flexibilidade, acessibilidade a contratantes e número de serviços.

O transporte de *Containers* desempenha um papel cada vez mais importante no comércio e no transporte internacional. De acordo com a OMC são utilizados mais de 2 bilhões de *Containers* no transporte de cargas (HU, 2011). Os motivos chave para o maior uso de *Containers* são o aumento da segurança da carga, a redução dos custos de manuseio, a padronização e a acessibilidade a múltiplos modais de transporte (CRAINIC; KIM, 2007).

A performance do transporte baseado em *Containers* tem tido notáveis consequências no comércio internacional. Portos e terminais de *Containers* têm sido construídos ou intensamente modificados para acomodar navios porta *Containers* e realizar, de forma eficiente, as operações de carga, descarga e outras transferências. Os terminais de *Containers* têm seus equipamentos e procedimentos operacionais constantemente melhorados para aumentar a produtividade e competir, em termos de custos e tempo, com outros portos, para atrair as linhas marítimas de transporte (CRAINIC; KIM, 2007).

A atividade de consolidação de cargas e fundamentalmente todos os sistemas de transporte multimodal são organizados em redes *hub-and-spoke*. Em tais sistemas, é oferecido um serviço entre um certo número de pontos de origem e destino. Este número é expressivamente maior do que o número de serviços que ligam diretamente a origem ao destino. Conseqüentemente, e com o propósito de se ter ganhos de escala, as demandas com baixo volume são movidas a um ponto intermediário, um terminal de consolidação, tal como um aeroporto, um terminal portuário de *Containers*, um pátio de trens ou uma plataforma multimodal. Em um terminal, o tráfego é consolidado em poucos fluxos maiores que são direcionados para outros terminais com alta frequência e capacidade de serviços. Mais de um serviço, com a possibilidade de diferentes modais podem ser operados pelos terminais. Os serviços de menor frequência são frequentemente operados por veículos menores entre os terminais de origem/destino. Quando o nível de demanda é justificável, utiliza-se serviços de transporte de alta frequência e capacidade, de forma direta, entre origem e destino (CRAINIC; KIM, 2007).

O transporte multimodal, particularmente o baseado em *Containers*, está crescendo regularmente e continuará no futuro previsível. Isto é acompanhado pela evolução regulatória, econômica e tecnológica do ambiente industrial (CRAINIC; KIM, 2007).

### 2.3 Revisão Sistemática

A revisão da literatura é considerada um meio importante para a elaboração de um conhecimento base que irá auxiliar estudos futuros. Segundo Tranfield, Denyer e Smart (2003), uma revisão da literatura permite que o pesquisador avalie o desenvolvimento de

determinado ramo de pesquisa, como também apresenta uma gama de contextos e problemas presentes no campo de estudo explorado pela revisão.

A Revisão Sistemática (RS) tem como vantagem maior transparência e replicabilidade em relação a métodos de revisão narrativos. O seu processo contém exaustivas buscas em fontes publicadas e não publicadas, com o propósito de maximizar as informações e, por consequência, a qualidade da pesquisa. Tranfield, Denyer e Smart (2003), trouxeram a RS da área da saúde e a aplicaram no campo da administração, pois essa técnica tem como objetivo desenvolver uma revisão que auxilia na eliminação de vieses e na explicação de parâmetros e premissas dentro do processo de revisão (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003).

O processo de RS proposto por Tranfield, Denyer e Smart (2003), com base na pesquisa no campo da administração, segue o modelo apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Etapas de uma revisão sistemática

Etapas da Revisão Sistemática	
Fase 0	Identificação de uma necessidade para a revisão
Fase 1	Preparação de uma proposta para revisão
Fase 2	Desenvolvimento de um Protocolo de Revisão
Fase 3	Identificação da pesquisa
Fase 4	Seleção de estudos
Fase 5	Avaliação da qualidade
Fase 6	Extração de dados e monitoramento de progresso
Fase 7	Síntese dos dados
Fase 8	Resultados e recomendações
Fase 9	Introdução das evidências a prática

Fonte: Adaptado de Tranfield, Denyer e Smart (2003).

Como apresentado no Quadro 2, primeiramente, define-se o tema sobre o qual se deseja realizar a pesquisa e o período do material a ser utilizado na pesquisa. Após essa etapa, se faz necessário elaborar o Protocolo de Revisão, este é um plano que ajuda a proteger a objetividade do estudo, por meio de uma descrição explícita dos passos a serem tomados. O protocolo conterá palavras-chave e termos de pesquisa (expressões ou títulos) que devem ser escolhidos com base em uma revisão prévia do tema de pesquisa. Além disso, os termos de inclusão e exclusão de artigos também são desenvolvidos no Protocolo de Revisão (GOHR et al, 2013; TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003).

Cumpridos esses primeiros passos, inicia-se o levantamento e a seleção de artigos, livros, dissertações a respeito do tema da pesquisa. Os estudos relevantes serão escolhidos a partir da utilização dos parâmetros propostos no Protocolo de Revisão, onde os critérios de inclusão e exclusão atuarão como um filtro, facilitando assim a busca por informações

relevantes. Uma vez que se reuniu todos os artigos importantes para a pesquisa, realiza-se a extração dos dados relevantes ao tema do estudo. Estes dados compreendem informações sobre as fontes como título, autores, local de publicação (se houver), período, entre outros, assim como informações minuciosas sobre as características do estudo, como conteúdo do trabalho e método de pesquisa (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003).

Obtidas as informações, executa-se o trabalho de síntese das informações extraídas com objetivo de compor a revisão sobre o tema pesquisado. Segundo Tranfield, Denyer e Smart (2003), uma boa RS deve facilitar o entendimento para o leitor pelo processo de síntese de uma extensa base de artigos, por meio da descrição dos principais exemplos e abordagens e justificativas das conclusões feitas pelo autor. Na última etapa, os resultados da RS são divulgados.

Enquanto Tranfield, Denyer e Smart (2003) trouxeram a metodologia da RS da área da saúde para administração, Gohr et al (2013) apresentaram uma metodologia de RS própria para a área de Engenharia de Produção. Apesar de Tranfield, Denyer e Smart (2003) elaborarem com maior nível de detalhamento a metodologia de RS, Gohr et al (2013) conceberam uma metodologia similar com duas contribuições importantes, primeiro a proposição de bases de dados próprias para a área de Engenharia de Produção e, em segundo, a maior atenção ao desenvolvimento do Protocolo de Revisão em si, que é composto por dois filtros na seleção do artigo. Estes são a leitura do título, resumo ou *abstract* e palavras-chave, para determinar se está de acordo com os parâmetros adotados pelo Protocolo de Revisão, e a leitura do artigo na íntegra, na etapa de extração de informações, onde caso o artigo não apresente as informações pertinentes, ele é desconsiderado.

Bastos e Mendes (2015) desenvolveram sua RS, realizando uma síntese entre a estruturação das etapas de Tranfield, Denyer e Smart (2003) e o maior rigor no conteúdo final da RS proposto por Gohr et al (2013), com o objetivo de criar um acervo atual e relevante para a literatura de modelos de resolução do problema de reposição conjunta.

### **3. MÉTODO DE PESQUISA**

Este estudo se valeu da técnica de RS para alcançar o objetivo de explorar como a temática da multimodalidade no transporte de cargas tem sido abordada em artigos publicados no período de 2013 a 2017. Segundo Silva e Menezes (2005), o estudo em questão pode ser classificado de várias formas, dentre elas: de acordo a sua natureza, onde foi caracterizado como pesquisa Básica, uma vez que o seu objetivo foi gerar novos conhecimentos úteis para futuros estudos nesse campo de pesquisa, sem se preocupar em realizar uma aplicação prática.

Outra forma é o modo como o problema é abordado, sendo este estudo definido como Qualitativo. A abordagem qualitativa surge na interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados. Já Gil (2008) expõe outras classificações como pelo nível de pesquisa e delineamento. Quanto ao nível, esta pesquisa foi enquadrada como Exploratória porque teve como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores, referentes ao tema Multimodalidade. Já o delineamento identifica o procedimento adotado para a coleta de dados, no qual para este estudo foi enquadrado como pesquisa Bibliográfica, pois ela é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de artigos científicos, sendo esta pesquisa foi desenvolvida exclusivamente a partir de fontes bibliográficas.

Assim, este estudo realizou uma adaptação da RS utilizada por Bastos e Mendes (2015), posto que diferentes critérios foram levados em consideração, para melhor abordar o panorama atual da multimodalidade no transporte de cargas. Na Figura 1 apresenta-se o nome e ordem das etapas, as quais serão descritas em seguida.

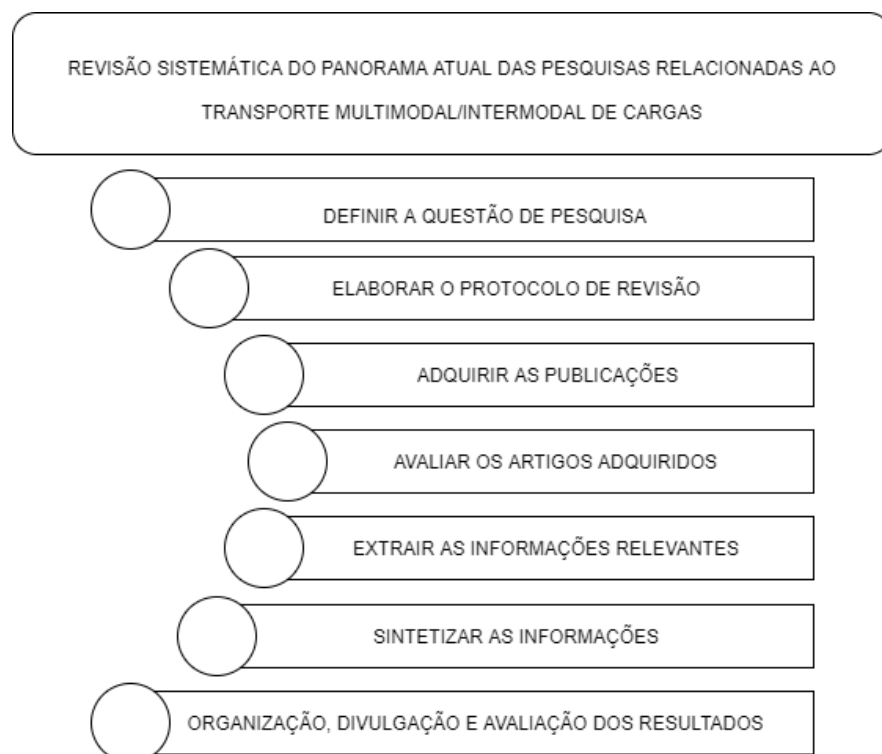


Figura 1 – Etapas de pesquisa com base na revisão sistemática. Fonte: Adaptado de Bastos e Mendes (2015).

#### a) Definição da questão de pesquisa

A primeira etapa teve como propósito elaborar o questionamento que direcionou a atividade da RS. Fundamentado na questão de pesquisa e em uma inicial revisão de literatura,

para entendimento da multimodalidade no transporte de cargas, a questão de pesquisa que direcionou a revisão sistemática foi:

“Qual o panorama dos artigos relacionados a multimodalidade no transporte de cargas, publicados entre 2013 e 2017?”.

#### **b) Elaboração do protocolo de revisão**

Posteriormente à definição da questão de pesquisa, foi elaborado o Protocolo de Revisão Sistemática, onde constam as principais diretrizes para a execução da pesquisa. Foram estipulados os critérios de inclusão e exclusão das publicações pesquisadas com base em conjuntos de palavras-chave, o período (anos), a definição de quais tipos de documentos a serem aceitos, e quais os parâmetros considerados para incluir ou não as publicações inicialmente identificadas. Com base na revisão inicial da literatura, a respeito das características do contexto do transporte multimodal de cargas, definiu-se apenas uma palavra-chave para esta busca com base nos termos “*Multimodal Transportation*” e “*Intermodal Transportation*”, que são as versões em inglês para Transporte Multimodal e Transporte Intermodal, a preferência pelas palavras na versão em inglês decorre da escolha de considerar apenas artigos em língua inglesa para esta RS. Além desses, os termos “*Co-modal Transportation*” e “*Synchromodal Transportation*” também foram considerados por compartilharem um aspecto fundamental em suas definições, o uso de mais de um modal de transporte, mesmo aparecendo com menos frequência, provavelmente por serem conceitos novos na literatura. Para assegurar o foco da busca em transporte de carga optou-se por adicionar o termo ao conjunto de palavras-chave. Com base na revisão de literatura inicial, escolheu-se a palavra *Freight* para representar carga por ser a mais utilizada na literatura pesquisada. Dessa forma, criou-se o termo *Transport AND Freight AND (Intermodal OR Multimodal OR “Co modal” OR Synchromodal)*, por meio do uso de operadores booleanos AND, para certificar que os três principais assuntos estivessem presentes nos artigos pesquisados, e OR, a fim de garantir que qualquer um dos termos relacionados à multimodalidade fosse considerado na pesquisa sem que fosse imperativa a presença de todos os termos. No Quadro 3, apresenta-se o Protocolo de Revisão considerado para essa pesquisa.

Quadro 3 – Parâmetros do protocolo de revisão para multimodalidade no transporte de cargas

<b>PROTOCOLO DE REVISÃO</b>			
Questão de Pesquisa: “Qual o panorama dos artigos relacionados a multimodalidade no transporte cargas, publicados entre 2013 e 2017, quanto à metodologia e às características dos contextos de aplicação?”			
<b>Palavras – Chave</b>	<b>Período</b>	<b>Crítérios de Inclusão</b>	<b>Banco de Dados</b>
<i>Transport AND Freight AND</i>	Janeiro 2013	Artigos que abordem a	<i>Science Direct</i>

(Intermodal OR Multimodal OR “Co modal” OR Synchromodal)	– Novembro 2017	multimodalidade no transporte de carga	Web of Science  ProQuest
		Publicações em periódicos internacionais	
		<b>Critérios de Exclusão</b>	
		Conteúdo relacionado ao transporte de passageiros	
		Conteúdo relacionado a um único modal de transporte	
Publicações que relacionem multimodalidade com temáticas da área da saúde ou linguagem			

Fonte: Adaptado de Bastos e Mendes (2015).

Os critérios de exclusão considerados no Quadro 2 foram concebidos na revisão inicial de literatura, como forma de descartar mais agilmente publicações cujos assuntos estejam fora do escopo do tema pesquisado. Como exemplo tem-se assuntos da área da saúde e da linguagem que aparecem nos resultados devido aos termos multimodal e intermodal serem também empregados nessas áreas. Os outros casos foram de artigos tratando do transporte de passageiros e artigos que trabalhavam apenas um modal de transporte. Os critérios de inclusão têm como utilidade mostrar quais são as características imprescindíveis nas publicações buscadas, estas foram a abordagem do tema pesquisado e que fosse oriunda apenas de periódicos internacionais, como forma de garantir uma maior qualidade dos artigos pesquisados.

### c) Aquisição das publicações

Nesta etapa foi realizada a busca dos artigos sobre ao tema pesquisado, considerando o conjunto de palavras-chave, o intervalo de tempo das publicações e os critérios de inclusão e exclusão definidos no Protocolo de Revisão.

A verificação dos critérios do protocolo na busca foi realizada a partir da leitura dos Títulos, Palavras-Chave e Resumos (*Abstracts*) das publicações encontradas. Quando visto que a publicação estava de acordo com o tema pesquisado e nenhum dos critérios de exclusão foi encontrado, o artigo foi incluído no acervo da RS.

As bases de dados escolhidas são todas eletrônicas uma vez que há uma maior agilidade e comodidade no acesso a uma grande quantidade de periódicos internacionais de alta significância. As bases de dados adotadas estão à disposição nas universidades da região, visto que, para a maior parte dos artigos das bases pesquisadas são necessárias suas

assinaturas a fim de baixar suas publicações. No Quadro 4 são apresentadas as bases de dados escolhidas junto a uma descrição resumida a seu respeito.

Quadro 4 – Bases de periódicos consideradas na pesquisa

Base de Dados	Descrição
<i>Science Direct</i>	Base multidisciplinar que cobre cerca de 2.500 revistas, mais de 900 publicações em série e cerca de 33.000 títulos de livros
ProQuest	Base de dados para pesquisa de temas relacionados aos negócios. Incluir textos completos de diferentes periódicos internacionais, dissertações, artigos de congressos, etc.
<i>Web of Science</i>	Base multidisciplinar. Recupera referências bibliográficas e citações de trabalhos publicados em mais de 10.000 periódicos de alto impacto em diversas áreas do conhecimento

Fonte: Adaptado de Gohr et al. (2013).

#### d) Avaliação das publicações adquiridas

Após a composição do conjunto de artigos, com base nos critérios definidos no Protocolo de Revisão, foi executada a análise das características dos contextos observados nestes artigos. Realizou-se a leitura integral dos textos destes artigos, etapa esta que se enquadra como um segundo filtro dos artigos encontrados, de forma a garantir que somente as publicações com informações necessárias entrassem para o acervo da RS considerado na pesquisa. Caso observados os padrões considerados nos critérios de exclusão, por meio da leitura do conteúdo do artigo, estes seriam desconsiderados no acervo final da RS.

#### e) Extração das informações relevantes

Durante essa etapa executou-se a extração das informações relevantes, estas foram as respostas questões chave, apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Questões chave

LISTA DE QUESTÕES CHAVE	
1	Qual o país de origem da pesquisa?
2	Qual o país contexto de aplicação?
3	Teórico ou Aplicado?
4	Qualitativo ou Quantitativo?
5	Entre os quantitativos, quais os modelos matemáticos considerados?
6	Qual a força diretriz da aplicação da multimodalidade?
7	Qual o tipo de carga?
8	Quais os modais mais considerados?
9	Quais os termos relacionados mais utilizados?

Fonte: Autor (2017).

Cada pergunta indaga sobre um item que caracteriza os artigos revisados do panorama dos estudos da multimodalidade no transporte de carga, como a primeira e a segunda questões que tiveram como intuito esclarecer, respectivamente, quais países têm apresentado maior

interesse pelo desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao tema e quais países (e contextos) tem sido mais considerados em pesquisas sobre multimodalidade.

A terceira, quarta e quinta questões de pesquisa buscaram caracterizar melhor as publicações produzidas quanto a abordagem e método. A terceira questão de pesquisa tratou da identificação da abordagem de pesquisa mais frequente, onde trabalhos Aplicados utilizam dados reais de empresas ou governo em seus estudos, enquanto trabalhos Teóricos se valem de conjecturas ou dados criados para o determinado contexto de pesquisa. A quarta pergunta de pesquisa procurou identificar os métodos mais frequentemente empregados nas pesquisas relacionadas ao tema, ou seja, se as pesquisas têm recorrido mais ao uso de modelos matemáticos para apoiar suas hipóteses ou se têm investigado fenômenos e atribuído (qualitativamente) significados a eles. A quinta questão buscou identificar quais os modelos matemáticos mais aplicados nos artigos da temática estudada.

A sexta, sétima, oitava e nona questões de pesquisa enfocaram a multimodalidade ou a carga, uma vez que a sexta questão procurou identificar qual tipo de motivação (econômica, social, ambiental, etc.) tem sido buscada para a aplicação da multimodalidade no contexto da pesquisa. A sétima questão procurou identificar quais os tipos de carga são mais pesquisados em artigos sobre transporte multimodal de cargas, enquanto a oitava questionou quais os modais que mais são trabalhados em conjunto. Por fim, a nona questão deteve-se em descobrir qual dos diversos termos acerca de multimodalidade, encontrados na literatura, são mais adotados nas publicações pesquisadas.

#### **f) Síntese das Informações**

Depois de coletadas e organizadas, as informações foram sintetizadas em gráficos e analisadas, buscando-se apresentar um panorama capaz de responder diversas perguntas sobre a literatura dessa temática, como Se os países que desenvolvem esse tema de pesquisa adotam como contexto de aplicação apenas o seu próprio território?; Qual a proporção de artigos que utilizam abordagens quantitativas em relação aos que abordam meios mais qualitativos?; Quais são os modelos matemáticos mais considerados nas pesquisas quantitativas sobre o tema?; Qual a principal motivação atual para a aplicação do transporte multimodal de cargas? A literatura dessa temática privilegia alguma carga específica ou os estudos não se detém ao tipo de carga? Qual combinação de modais é mais comum na literatura estudada? Apesar de vários termos para definir o transporte multimodal, o quão representativos eles são na literatura?

#### **g) Organização, Divulgação e Avaliação dos Resultados**

O processo de tratamento de dados se deu em duas fases, na primeira aconteceu a classificação das publicações de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, definidos no Protocolo de Revisão, para seleção de artigos que discorriam sobre o transporte multimodal de cargas, a partir da análise dos títulos e resumos dos artigos. Na segunda fase, houve a leitura, na íntegra, dos artigos que passaram da primeira fase, com o objetivo de extrair as informações que responderiam as perguntas de pesquisa determinadas.

Durante a primeira fase do tratamento de dados, recorreu-se à ferramenta *Microsoft Excel*, para manter o controle do número de artigos por base e ano e à Plataforma StArt, para facilitar e agilizar o processo de filtragem dos artigos. Na segunda fase, novamente o *Microsoft Excel* foi utilizado no controle do número de artigos, como também para as informações coletadas com a leitura dos artigos. Todos os artigos que passaram da segunda fase foram expostos na seção de análise de resultados e, por motivo de praticidade, utilizou-se os autores para identificar os trabalhos ao invés dos seus títulos e as perguntas foram reduzidas a siglas, para melhor organização e apresentação adequado dos resultados. No Quadro 6 é apresentada a associação das perguntas de pesquisa com as siglas consideradas na apresentação dos resultados.

As informações coletadas também foram resumidas por questão de espaço. Os países foram classificados pelo seu respectivo código de três letras de acordo com a ISO 3166-1 alfa 3. As perguntas 3 e 4 resumidas já apresentavam as duas opções de resposta existentes, enquanto para a questão 5 propôs-se o Quadro 7 para apresentar os modelos matemáticos identificados, associados às suas respectivas siglas, com exceção de novos modelos sem nome que foram desenvolvidos nos estudos pesquisados.

Quadro 6 – Associação das perguntas de pesquisa às siglas

	<b>PERGUNTAS DE PESQUISA</b>	<b>SIGLAS ASSOCIADAS</b>
1	Qual o país de origem da pesquisa?	P.O
2	Qual o país contexto de aplicação?	P.A
3	Teórico ou Aplicado?	T/A
4	Qualitativo ou Quantitativo?	Quali/Quanti
5	Entre os quantitativos, quais os modelos matemáticos considerados?	MM
6	Qual a força diretriz da aplicação da multimodalidade?	F.D
7	Qual o tipo de carga?	Carga
8	Quais os modais mais considerados?	Modais
9	Quais os termos relacionados mais utilizados?	Termo

Fonte: Autor (2017).

Na sexta pergunta se procura a principal motivação do artigo seja econômica, ambiental ou política, estes são resumidos pelas suas primeiras duas letras. No entanto esta pergunta está em aberto para outro termo que melhor descreva a força diretriz do artigo. A sétima pergunta é resumida naquela carga que mais tem peso no artigo, no caso que mais de uma carga seja especificada. Os modais são resumidos por rodo, substituindo rodoviário, aqua, substituindo o aquaviário e assim sucessivamente, como também estes são unidos por “-” para demonstrar quais modais são utilizados em conjunto no artigo. Por fim, na última pergunta é coletado o exato termo utilizado para descrever a multimodalidade no artigo.

Quadro 7 – Associação do modelos matemáticos identificados com suas siglas

<b>Nome do Modelo</b>	<b>Sigla</b>
Programação Não-Linear Inteira Mista ( <i>Mixed Integer Nonlinear Programming</i> )	MINLP
Transporte de Carga Intermodal Geoespacial ( <i>Geospatial Intermodal Freight Transportation</i> )	GIFT
Processo de Decisão de Markov ( <i>Markov Decision Process</i> )	MDP
Programação Dinâmica Aproximada ( <i>Approximate Dynamic Programming</i> )	ADP
Problema de Alocação de Instalação ( <i>Facility Location Problem</i> )	FLP
Sistemas de Eventos Discretos ( <i>Discrete Event Systems</i> )	DES
Problema da Rede de Serviços de Resíduos Sólidos Municipais ( <i>Municipal Solid Waste Service Network Problem</i> )	MSW SNDP
Método Fuzzy Delphi ( <i>Fuzzy Delphi Method</i> )	FDM
Modelo de Previsão ( <i>Prediction Model</i> )	PM
Programação Linear ( <i>Linear Programming</i> )	LP
Programação Diâmica ( <i>Dynamic Programming</i> )	DP
Rede de Transporte Multimodal ( <i>Multimodal Transport Network</i> )	MTN
Modelo Baseado em Agentes ( <i>Agent Based Model</i> )	ABM
Grafos Dinâmicos ( <i>Dynamic Graphs</i> )	DG
Metodologia de Dois Passos de Engel-Granger ( <i>Engel-Granger Two Step Methodology</i> )	EGM
Coefficiente de Pearson ( <i>Pearson Coefficient</i> )	PC
Rede de Transporte Intermodal de Carga ( <i>Intermodal Freight Transport Network</i> )	IFTN
Controle de Fluxo de Container Intermodal Através de Horizonte Regressivo ( <i>Receding Horizon Intermodal Container Flow Control</i> )	RIFC
Modelo de Transporte Multi-Modal de Segurança ( <i>Multi-Modal Security-Transportation Model</i> )	MISTRAL
Programação Inteira Mista ( <i>Mixed Integer Programming</i> )	MIP
Redes de Petri Temporizadas ( <i>Timed Petri Nets</i> )	TPNs

Rede de Transporte Multimodal do tipo Fractal ( <i>Fractal-Like Multimodal Transportation Network</i> )	FMTN
Multicritérios de Apoio a Decisão ( <i>Multiple-Criteria Decision Analysis</i> )	MCDA
Programação Mista Inteira de Multiestágios ( <i>Multistage Mixed Integer Programming</i> )	MMIP
Modelo de Análise de Localização para Transporte de Barcaça ( <i>Location Analysis Model for Barge Transport</i> )	LAMBTOP
Programação Linear Inteira Mista ( <i>Mixed Integer Linear Programming</i> )	MILP
Modelo de Bass ( <i>Bass Model</i> )	BM
Modelo de Escolha Discreto ( <i>Discrete Choice Models</i> )	DCM
Modelo de Transporte Internacional de Cargas ( <i>International Freight Transportation Model</i> )	IFTM
Modelo de Análise de Localização para Terminais Intermodais Belgas ( <i>Location Analysis Model for Belgian Intermodal Terminals</i> )	LAMBIT
Sistema de Informações Geográficas-Baseado ( <i>Geographic Information Systems-Based</i> )	GIS-based
Programação Não Linear Inteira ( <i>Integer Nonlinear Programming</i> )	INLP
Avaliação de Vulnerabilidade de Segurança ( <i>Security Vulnerability Assessment</i> )	SVA

Fonte: Autor (2017).

Finalmente, são divulgados os resultados por meio da redação final do texto, a partir da qual é exposta a síntese das informações e executada a análise conclusiva dos resultados apresentados na etapa anterior, na qual expõe-se o panorama dos estudos voltados ao transporte multimodal de carga durante o período determinado para a RS.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da pesquisa nas bases de dados supracitadas com as palavras-chave determinadas e aplicando os filtros do Protocolo de Revisão chegou-se inicialmente a um total de 2103 artigos sobre a temática considerada, para os últimos 5 anos. Após a primeira triagem, restaram 452 artigos. Deste número iniciou-se a leitura dos artigos com o propósito de extrair suas informações identificando aqueles estavam de acordo com todos os parâmetros requeridos, sendo estes classificados e organizados no Quadro 8 somando um total de 65 artigos.

Primeiramente algumas considerações quanto a situações não previstas na metodologia como a necessidade utilizar a sigla inglesa EU, relativa a União Europeia, na coluna sobre países de aplicação dos estudos para os casos onde mais de quatro países foram mencionados inviabilizando a citação de cada um deles por falta de espaço nos quadros abaixo. Outra sigla que foi conveniente incluir foi N.E ao invés de “-” nas figuras com a finalidade de melhor visualizar os casos não especificados que são recorrentes na maior parte das colunas da Quadro 8. Para a pergunta relativa a força-diretriz foi necessário o acréscimo do termo acadêmico para casos no qual o objetivo principal foi desenvolvimento de um novo modelo matemático ou uma temática ainda pouco explorada em detrimento de qualquer resultado de natureza econômica, ambiental ou política oriunda da pesquisa.

A análise dos resultados ocorreu sob a perspectiva geral, onde recorreu-se a todas as informações dos cinco anos de pesquisas para caracterizar as pesquisas durante esse período. O significado dos resultados das perguntas de pesquisa é discutido separadamente, porém em alguns casos optou-se por analisar a combinação das informações de mais de uma pergunta com o objetivo de garantir uma melhor compreensão dos resultados encontrados.

Na Figura 2 apresenta-se a porcentagem de publicação de cada um dos 27 países, onde os Países Baixos contribuíram com 15% dos artigos. O Segundo país que mais contribuiu foi a Bélgica com publicou 12% dos estudos considerados. Em seguida a Itália com um total de 8%. A Austrália e a França dividem o quarto lugar contendo 8% dos estudos. Três países dividem a quinta posição com 5% cada, estes são Portugal, Reino Unido e China. Seis países compartilham o sexto lugar, Estados Unidos da América, Suécia, Japão, Alemanha, Canada e Áustria contribuíram com 3%. Por fim os outros países contribuíram com 2%. Estes resultados demonstram que a multimodalidade no transporte de carga é estudada em vários países ao redor do mundo.

Quadro 8 – Artigos classificados

<b>Artigo</b>	<b>P.O</b>	<b>P.A</b>	<b>T/A</b>	<b>Quali/Quanti</b>	<b>MM</b>	<b>F.D</b>	<b>Carga</b>	<b>Modais</b>	<b>Termo</b>
Behrends (2017)	SWE	SWE	T	Quali	-	AM	-	Ferro-Rodo	Intermodal
Cedilho-Campos, Lizagarra-Lizagarra, Martner- Peyrelongue (2017)	MEX	MEX	T	Quanti	MiF3	EC	-	-	Intermodal
Mohammadi, Jula, Tavakkoli- Moghaddam (2017)	FRA	IRN	T	Quanti	MINLP	AC	Material perigoso	-	Multi-modal
Liu, Bai, Chen (2017)	CHN	USA	A	Quanti	GIFT	EC	Soja	Aqua-Ferro	Intermodal
Rivera, Mes (2017)	NLD	NLD	A	Quanti	MDP, ADP	EC	-	-	Intermodal
Sugawara (2017)	JPN	USA	A	Quali	-	EC	Container	Aqua-Ferro- Rodo	Intermodal
Jacobsson, Arnäs, Stefansson (2017)	SWE	SWE	A	Quali	-	AC	Container	Aqua-Ferro- Rodo	Intermodal
Meers et al (2017)	BEL	BEL	A	Quali	-	AC	Container	-	Intermodal
Langen et al (2017)	NLD	NLD	A	Quali	-	EC	Container	Aqua-Ferro	Intermodal
Du, Kim, Zheng (2017)	CAN	CAN	A	Quanti	Logit	EC	-	Aqua-Rodo	Multimodal
Démare et al (2017)	FRA	FRA	T	Quanti	ABM, DG	EC	Container	Aqua-Ferro- Rodo	Multi-modal
Sarhadi, Tullet, Verma (2017)	CAN	USA	T	Quanti	-	EC	Container	Ferro-Rodo	Intermodal
Teye, Bell, Bliemer (2017)	AUS	-	T	Quanti	MILP	EC	Container	Aqua-Ferro- Rodo	Intermodal

<b>Artigo</b>	<b>P.O</b>	<b>P.A</b>	<b>T/A</b>	<b>Quali/Quanti</b>	<b>MM</b>	<b>F.D</b>	<b>Carga</b>	<b>Modais</b>	<b>Termo</b>
Baykasoglu, Subulan (2016)	TUR	TUR	A	Quanti	MINLP	EC	<i>Container</i>	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Febbraro, Sacco, Saeednia (2016)	CHE	USA	A	Quanti	DES	AC	<i>Container</i>	Ferro-Rodo	Intermodal
Inghels, Dullaert, Vigo (2016)	NLD	BEL	A	Quanti	MSW SNDP	EC	Resíduo Sólido	Aqua-Rodo	Multimodal
Wang, Yeo (2016)	KOR	KOR	A	Quanti	FDM	EC	<i>Container</i>	Aqua-Ferro-Rodo	Multimodal
Hauger et al (2016)	AUT	AUT	T	Quali	-	EC	-	Aqua-Ferro-Rodo-Aero	Multimodal
Di Ciccio et al (2016)	AUT	-	A	Quanti	PM	EC	-	Aero-Rodo	Multi-Modal
Ambrosino et al (2016)	ITA	ITA	A	Quanti	LP	EC	<i>Container</i>	Ferro-Rodo	Intermodal
Hao, Yue (2016)	CHN	CHN	A	Quanti	DP	EC	<i>Container</i>	Aqua-Ferro-Rodo	Multimodal
Nesterova et al (2016)	RUS	-	T	Quanti	MTN	AC	-	Aqua-Ferro-Rodo-Aero	Multimodal
Costa et al (2016)	PRT	-	T	Quali	-	AC	<i>Smart Cargo</i>	-	Multimodal
Kreutzberger, Konings (2016)	NLD	EU	T	Quali	-	EC	<i>Container</i>	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Othman, Jeevan, Rizal (2016)	MYS	MYS	T	Quali	-	EC	<i>Container</i>	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal

<b>Artigo</b>	<b>P.O</b>	<b>P.A</b>	<b>T/A</b>	<b>Quali/Quanti</b>	<b>MM</b>	<b>F.D</b>	<b>Carga</b>	<b>Modais</b>	<b>Termo</b>
Ghaderi, Cahoon, Nguyen (2016)	AUS	AUS	A	Quali	-	EC	Container	Ferro-Rodo	Intermodal
Nabais et al (2015)	PRT	NLD	T	Quanti	PM	EC	Container	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Zhang, Janic, Tavasszy (2015)	NLD	NLD	A	Quanti	FTOM	AC	Container	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal, Multimodal
Démare et al (2015)	FRA	-	T	Quanti	ABM, DG	AC	Container	Aqua-Ferro-Rodo	-
Ghaderi, Cahoon, Nguyen (2015)	AUS	AUS	A	Quali	-	PO	Carga Geral	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Bouchery, Fransoo (2015)	FRA	USA	T	Quanti	INDM	AM	Container	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Wilmsmeier, Monios, Rodrigue (2015)	CHL	MEX	A	Quali	-	PO	Container	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Rodrigues et al (2015)	GBR	GBR	A	Quanti	-	AM	Container	Aqua-Ferro-Rodo	Multimodal, Intermodal
Marin, Olaru (2015)	ROU	ROU	T	Quanti	EGM, PC	PO	-	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Li, Negenborn, Schutter (2015)	NLD	NLD	A	Quanti	IFTN, RIFC	AC	Container	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Wiegmans, Konings (2015)	NLD	EU	A	Quanti	-	AC	Container	Aqua-Rodo	Intermodal
Monios, Bergqvist (2015)	GBR	SWE	A	Quali	-	AC	Container	Aqua-Ferro	Intermodal
Harris, Wang, Wang (2015)	GBR	EU	A	Quali	-	PO	Container	Ferro-Rodo	Multimodal
Talarico et al (2015)	BEL	-	T	Quanti	MISTRAL	PO	Produtos Químicos	Aqua-Ferro-Rodo	Multi-modal

<b>Artigo</b>	<b>P.O</b>	<b>P.A</b>	<b>T/A</b>	<b>Quali/Quanti</b>	<b>MM</b>	<b>F.D</b>	<b>Carga</b>	<b>Modais</b>	<b>Termo</b>
Reis (2014)	PRT	PRT	T	Quanti	ABM	PO	Container	Ferro-Rodo	Intermodal
Bhattacharya et al (2014)	IND	IND	A	Quanti	MIP	AC	Commodity	Ferro-Rodo	Intermodal
SteadieSeifi et al (2014)	NLD	-	T	Quali	-	AC	Container	Aqua-Ferro-Rodo-Aero	Multimodal
Rodemann, Templar (2014)	DEU	EU	A	Quali	-	PO	Container	Aqua-Aero	Intermodal
Li et al (2014)	JPN	JPN	A	Quali	-	PO	Container	Ferro-Rodo	Intermodal
Dotoli et al (2014)	ITA	ITA	T	Quanti	TPNs	AC	-	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Bocewicz, Banaszak, Pawlewski (2014)	POL	-	T	Quanti	FMTN	AC	-	-	Multimodal
Liu et al (2014)	AUS	CHN, USA	A	Quanti	-	AC	Container	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Ferrari (2014)	ITA	CHE, ITA	A	Quanti	DMMS	AC	-	Ferro-Rodo	Multimodal
Awad-Núñez, González-Cancelas, Camarero-Orive (2014)	ESP	ESP	A	Quanti	MCDA	AC	-	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Xie, Huang, Eksioğlu (2014)	USA	USA	A	Quanti	MMIP	EC	Biocombustível	Ferro-Rodo	Multimodal
Mommens, Macharis (2014)	BEL	BEL	A	Quanti	LAMBTOP	AM	Paletes de Material de Construção Container	Aqua-Rodo	Intermodal
Ambrosio, Sciomachen (2014)	ITA	ITA	A	Quanti	MILP	EC	Paletes de Material de Construção Container	Aqua-Ferro-Rodo	Multimodal, Intermodal

<b>Artigo</b>	<b>P.O</b>	<b>P.A</b>	<b>T/A</b>	<b>Quali/Quanti</b>	<b>MM</b>	<b>F.D</b>	<b>Carga</b>	<b>Modais</b>	<b>Termo</b>
Lättilä, Henttu, Hilmola (2013)	FIN	FIN	A	Quanti	DES	AM	Container	Aqua-Ferro-Rodo	Intermodal
Wei, Gosling (2013)	USA	USA	T	Quali	-	AC	-	Aero-Rodo, Aero-Ferro	Intermodal
Langen, Sharypova (2013)	NLD	EU	A	Quanti	-	AC	Container	Aqua-Ferro	Intermodal
Raemdonck, Macharis, Mairesse (2013)	BEL	BEL	A	Quanti	-	AC	Material perigoso	Aqua-Ferro-Rodo	Multi-modal
Confessore et al (2013)	ITA	-	T	Quanti	MILP	AM	-	Aqua-Ferro-Rodo-Aero	Multimodal
Truschkin, Elbert (2013)	DEU	DEU	A	Quanti	BM, DCM	PO	-	Ferro-Rodo	Intermodal
Serag, Al-Tony (2013)	EGY	JOR, SYR, LBN	A	Quanti	IFTM	PO	Commodity	Aqua-Ferro-Rodo-Aero	Multimodal
Pekin et al (2013)	BEL	BEL	A	Quanti	LAMBIT	EC	Container	Aqua-Rodo, Ferro-Rodo	Intermodal
Braekers, Caris, Janssens (2013)	BEL	BEL	T	Quanti	-	EC	Container	Aqua-Rodo	Intermodal
Caris, Macharis, Janssens (2013)	BEL	-	T	Quali	-	AC	Container	Aqua-Rodo, Ferro-Rodo	Intermodal
Zhang, Wiegmans, Tavasszy (2013)	NLD	NLD	A	Quanti	GIS-based	AM	Commodity	Aqua-Ferro-Rodo	Multimodal
Zeng, Hu, Huang (2013)	CHN	CHN	A	Quanti	INLP	EC	Carro	Aqua-Ferro-Rodo	Multimodal
Reniers, Dullaert (2013)	BEL	-	T	Quanti	SVA	PO	Material perigoso	Aqua-Ferro-Rodo	Multi-modal

Fonte: Autor (2017).

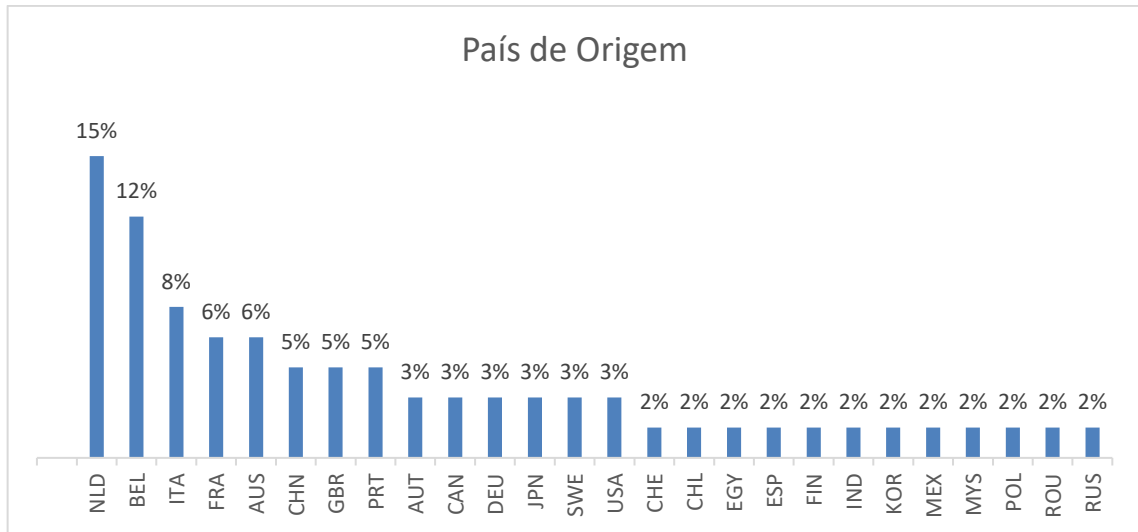


Figura 2 – Porcentagem de artigos oriundos de cada país. Fonte: Autor (2017).

Na Figura 3 são listados todos os 27 países onde os artigos selecionados foram aplicados. O fato do primeiro lugar com 16% não se tratar de um país evidencia o quão descentralizado é a aplicação dessa literatura nos países, como também mostra que o estabelecimento de uma localização para o contexto de pesquisa é um aspecto dispensável nos estudos dessa temática.

Os Estados Unidos da América, em segundo lugar com 12% como lugar de aplicação da pesquisa e apenas sexto como país de origem da pesquisa se apresenta como uma exceção a tendência de utilizar o próprio país como lugar de aplicação da pesquisa, dado que os estudos que tiveram União Europeia na coluna de país de aplicação abordaram seu próprio país e ao menos outros três, como pode ser observado na Figura 4, onde 63% das pesquisas são aplicadas no mesmo lugar de origem.

Outro indício dessa tendência é a pequena alteração na ordem da lista de países que mais tiveram pesquisas sobre o assunto e os países onde foram mais aplicadas essas pesquisas. A razão dessa exceção pode ter como motivo a sua grande importância como parceiro comercial para os países que o escolheram como lugar de aplicação, estes são Canadá, Suíça, China, Japão e França.

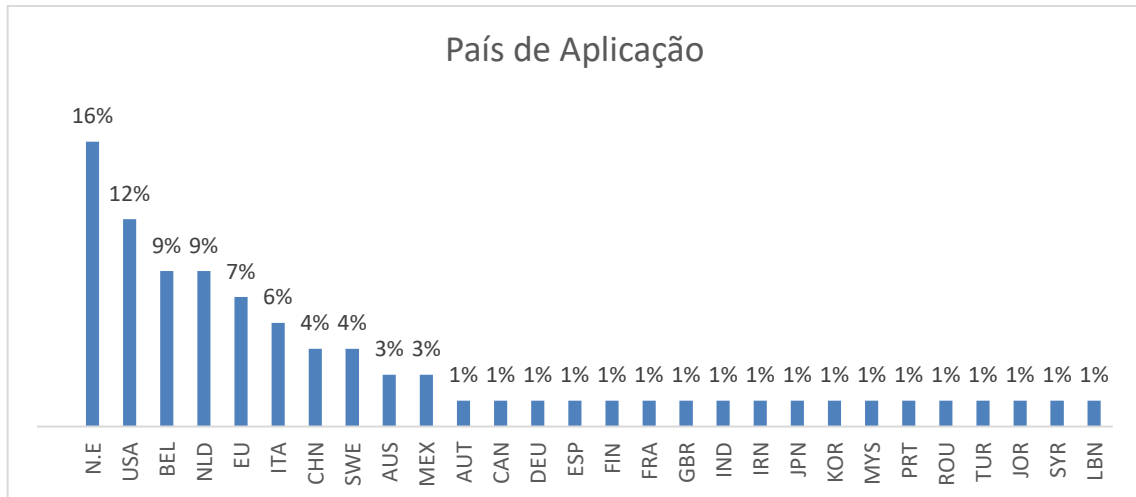


Figura 3 – Porcentagem de artigos aplicados em cada país. Fonte: O autor da pesquisa, 2017.

Países Baixos e Bélgica, o primeiro e segundo lugar em termos de produção de artigos dessa temática, compartilham o terceiro lugar com 9% dos estudos aplicados apenas em seus territórios. Em quarto lugar se encontra União Europeia como lugar de aplicação de 7% das publicações. Tal fato se explica pela proximidade geográfica, política e econômica dos países europeus facilitar a integração de sua infraestrutura possibilitando a ocorrência da multimodalidade e seu estudo em escala continental.

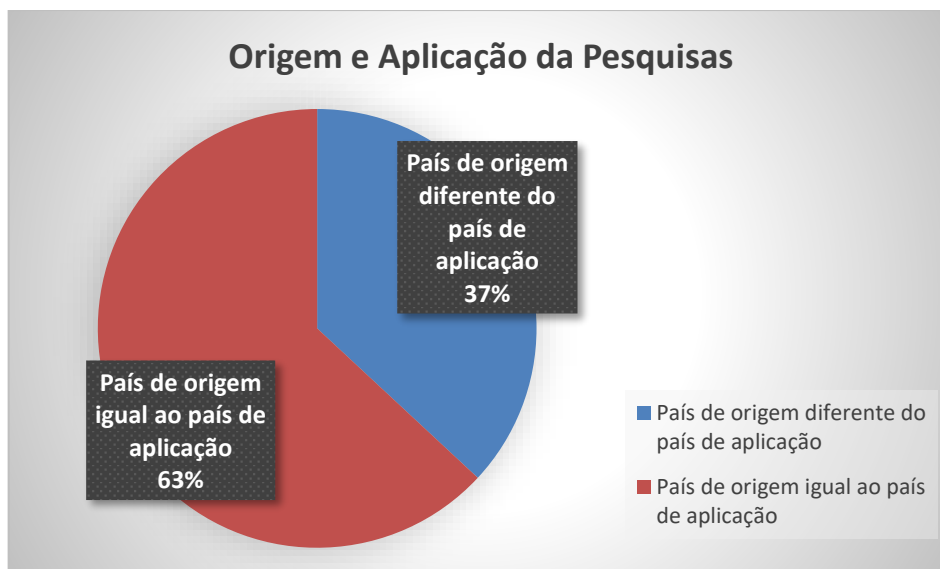


Figura 4 – Porcentagem de artigos aplicados no país de origem. Fonte: Autor (2017).

Nas Figuras 5 e 6 nota-se que a maior parte das publicações nessa temática são do tipo aplicado e teórico representando, respectivamente, 62% e 71% do total. A partir desta informação, mais a grande heterogeneidade de modelos matemáticos encontrados e registrados no quadro 6, como também leitura dos artigos classificados, pode-se inferir que há a prevalência de artigos com o objetivo de desenvolver modelos matemáticos para a otimização de cenários típicos dentro do assunto de multimodalidade no transporte de cargas,

nesse contexto a opção por estudos aplicados atua como garantia da consistência e credibilidade dos resultados encontrados.

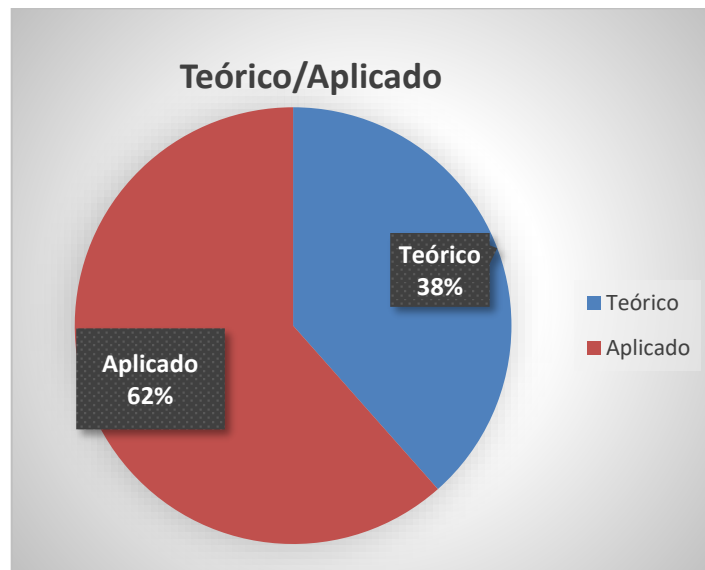


Figura 5 – Porcentagem de artigos teóricos e aplicados. Fonte: Autor (2017).

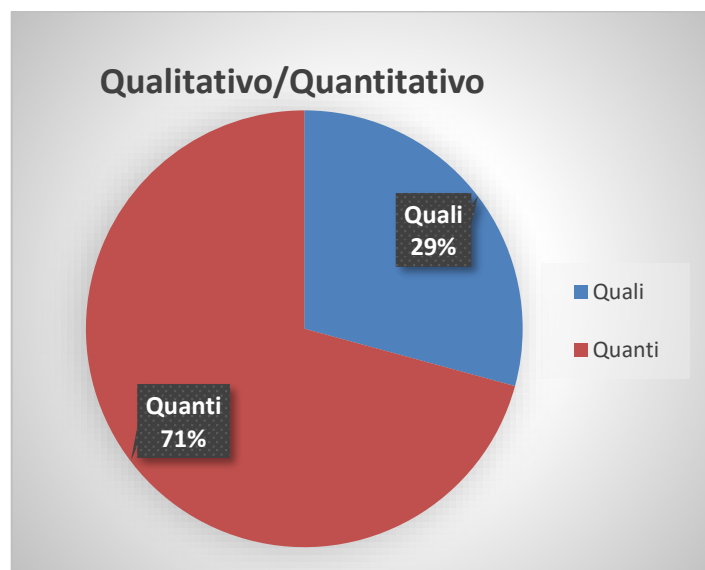


Figura 6 – Porcentagem de artigos qualitativos e quantitativos. Fonte: Autor (2017).

Na Figura 7 são apresentadas as quatro motivações consideradas para realização de uma pesquisa no assunto estudado e o peso de cada uma em termos percentuais. Em primeiro lugar se encontra a motivação econômica sendo responsável por 38%, no qual o enfoque nos tipos custos pertencentes a uma situação complexa de transporte, suas origens, os meios de reduzi-los e o quanto se diminuiu os custos pelo método e parâmetros adotados são os aspectos que regem e dão propósito ao artigo.

Em segundo lugar a motivação acadêmica foi a principal para 34% dos artigos. Nesses artigos é crucial a contribuição em uma área ainda pendente de estudo na literatura ou uma nova abordagem de algo já bem explorado, como a proposição de um novo modelo

matemático ou uma nova metodologia para abordagem de um problema comum no transporte multimodal, estes são objetivos muito mais importantes do que qualquer resultado econômico, ambiental ou político.

O terceiro lugar é uma razão de caráter político representando 17% das publicações classificadas. Os artigos movidos por essa diretriz focam na necessidade, relevância e influência de investimentos em infraestrutura logística como na formulação de políticas fomentadoras para o transporte multimodal de cargas do país estudado. Esses artigos se concentram em estudar quais políticas públicas são convenientes estabelecer ou que tipo de infraestrutura é prioridade e sua localização como também quais serão os seus impactos podendo até deixar explícito que se destina aos legisladores de seu país.

Por fim, a força-diretriz com menor representatividade foi a ambiental com apenas 11% dos estudos. O baixo percentual foi inesperado, pois vários artigos com fortes indicativos de pertencerem a essa categoria passaram o primeiro e o segundo filtro, porém muitos foram eliminados na etapa de classificação. Os artigos com motivação ambiental nessa temática têm em sua maioria como objetivo o uso de múltiplos modais em substituição de ao uso exclusivo do modal rodoviário com a finalidade de reduzir a emissão de poluentes na atmosfera. No entanto, a maioria dos artigos lidos com essa força-diretriz se limitavam a substituir um modal por outro, por exemplo, o modal rodoviário pelo aquaviário ou rodoviário pelo ferroviário, o que não se configura como publicação pertinente a multimodalidade.

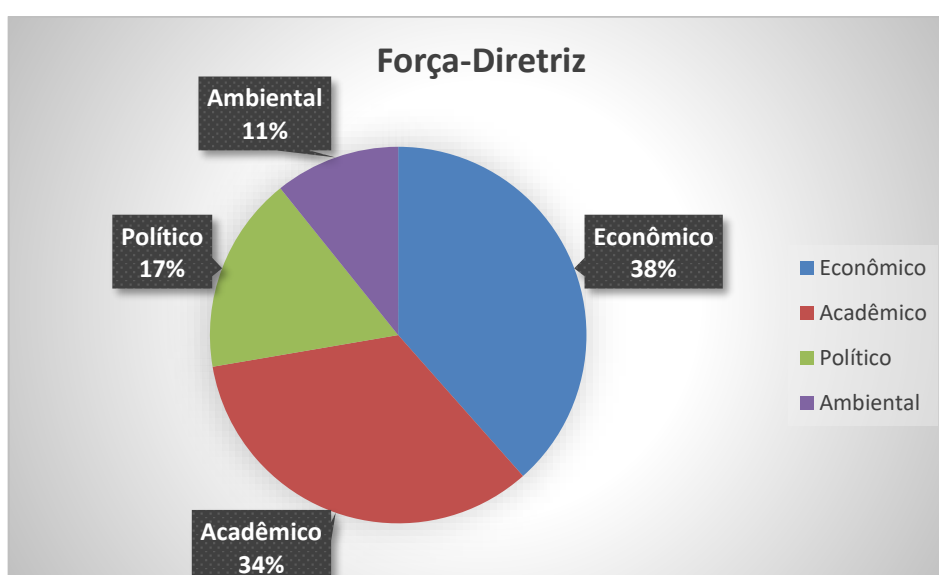


Figura 7 – Porcentagem das motivações para realização dos artigos. Fonte: Autor (2017).

Na Figura 8 são apresentados todos os tipos de cargas encontrados nas publicações classificadas e dispostas em porcentagem. *Container* foi o tipo de carga predominante nos

artigos com 55% deles enfatizando mais ou menos dependendo do foco do estudo. Tal ocorrência já era esperada decorrente da capacidade containerizar uma grande diversidade de cargas diferentes como também um grande volume destas em um recipiente resistente de tamanho padrão. Dessa forma é facilitada a transferência da carga de um modal a outro, em outras palavras, o transporte de cargas utilizando *containers* favorece a multimodalidade.

Os artigos onde as cargas não foram especificadas somam 23% demonstrando que a carga pode ser tratada como um coadjuvante sem prejuízo ao artigo. Estes artigos podem ser a respeito qualquer assunto como a proposição de modelos matemáticos para melhor transporte de cargas se valendo da multimodalidade, novas políticas de transporte, infraestrutura logística dentre outros que generalizam as cargas. A generalização da carga pode ocorrer em qualquer tipo de artigo, independentemente de ser teórico ou aplicado, qualitativo ou quantitativo, suas forças-diretrizes ou os modais abordados, como exemplos podem ser citados Hauger et al (2016); Truschkin e Elbert (2013); Bocewicz, Banaszak e Pawlewski (2014) e Behrends (2017) dentre os artigos classificados.

Em terceiro lugar se encontram *comodity* e material perigoso como principal carga de 5% das publicações cada. É oportuno salientar que os estudos onde *comodity* foi discutida nenhum deles foi de motivação econômica, mas ambiental em Zhang, Wiegmans e Tavasszy (2013); política em Serag e Al-Tony (2013) e acadêmica em Bhattacharya et al (2014). No caso de material perigoso que sugere uma força-diretriz ambiental também foi tratada com outros focos sendo política em Reiniers e Dullaert (2013) e acadêmica em Mohammadi, Jula e Tavakkoli-Moghaddam (2017) e Raemdonck, Macharis e Mairesse (2013).

Por último com 2% seguem o restante dos artigos cada um com tipo diferente de carga. Ocorreram alguns casos onde um específico produto pertencente a uma classe discutida em outros trabalhos classificados, estes foram os de produtos como a soja e produtos químicos em relação a *comodity* e material perigoso, respectivamente.

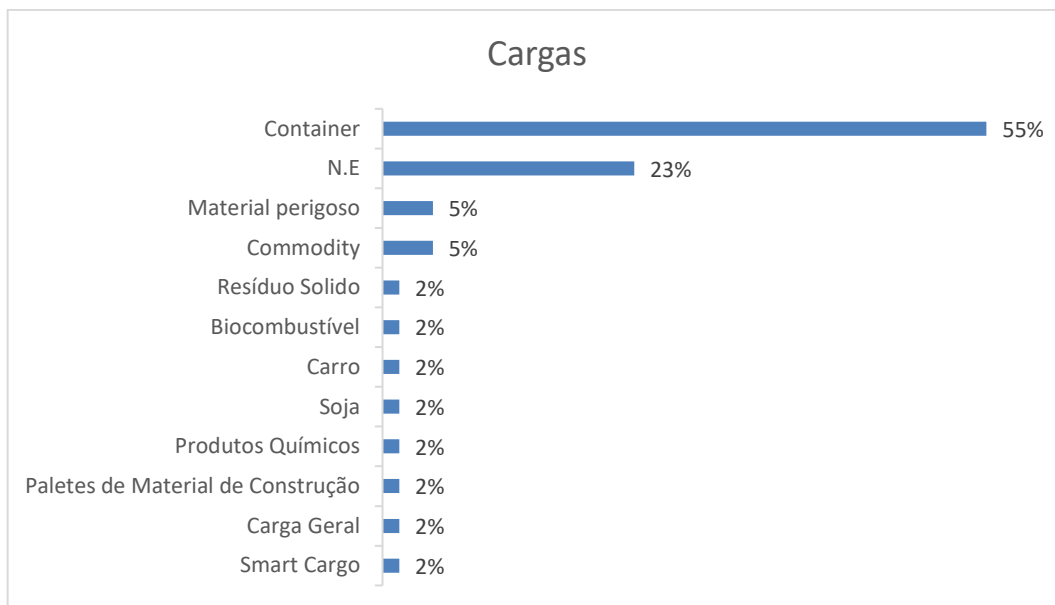


Figura 8 – Porcentagem dos tipos de cargas dos artigos. Fonte: Autor (2017).

Na Figura 9 são expostas as combinações de modais pesquisadas e o quão presentes foram nos artigos classificados. A combinação de modais mais abordada foi aquaviário com ferroviário e rodoviário presente em 41% dos artigos, assim como a única combinação envolvendo três modais diferentes. Esses estudos foram desenvolvidos em sua maioria com base em comparações de cenários entre a associação aqua-ferro e aqua-rodo ou pesquisando o uso dos três modais em uma mesma operação de transporte. As publicações dessa combinação de modais abordaram todas formas, qualitativo ou quantitativo e teórico ou aplicado, e com todas as motivações.

Em segundo lugar a combinação entre os modais ferroviário e rodoviário representa 21% dos artigos classificados, onde se propõe a substituição do modal rodoviário pela associação ferro-rodo para ganho financeiro ou ambiental. O terceiro lugar é a associação entre os modais aquaviário e rodoviário com 10%, onde parte de suas publicações foca a combinação entre o transporte fluvial e o rodoviário como alternativa ao uso exclusivo do modal rodoviário. O quarto lugar com 9% representa artigos que abordaram o transporte multimodal de cargas sem especificar um modelo, isto decorre da proposição de modelos matemáticos focados em otimizar cenários de transporte com o uso de diferentes modais, porém nenhum se detém a discorrer sobre quais modais seriam esses.

A associação dos quatro modais detém 7% das publicações, eles são compostos de artigos que trataram sobre todos os quatro modais em conjunto como em Confessore et al (2013) e Nesterova et al (2016) ou discorrem sobre várias combinações de modais envolvendo todos os quatro modais como em SteadieSeifi et al (2014).

Os artigos classificados mostram uma grande abrangência de combinações. Essa afirmação pode ser comprovada pela presença de quatro associações diferentes para o modal aéreo, este que por ter menor capacidade é menos estudado, como foi demonstrado pelo seu menor percentual nos estudos classificados, porém o somatório das combinações onde ele foi abordado é de expressivos 12%.

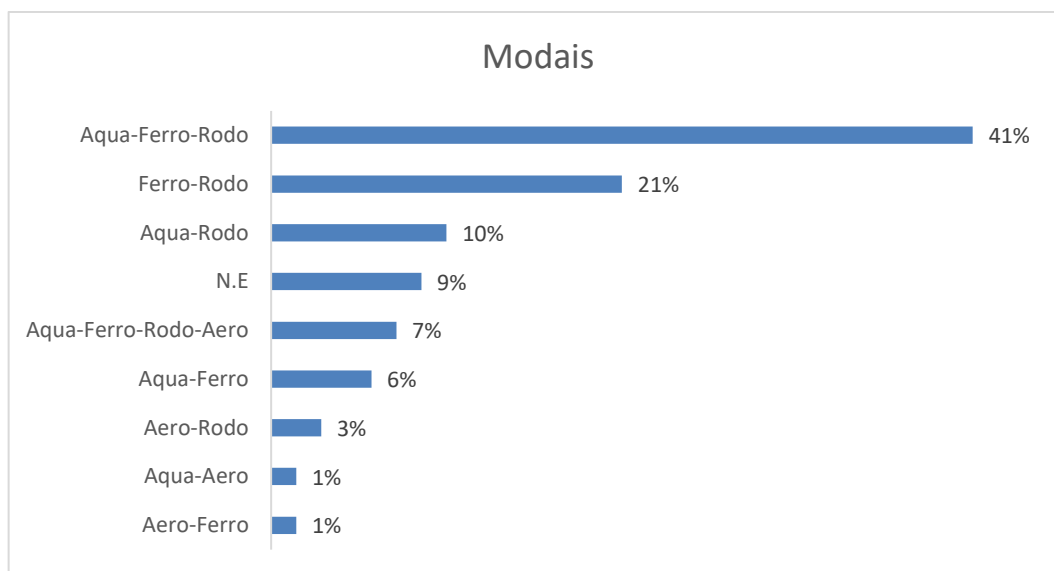


Figura 9 – Porcentagem dos modais abordados nos artigos. Fonte: Autor (2017).

Na Figura 10 é explicitado quais termos são empregados para definir o fenômeno da multimodalidade no transporte de carga nos artigos classificados e o quão foram utilizados. A classificação dos termos teve como preceito a escolha do termo mais utilizado ao longo do trabalho para as pesquisas que utilizaram mais de um.

Em primeiro lugar, o termo intermodal foi adotado de forma predominante em 60% dos artigos demonstrando uma clara soberania deste termo sobre os demais na literatura internacional. O segundo e terceiro lugar foram multimodal e multi-modal com 25% e 9% respectivamente. No entanto, é importante ressaltar que por mais que a escrita deles seja ligeiramente diferente pôde-se perceber com a leitura dos artigos que seus significados são iguais, porém mesmo a soma de ambos totalizando 34% se encontra distante diante do percentual do termo mais adotado.

Em quarto lugar representando 5% aparecem as exceções, os artigos que empregaram multimodal e intermodal ao longo do texto de maneira equivalente sem que se pudesse fixar um. Por último com 2% aparece um artigo que disserta sobre multimodalidade no transporte de cargas sem realizar nenhuma menção a qualquer um dos termos, isto certamente dificulta o seu uso em artigos sobre a temática, porém não diminui suas contribuições para a área. Os termos co-modal e sincromodal, em português, não foram encontrados nos artigos

classificados demonstrando que por mais que sejam os novos termos na literatura da temática abordada o seu destaque ainda é muito pequeno para se manifestar entre os artigos classificados.

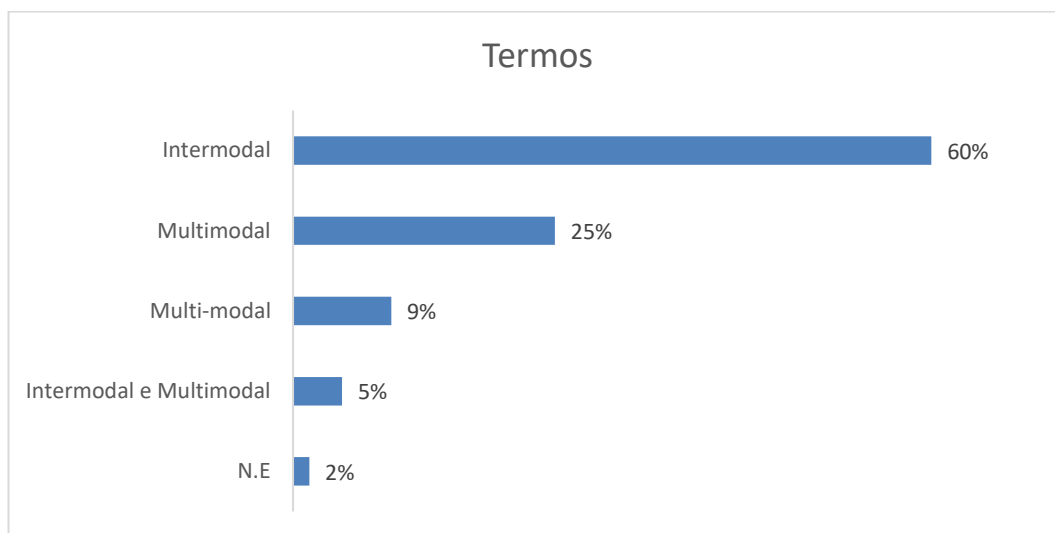


Figura 10 – Porcentagem dos termos presentes nos artigos. Fonte: Autor (2017).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou caracterizar um panorama das publicações voltadas ao tema transporte multimodal de cargas, partindo de um total de 2103 artigos das três bases de pesquisa utilizadas, considerando-se os últimos 5 anos de pesquisa chegando a 452 artigos depois do primeiro filtro e concluindo com 65 artigos classificados.

A pesquisa por informações constituiu a principal atividade desse estudo, sendo primordial que a integridade, a qualidade e a amplitude das bases de pesquisa utilizadas fosse de excelência. Conseqüentemente, o principal risco à realização desta pesquisa se deveu a possibilidade de artigos relevantes ao tema estarem fora das três bases de dados pesquisadas. Outro risco de pesquisa foi a exclusão de artigos importantes na primeira fase de triagem dos artigos, uma vez que a falta de informação no resumo, título e palavras-chave pode levar a exclusão de um artigo que seria considerado caso fosse lido na íntegra. Tal afirmação se justifica nos vários artigos classificados com uma ou mais perguntas de pesquisa não especificadas.

Os riscos acima descritos não impossibilitaram a execução da pesquisa, contudo definem restrições a qualidade dela, porque diminuem o número de artigos identificados como possíveis de interesse a temática desenvolvida nessa RS.

Ao fim da pesquisa, concluiu-se que o panorama das publicações do transporte multimodal de cargas é composto, em sua maioria, por artigos europeus, sem um local de

aplicação definido, do tipo aplicado, quantitativo com a proposição de um novo modelo matemático, de motivação econômica ou acadêmica com a combinação de modais aqua-ferro-rodovia e tendo intermodal como termo principal. Cada uma das características acima foi observada e discutida individualmente dentro de sua categoria e em alguns casos em conjunto com outras perguntas de pesquisa estabelecendo significados para os resultados encontrados.

Desse artigo padrão pode-se perceber que essa literatura ainda se encontra em estágio de desenvolvimento, como também algumas necessidades. Essas necessidades são a falta de um consenso sobre o termo definitivo para o assunto e a grande quantidade de proposições de artigos revela a falta de um modelo matemático ou um conjunto de modelos decisivos para resolução de problemas de transporte multimodal de cargas.

Este estudo focou o transporte de carga, porém é altamente recomendado desenvolver uma RS sobre o transporte multimodal de passageiros, em consequência de seu recorrente surgimento na primeira triagem o que demonstrou possibilidade de crescente importância na literatura. Outra recomendação de pesquisa é a meta-análise deste estudo, com o objetivo de observar como o panorama proposto se modifica com o tempo ou realizar uma pesquisa semelhante com outras bases com o objetivo de fazer um comparativo entre os resultados encontrados nestas bases ou de outras.

Por fim, mesmo considerando que os artigos contidos nesse trabalho representam apenas uma amostra da literatura, é importante salientar a ausência do Brasil tanto como país origem das pesquisas sobre multimodalidade no transporte de cargas como país de aplicação dessas pesquisas. Tal fato reflete a carência de estudos e pesquisas relacionados à infraestrutura logística, concebidos para integrar diferentes modais disponíveis, o que ratifica a necessidade de se desenvolver mais estudos de alcance nacional e internacional sobre essa temática, de modo a viabilizar a identificação e usufruto das vantagens da multimodalidade nos transportes, potencializando a promoção de mais investimentos nos grandes projetos de infraestrutura logística, cruciais e determinantes para o desenvolvimento do Brasil.

## REFERÊNCIAS

AGBO, A. A.; LI, W.; ATOMBO, C.; LODEWIJKS, G.; ZHENG, L. *Feasibility study for the introduction of synchromodal freight transportation concept*. **Cogent Engineering**, v. 4, n. 1, p. 1-25, mar. 2017.

AMBROSINO, D.; FERRARI, C.; SCIOMACHEN, A.; TEI, A. *Intermodal nodes and external costs: Re-thinking the current network organization*. **Research in Transportation Business and Management**, v. 19, p. 106-117, 2016.

AMBROSINO, D.; SCIOMACHEN, A. *Location of mid-range dry ports in multimodal logistic networks. Procedia: Social and Behavioral Sciences*, v. 108, p. 118-128, 2014.

ANTAQ. **Vias Interiores Economicamente Navegadas (VEN)**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/Vias-Interiores-Economicamente-Navegadas-VEN.zip>>. Acesso em: 9 abr. 2017.

ANTT. **Multimodal**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/cargas/Multimodal.html>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

AZEVEDO, R. *WTO trade forecasts press conference. World Trade Organization*, 12 abr. 2017. Disponível em: <[https://www.wto.org/english/news\\_e/spra\\_e/spra166\\_e.htm](https://www.wto.org/english/news_e/spra_e/spra166_e.htm)>. Acesso em: 15 abr. 2017.

AWAD-NÚÑEZ, S.; GONZÁLEZ-CANCELAS, N.; CAMARERO-ORIVE, A. *Application of a model based on the use of DELPHI methodology and Multicriteria Analysis for the assessment of the quality of the Spanish Dry Ports location. Procedia: Social and Behavioral Sciences*, v. 162, p. 42-50, 2014.

BARBOSA, C. F. O.; PINHO, J. T.; PEREIRA, E. J. S.; GALHARDO, M. A. B.; VALE, S. B.; MARANHÃO, W. M. A. Situação da geração elétrica através de sistemas híbridos no estado do Pará e perspectivas frente à universalização da energia elétrica. **Encontro de Energia no Meio Rural**, v. 2, n. 5, 2004. Disponível em: <<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n5v2/116.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

BASTOS, L. S. L.; MENDES, M. L. **Mapeamento de soluções para o problema de reposição conjunta (Joint Replenishment Problem) por meio da revisão sistemática**. 2015. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2015.

BAYKASOĞLU, A.; SUBULAN, K. *A multi-objective sustainable load planning model for intermodal transportation networks with a real-life application. Transportation Research. Part E*, v. 95, 207-247, 2016.

BHATTACHARYA, A.; KUMAR, S. A.; TIWARI, M. K.; TALLURI, S. *An intermodal freight transport system for optimal supply chain logistics. Transportation Research. Part C*, v. 38, p. 73-84, 2014.

BEHDANI, B.; FAN, Y.; WIEGMANS, B.; ZUIDWIJK, R. *Multimodal schedule design for synchromodal freight transport systems. European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Netherlands, v. 16, n. 3, p. 424-444, mar. 2016.

BEHRENDTS, S. *Burden or opportunity for modal shift? – Embracing the urban dimension of intermodal road-rail transport. Transport Policy*, v. 59, p. 10-16, 2017.

BOCEWICZ, G.; BANASZAK, Z.; PAWLEWSKI, P. *Multimodal cyclic processes scheduling in fractal structure networks environment. IFAC Proceedings Volumes*, v. 47, n. 3, p. 8939-8946, 2014.

BOUCHERY, Y.; FRANSOO, J. *Cost, carbon emissions and modal shift in intermodal network design decisions. International Journal of Production Economics*, v. 164, p. 388-399, 2015.

BOWERSOX, D. **Logística Empresarial: O processo de Integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2009.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D.; COOPER, M. B. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística**. Tradução de Cláudia Mello Belhassof. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

BRAEKERS, K; CARIS, A; JANSSENS, G. K. *Optimal shipping routes and vessel size for intermodal barge transport with empty container repositioning. Computers in Industry*, v. 64, p. 155-164, 2013.

BRASIL. Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre o Transporte Multimodal de Cargas e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 20 fev. 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9611.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9611.htm)>. Acesso em: 21 abr. 2017.

CARIS, A.; MACHARIS, C.; JANSSENS, G. K. *Decision support in intermodal transport: a new research agenda. Computers in Industry*, v. 64, p. 105-112, 2013.

CEDILLO-CAMPOS, M. G.; LIZARRAGA-LIZARRAGA, G.; MARTNER-PEYRELONGUE, C. D. *MiF3 method: Modeling intermodal fluidity freight flows. Research in Transportation Economics*, v. 61, p. 15-24, 2017.

COLICCHIA, C.; STROZZI, F. *Supply chain risk management: a new methodology for a systematic literature review. Supply Chain Management: An International Journal*, v. 17, n. 4, p. 403-418, 2012.

CONFESSORE, G.; GALIANO, G.; LIOTTA, G.; STECCA, G. *A production and logistics network model with multimodal and sustainability considerations. Procedia CIRP*, v. 12, p. 342-347, 2013.

COSTA, R.; JARDIM-GOLCALVES, R.; FIGUEIRAS, P.; FORCOLIN, M.; JERMOL, M.; STEVENS, R. *Smart Cargo for Multimodal Freight Transport: When “Cloud” becomes “Fog”. IFAC-PapersOnLine*, v. 49, n. 12, p. 121-126, 2016.

CRAINIC, T. G.; KIM, K. H. *Intermodal transportation*. In: BARNHART, C.; LAPORTE, G. (Ed.). **Handbooks in operations research and management science: transportation**. v. 14. North Holland: Elsevier, 2007. p. 467-537.

CRAINIC, T. G. *Long-haul freight transportation. Handbook of Transportation Science*, v. 56, p. 451-516, 2003.

DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO, M. C.; TAKAHASHI, R. F.; BERTOLOZZI, M. R. Revisão sistemática: noções gerais. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 45, n. 5, p. 1260-1266, 2011.

DEMARE, T.; BERTELLE, C.; DUTOT, A.; LÉVÊQUE, L. *Agent-based approach and dynamic graphs to model logistic corridor. **Procedia Computer Science***, v. 52, p. 968-973, 2015.

DÉMARE, T.; BERTELLE, C.; DUTOT, A.; LÉVÊQUE, L. *Modeling logistic systems with an agent-based model and dynamic graphs. **Journal of Transport Geography***, v. 62, p. 51-65, 2017.

DI CICCIO, C.; VAN DER AA, H.; CABANILLAS, C.; MENDLING, J.; PRESCHER, J. *Detecting flight trajectory anomalies and predicting diversions in freight transportation. **Decision Support Systems***, v. 88, p. 1-17, 2016.

DOTOLI, M.; EPICOCO, N.; FALAGARIO, M.; CAVONE, G. *A timed petri nets model for intermodal freight transport terminals. **IFAC Proceedings Volumes***, v. 47, n. 2, p. 14-16, 2014.

DU, Q.; KIM, A. M.; ZHENG, Y. *Modeling multimodal freight transportation scenarios in Northern Canada under climate change impacts. **Research in Transportation Business and Management***, v. 23, p. 86-96, 2017.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. **Simulador de custo de transporte**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://www.epl.gov.br/>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

FAN, Y. *The design of a synchromodal freight transport system: applying synchromodality to improve the performance of current intermodal freight transport system*. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – *Faculty of Civil Engineering, Transport, Infrastructure and Logistics, Delft University Of Technology, Delft*, 2013.

FEBBRARO, A. D.; SACCO, N.; SAEEDNIA, M. *An agent-based framework for cooperative planning of intermodal freight transport chains. **Transportation Research. Part C***, v. 64, p. 72-85, 2016.

FERRARI, P. *The dynamics of modal split for freight transport. **Transportation Research. Part E***, v. 70, p. 163-176, 2014.

FLEURY, P. F. **Perspectivas para a logística brasileira**. São Paulo: Atlas, 2002

FUNDAÇÃO DOM CABRAL (Ed.). **11,73% da receita das empresas brasileiras é consumida pelo custo logístico**: ‘inflação logística’ afeta o consumo das famílias brasileiras das classes mais pobres e está se tornando um problema social, afirma o coordenador do estudo. Minas Gerais, 2016. Disponível em: <[http://www.fdc.org.br/blogespacodialogo/Documents/2016/pesquisa\\_custos\\_logisticos2015.pdf](http://www.fdc.org.br/blogespacodialogo/Documents/2016/pesquisa_custos_logisticos2015.pdf)>. Acesso em: 15 abril 2017.

GHADERI, H.; CAHOON, S.; NGUYEN, H. *An investigation into the non-bulk rail freight transport in Australia. **The Asian Journal of Shipping and Logistics***, v. 31, n. 1, p. 59-83, Mar. 2015.

GHADERI, H.; CAHOON, S.; NGUYEN, H. *The role of intermodal terminals in the development of non-bulk rail freight market in Australia. Case Studies on Transport Policy*, v. 4, p. 294-305, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOHR, C. F.; SANTOS, L. C.; GONCALVES, A. M. C.; PINTO, N. O. Um método para a revisão sistemática da literatura em pesquisas de engenharia de produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., Salvador. **Anais...** Salvador, BA: ABEPRO, 2013.

HAO, C.; YUE, Y. *Optimization on combination of transport routes and modes on dynamic programming for a container multimodal transport system. Procedia Engineering*, v. 137, p. 382-390, 2016.

HARRIS, I.; WANG, Y.; WANG, H. *ICT in multimodal transport and technological trends: unleashing potential for the future. International Journal of Production Economics*, v. 159, p. 88-103, 2015.

HAUGER, G.; WANJEK, M.; BERKOWITSCH, C.; PFOSER, S.; SCHAUER, O.; PUTZ, L.; SCHODL, R.; EITLER, S.; PRANDSTETTER, M.; MARKVICA, K. *Concept of quattro modal freight hubs. Procedia Engineering*, v. 161, p. 2121-2126, 2016.

HU, Z. *A container multimodal transportation scheduling approach based on immune affinity model for emergency relief. Expert Systems With Applications*, Shanghai, v. 38, p. 2632-2639. set. 2011.

INGHEL, D.; DULLAERT, W.; VIGO, D. *A service network design model for multimodal municipal solid waste transport. European Journal of Operational Research*, v. 254, p. 68-79, 2016.

INSTITUTO DE SUPPLY CHAIN E LOGÍSTICA. **Panorama ILOS: custos logísticos no Brasil**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/analise-de-mercado/relatorios-de-pesquisa/custos-logisticos-no-brasil/>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

JACOBSSON, S.; ARNÄS, P.; STEFANSSON, G. *Accessmanagement in intermodal freight transportation: An explorative study of information attributes, actors, resources and activities. Research in Transportation Business and Management*, v. 23, p. 106-124, 2017.

JERIBI, K.; ZGAYA, H.; ZOGHLAMI, N.; HAMMADI, S. *Distributed Architecture for a Co-modal Transport System. IEEE*. Anchorage, p. 2797-2802. nov. 2011.

KAPETANIS, G; PSARAFTIS, H; SPYROU, D. *A simple synchro: modal decision support tool for the Piraeus Container terminal. Transportation Research Procedia*, v. 14, p. 2860-2869, abr. 2016.

KONAN, A. T. B.; NAVES, J. P. P.; SILVA, R. B.; GRANEMANN, S. R. Modelo de atratividade de terminais intermodais de grãos. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE, 28., 2014, Curitiba. **Anais...** Brasília, DF: ANPET, 2012. p. 1-12.

Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/xxviiiianpet/anais/documents/AC489.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

KREUTZBERGER, E.; KONINGS, R. *The challenge of appropriate hub terminal and hub-and-spoke network development for seaports and intermodal rail transport in Europe. Research in Transportation Business and Management*, v. 19, p. 83-96, 2016.

LANGEN, P. W. *Intermodal connectivity in Europe, an empirical exploration. Research in Transportation Business and Management*, v. 23, p. 3-11, 2017.

LANGEN, P. W.; SHARYPOVA, K. *Intermodal connectivity as a port performance indicator. Research in Transportation Business and Management*, v. 8, p. 97-102, 2013.

LÄTTILÄ, L.; HENTTU, V.; HILMOLA, O. *Hinterland operations of sea ports do matter: dry port usage effects on transportation costs and CO<sub>2</sub> emissions. Transportation Research. Part E*, v. 55, p. 23-42, 2013.

LI, G.; TAMURA, K.; MUTO, M.; OKUDA, D. *fundamental analyses for constructing road-rail intermodal freight transport system. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, v. 14, n. 6, p. 1-7, Dec. 2014.

LI, L.; NEGENBORN, R. R.; SCHUTTER, B. *Intermodal freight transport planning: a receding horizon control approach. Transportation Research. Part C*, v. 60, p. 77-95, 2015.

LIMA, H. A. **Diagnóstico da cadeia logística dos materiais de utilização da Polícia Rodoviária Federal**. 2016. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

LIU, X.; BAI, Y.; CHEN, J. *An intermodal transportation geospatial network modeling for containerized soybean shipping. Journal of Ocean Engineering and Science*, v. 2, p. 143-153, 2017.

LIU, Z.; MENG, Q.; WANG, S.; SUN, Z. *Global intermodal liner shipping network design. Transportation Research. Part E*, v. 61, p. 28-39, 2014.

MARIN, G; OLARU, M. *Modal strategic decisions in transport and their role in sustainable development: an example from Romania. Procedia Economics and Finance*, v. 32, p. 657-664, 2015.

MARTINS, C. H; CESTARI, W. *Logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo Estudo de caso: sistema de armazenagem em uma instituição de ensino. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 3, n. 19, p. 124-135, dez. 2015.

MEERS, D.; MACHARIS, C.; VERMEIREN, T.; VAN LIER, T. *Modal choice preferences in short-distance hinterland container transport. Research in Transportation Business and Management*, v. 23, p. 46-53, 2017.

MDIC. **Estatísticas de Comercio Exterior**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

MOHAMMADI, M.; JULA, P.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R. *Design of a reliable multi-modal multi-commodity model for hazardous materials transportation under uncertainty*. **European Journal of Operational Research**, v. 257, p. 792-809, 2017.

MOMMENS, K.; MACHARIS, C. *Location analysis for the modal shift of palletized building materials*. **Journal of Transport Geography**, v. 34, p. 44-53, 2014.

MONIOS, J.; BERGQVIST, R. *Intermodal terminal concessions: lessons from the port sector*. **Research in Transportation Business and Management**, v. 14, p. 90-96, 2015.

MTPAC. **Transporte aquaviário**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/transporte-aquaviario-relevancia.html>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

NABAIS, J. L.; NEGENBORN, R. R.; BRNÍTEZ, R. B. C.; BOTTO, M. A. *Achieving transport modal split targets at intermodal freight hubs using a model predictive approach*. **Transportation Research. Part C**, v. 60, p. 278-297, 2015.

NESTEROVA, N.; GONCHARUK, S.; ANISIMOV, V.; ANISIMOV, A.; SHVARTCFEL, V. *Set-theoretic model of strategies of development for objects of multimodal transport network*. **Procedia Engineering**, v. 165, p. 1547-1555, 2016.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 4. ed. rev., atual. e ampl. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

One World Nation Online. *Country Codes*. Disponível em: <[http://www.nationsonline.org/oneworld/country\\_code\\_list.htm](http://www.nationsonline.org/oneworld/country_code_list.htm)>. Acesso em: 15 set. 2017

OTHMAN, M. R.; JEEVAN, J.; RIZAL, S. *The Malaysian intermodal terminal system: the implication on the Malaysian maritime cluster*. **International Journal of e-Navigation and Maritime Economy**, v. 4, p. 46-061, 2016.

PARÁ. Secretaria de Transportes. **Modal rodoviário**. Belém, 23 dez. 2016. Disponível em: <<http://setran.pa.gov.br/site/Conteudo/20>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

PEKIN, E.; MACHARIS, C.; MEERS, D.; RIETVELD, P. *Location analysis model for Belgian intermodal terminals: importance of the value of time in the intermodal transport chain*. **Computers in Industry**, v. 64, p. 113-120, 2013.

PICININ, C. T.; KOVALESKI, J. L.; PEDROSO, B. *Indicadores do transporte de carga: um estudo de caso na região dos Campos Gerais -PR*. **Nucleus**, Ituverava, v. 8, n. 2, p. 277-296, fev. 2011.

POZO, H. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2010

QUEIROZ JUNIOR, J. A. **Abordagem Logística**: um enfoque numa distribuidora de água mineral na grande João Pessoa. 2016. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração de Empresas) – Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2016.

RAEMDONCK, K. V.; MACHARIS, C.; MAIRESSE, O. *Risk analysis system for the transport of hazardous materials*. **Journal of Safety Research**, v. 45, p. 55–63, 2013.

REIS, V. *Analysis of mode choice variables in short-distance intermodal freight transport using an agent-based model*. **Transportation Research. Part A**, v. 61, p. 100-120, 2014.

RENIERS, G. L. L.; DULLAERT, W. *A method to assess multi-modal Hazmat transport security vulnerabilities: Hazmat transport SVA*. **Transport Policy**, v. 28, p. 103–113, 2013.

RIBEIRO, L. O. M.; BOENTE, A. N. P. A intermodalidade e o transporte de carga no brasil: uma visão de aplicabilidade na lógica fuzzy. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 17., São Paulo. **Anais...** São Paulo: FGV, 2014. Disponível em: <[http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2014/artigos/E2014\\_T00324\\_PCN66573.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2014/artigos/E2014_T00324_PCN66573.pdf)>. Acesso em: 16 mai. 2017

RIVERA, A. E. P.; MES, M. R. K. *Anticipatory freight selection in intermodal long-haul round-trips*. **Transportation Research. Part E**, v. 105, p. 176-194, 2017.

RODEMANN, H.; TEMPLAR, S. *The enablers and inhibitors of intermodal rail freight between Asia and Europe*. **Journal of Rail Transport Planning and Management**, v. 4, p. 70-86, 2014.

RODRIGUES, V. S.; PETTIT, S.; HARRIS, I.; BERESFORD, A.; PIECYK, M.; YANG, Z.; NG, A. *UK supply chain carbon mitigation strategies using alternative ports and multimodal freight transport operations*. **Transportation Research. Part E**, v. 78, p. 40-56, 2015.

RONDINELLI, D; BERRY, M. *Multimodal transportation, logistics, and the environment: managing interactions in a global economy*. **European Management Journal**, v. 18, n. 4, p. 398-410, ago. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263237300000293>>. Acesso em: 05 abril. 2017.

SARHADI, H.; TULLET, David M.; VERMA, M. *An analytical approach to the protection planning of a rail intermodal terminal network*. **European Journal of Operational Research**, v. 257, p. 511-525, 2017.

SERAG, M. S.; AL-TONY, F. E. *Modeling international freight transport through the ports and lands of Arab countries*. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, p. 433-445, 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, R. F. **Estudo de viabilidade e novas estratégias de transporte multimodal de etanol**: o caso de uma usina na região da Grande Dourados. 2016. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

SLACK, B. *Intermodal transportation in North America and the development of inland load centers*. **Professional Geographer**, Philadelphia, v. 42, n. 1, p. 72-83. fev. 1990.

STEADIESEIF, M.; DELAERT, N. P.; NUIJTEN, W.; VAN WOENSEL, T.; RAOUFI, R. *Multimodal freight transportation planning: a literature review*. **European Journal of Operational Research**, v. 233, p. 1-15, 2014.

SUGAWARA, J. *Port and hinterland network: a case study of the Crescent Corridor intermodal freight program in the US*. **Transportation Research Procedia**, v. 25, p. 916-927, 2017.

TALARICO, L.; RENIERS, G.; SÖRENSEN, K. ; SPRINGAEL, J. *MISTRAL: a game-theoretical model to allocate security measures in a multi-modal chemical transportation network with adaptive adversaries*. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 138, p. 105-114, 2015.

TEYE, C.; BELL, M. G. H.; BLIEMER, M. C. J. *Urban intermodal terminals: The entropy maximising facility location problem*. **Transportation Research. Part B**, v. 100, p. 64-81, 2017.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. *Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*. **British Journal Of Management**, London, v. 14, n. 3, p. 207-222, sep. 2003.

TRUSCHKIN, E.; ELBERT, R. *Horizontal transshipment technologies as enablers of combined transport: Impact of transport policies on the modal split*. **Transportation Research. Part A**, v. 49, p. 91-109, 2013.

WANG, Y.; YEO, G. *A study on international multimodal transport networks from korea to central asia: focus on secondhand vehicles*. **The Asian Journal of Shipping and Logistics**, v. 32, n. 1, p. 41-47, 2016.

WANG, Z.; MESGHOUNI, K.; HAMMADI, S. *A co-modal transport information system in a distributed environment*. **International Journal of Advanced Computer Science and Information Technology**, v. 3, n. 2, p. 83-99, fev. 2014.

WEI, W.; GOSLING, G. D. *Strategies for collaborative funding of intermodal airport ground access projects*. **Journal of Air Transport Management**, v. 32, p. 78-86, 2013.

WIEGMANS, B.; KONINGS, R. *Intermodal inland waterway transport: modelling conditions influencing its cost competitiveness*. **The Asian Journal of Shipping and Logistics**, v. 31, n. 2, p. 273-294, Jun. 2015.

WILMSMEIER, G.; MONIOS, J.; RODRIGUE, J. *Drivers for outside-in port hinterland integration in Latin America: the case of Veracruz, Mexico. Research in Transportation Business and Management*, v. 14, p. 34-43, 2015.

XIE, F.; HUANG, Y.; EKSIIOGLU, S. *Integrating multimodal transport into cellulosic biofuel supply chain design under feedstock seasonality with a case study based on California. Bioresource Technology*, v. 152, p. 15-23, 2014.

ZENG, T.; HU, D.; HUANG, G. *The transportation mode distribution of multimodal transportation in automotive logistics. Procedia: Social and Behavioral Sciences*, v. 96, p. 405-417, 2013.

ZHANG, M.; JANIC, M.; TAVASSZY, L. *A freight transport optimization model for integrated network, service, and policy design. Transportation Research. Part E*, v. 77, p. 61-76, 2015.

ZHANG, M.; PEL, A J. *Synchromodal hinterland freight transport: Model study for the port of Rotterdam. Journal Of Transport Geography*, Filadélfia, v. 52, p. 1-10. abr. 2016.

ZHANG, M.; WIEGMANS, B.; TAVASSZY, L. *Optimization of multimodal networks including environmental costs: a model and findings for transport policy. Computers in Industry*, v. 64, p. 136-145, 2013.



Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Graduação em Engenharia de Produção  
Tv. Enéas Pinheiro, nº 2626 - Marco  
CEP: 66095-100 Belém - PA

[www.uepa.br](http://www.uepa.br)