

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA DE
TRANSPORTES DO ESTADO DO PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Paulista - UNIP, para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção

JOSÉ ALBERTO ALENCAR LUZ

SÃO PAULO
2016

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA DE
TRANSPORTES DO ESTADO DO PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Dr.João Gilberto Mendes dos Reis

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Redes de empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Logística nas cadeias agroindustriais

JOSÉ ALBERTO ALENCAR LUZ

SÃO PAULO

2016

Luz, José alberto Alencar.

Análise da infraestrutura logística de transportes do Estado do Piauí /
José Alberto Alencar Luz. - 2016.

72 f. : il. color. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia da Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2016.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas e Operação – Redes de
Empresa e Planejamento da Produção.

Orientador: Prof.^o Dr. João Gilberto Mendes dos Reis.

1. Infraestrutura. 2. Logística. 3. Transporte. 4. Custos.
I. Reis, João Gilberto Mendes dos (orientador). II. Título.

JOSÉ ALBERTO ALENCAR LUZ

**ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA DE
TRANSPORTES DO ESTADO DO PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em:_____

Banca Examinadora:

Dr. João Gilberto Mendes dos Reis
Universidade Paulista - UNIP

Dr. Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto
Universidade Paulista - UNIP

Dr. Alexandre Formigoni
Faculdade de Tecnologia de São Paulo - FATEC

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus filhos Ana Luiza de Alencar Maia Luz e José Alberto Alencar Luz Filho que souberam compreender a ausência do Pai na realização deste Sonho. A minha esposa Germana, pelo companheirismo, aos meus pais Agatângelo e Nakeida pelo legado educacional e moral, e aos meus irmãos Kadmo e Fábio.

...

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, a toda a minha família, às empresas que trabalho Socimol e Faculdade Santo Agostinho, aos mestres em especial ao meu orientador João Gilberto Mendes Reis pela maestria, ao ilustre coordenador e Professor Oduvaldo e aos colegas de turma.

EPÍGRAFE

"Cada dia sabemos mais e entendemos menos."

Albert Einstein

RESUMO

Percebe-se que a infraestrutura de transporte assume um papel relevante em uma nação, podendo promover elementos para o desenvolvimento econômico. O objetivo deste trabalho é analisar o grau de influência da disponibilidade da infraestrutura logística para o desenvolvimento de uma região. Elaborou-se uma caracterização dos modais de transportes que proporcionou um mapeamento dos hiatos existentes e problemas, para promover discussões de melhoria dos processos, da qualidade, reduções dos custos, movimentação das cargas e locomoção das pessoas. O transporte é a atividade de maior influência nos custos logísticos totais. Os meios que fornecem substância à dissertação são a pesquisa bibliográfica e exploratória, as análises estatísticas, a verificação de estudo de caso, as visitas e posteriormente aplicação de questionários para a investigação do conteúdo e a avaliação das hipóteses. Os elementos foram levantados com referência ao Estado do Piauí comparados ao cenário nacional e outros países. Com os resultados da pesquisa espera-se estimular publicações e causar reflexões no tocante à temática.

Palavras-chave: Infraestrutura, logística, transporte, custos.

ABSTRACT

It is noticed that the transportation infrastructure plays an important role in a nation and can promote elements for economic development. The objective of this study is to analyze the degree of influence of availability of logistics infrastructure for the development of a region. Having developed a characterization of modes of transport which provided a mapping of existing problems and gaps, to promote improvement discussions of processes, quality, cost reduction, cargo handling and transportation of people. Transport is the activity of greatest influence on total logistics costs. The means that give substance to the dissertation be the bibliographical and exploratory research, statistical analysis, case study verification, visits and later questionnaires to investigate the content and evaluation of hypotheses. The elements were raised with reference to the State of Piauí compared to the national scene and other countries. With the search results is expected to stimulate publications and cause reflections as they relate to.

Keywords: Infrastructure, logistics, transportation, costs

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	Organização do Trabalho. Fonte: autor	17
2	Polos produtivos do Piauí	35
3	Rio Parnaíba. Fonte: Adaptado deGoogleMaps(2016)	67

LISTA DE TABELAS

1	Comparativa em infraestrutura em diversos países por 1.000 km de via. Fonte:Central Intelligence Agency [CIA](2016).....	23
2	Lista de Artigos	32
3	LPI por país.....	33
4	Produto Interno Bruto	34
5	Distâncias regiões do estado do Piauí até Portos regionais.....	34
6	Universo da pesquisa Artigo III.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA Agência Nacional de Águas

ANTF Agência Nacional de Transporte Ferroviário

ANTT Agência Nacional de Transporte Terrestre

ANTAQ Agência Nacional de Transportes Aquaviários

BRICS Bloco formado por países em desenvolvimento(Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul)

CIA Central Intelligence Agency

CEPRO Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí

CNT Confederação Nacional do Transporte

CLM Council of Logistic Management

EUA Estados Unidos da América

FDC Fundação Dom Cabral

IDH Índice de Desenvolvimento Humano

ILOS Instituto de Logística e Supply Chain

IMAN Instituto de Movimentação e Armazenagem

PAC Programa de Aceleração de Crescimento

PIB Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

RESUMO^{vi}

ABSTRACT^{vii}

LISTA DE ILUSTRAÇÕES^{viii}

LISTA DE TABELAS^{ix}

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS^x

1	Introdução	14
1.1	Motivação	15
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Organização do Trabalho	16
2	Revisão da Literatura	18
2.1	Logística	18
2.2	Distribuição e Transporte	19
2.3	Infraestrutura de Transporte no Desenvolvimento Econômico	20
2.3.1	Privatizações e Regulamentação dos Transportes no Brasil. .	21
2.4	Infraestrutura Brasileira de Transportes.....	23
2.5	Transporte Ferroviário	24
2.6	Transporte Rodoviário	25
2.7	Transporte Aeroviário	26
2.7.1	Transporte Hidroviário	28
2.7.2	Transporte Dutoviário	29
2.7.3	Transporte Intermodal	29
3	Metodologia	31
3.1	Metodologia Artigo 1	32
3.2	Metodologia Artigo 2	33
3.3	Metodologia Artigo 3	35
4	Resultados e Discussões	37
4.1	Artigo 1	37

4.2 Artigo 2	37
4.3 Artigo 3	37
5 Considerações Finais	66
5.1 Conclusão	68
5.2 Proposta para Trabalhos Futuros	69

1 Introdução

A logística pode ser definida como sendo todos as atividades que estão inseridas na armazenagem, transporte e distribuição de mercadorias, desde o ponto de origem até sua chegada ao ponto de consumo, com o propósito de atender os requisitos do cliente (Ballou,2009;Barboza,2016).

As atividades logísticas influenciam no desenvolvimento de um país, pois são responsáveis por movimentar os recursos, riquezas naturais, produtos agrícolas e industriais com destino aos mercados locais, regionais, nacionais e internacionais. Portanto, dependem de investimentos financeiros que possibilitem a criação de infraestrutura logística, a fim de viabilizar economicamente os negócios empresariais e tornar os países competitivos perante outras nações; uma vez que o principal indicador de desempenho econômico é o Produto Interno Bruto (PIB), resultado direto da produção nacional e da negociação entre os países. Dentro desse contexto logístico, os transportes têm um papel vital nos elementos considerados prioritários das políticas de desenvolvimento. Assim, pode existir relação entre o desenvolvimento dos transportes e progresso econômico.

De acordo [Barboza\(2016\)](#), os problemas na infraestrutura das vias, na operação ou na burocracia, aumentaram os custos logísticos, o que prejudica o desenvolvimento econômico brasileiro. Segundo a [Confederação Nacional dos Transportes \[CNT\] \(2015\)](#), estima-se que R\$118 bilhões de produtos sejam mantidos em estoque como alternativa para enfrentar a ineficácia do transporte de carga brasileiro.

As operações de transporte assumem uma grande importância no fornecimento das mercadorias. De acordo com [Resende & Sousa\(2014\)](#), 44% dos custos totais da logística correspondem aos custos de transporte. A indisponibilidade dos modais de transportes, as deficiências estruturais, a falta de investimentos, e burocracia, consolidam um gargalo histórico no Brasil para um melhor desempenho nos fluxos dos materiais.

Nos últimos trinta anos, o Brasil vem passando por adaptações nas políticas de investimentos do governo no segmento de infraestrutura. O surgimento da parceria pública privada e das concessões de trechos rodoviários, ferroviários, portos e aeroportos avançam a passos lentos, além dos questionamentos dos investidores sob as taxas de retorno. O PAC - Programa de Aceleração do Crescimento apresenta algumas ações voltadas para estrutura de transporte, no entanto, aquém das necessidades de um país que pretende se desenvolver economicamente, apresentando, também, muitos indícios de má gestão dos recursos públicos. As regiões brasileiras de menor favorecimento em infraestrutura tornam-se, assim, pouco competitivas para

atração de negócios devido aos elevados custos de suprimentos de entrada e saída. O Norte e Nordeste são as áreas brasileiras que mais sofrem com esse gargalo, uma vez que possuem baixa infraestrutura logística, ao mesmo tempo que carecem de investimentos no setor produtivo. No fim, gera-se um desafio: descentralizar de modo menos contrastante o desenvolvimento do país.

O presente trabalho pretende detalhar a infraestrutura de transportes existente no território do Estado do Piauí e suas devidas conexões. Outrossim, visa desenvolver uma análise do potencial das exportações e importações, sugerindo alternativas de melhorias nos modais de transportes.

1.1 Motivação

Essa investigação se justifica pela necessidade de se formular teoria, bem como, ferramentas gerenciais estratégicas que possibilitem a melhoria da qualidade do desempenho dos processos logísticos das empresas no Estado do Piauí, especificamente aqueles diretamente associados à atividade de transporte.

Disponibilizar dados para pesquisa, no caso de organizações que desejarem atuar no Estado, de modo a explorar a disponibilidade de transportes, no planejamento das coberturas logísticas, canais de distribuição e projetos de infraestrutura que estão em andamento.

A infraestrutura de transporte será foco dessa investigação, pois, dentre as atividades logísticas, é a que acarreta maiores custos às empresas [Ballou \(1993\)](#), principalmente em decorrência da dificuldade que os gestores demonstram em gerenciar os desafios inerentes à atividade. Destaca-se, ainda, que a escolha do estudo voltado para o Estado do Piauí é fundamentada pelas particularidades apresentadas pelo nível de desenvolvimento, os potenciais econômicos e a geografia da região. Percebe-se, também, que a matriz de transporte brasileira se compara a nações com área geográfica similar, e apresenta baixos índices de disponibilidade. Deseja-se projetar as possibilidades de melhoria na infraestrutura e quais os maiores gargalos da logística do Estado.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Mapear a infraestrutura de transporte do Estado do Piauí, identificando seu papel no desenvolvimento econômico da região, problemas enfrentados e potenciais ações de melhoria.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1.Revisar a literatura sobre infraestrutura de transporte, com enfase no Estado do Piauí;
- 2.Identificar a importância da disponibilidade da infraestrutura de transporte para o desenvolvimento econômico;
- 3.Avaliar a infraestrutura logística do Piauí e discutir a importância do Porto de Luís Correia para a região;
- 4.Levantar dados sobre a qualidade do transporte ferroviário ofertado para as empresas no Estado do Piauí.

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado conforme demonstrado pela Figura1.

Conforme a Figura1, essa dissertação contém:

- Capítulo 1: A introdução do trabalho e seus objetivos;
- Capítulo 2: A revisão da literatura referente aos conteúdos abordados na pesquisa;
- Capítulo 3: A metodologia utilizada para produção desta dissertação;
- Capítulo 4:Resultados e discussões, artigos , I , II e III;
- Capítulo 5: Considerações Finais, incluindo as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

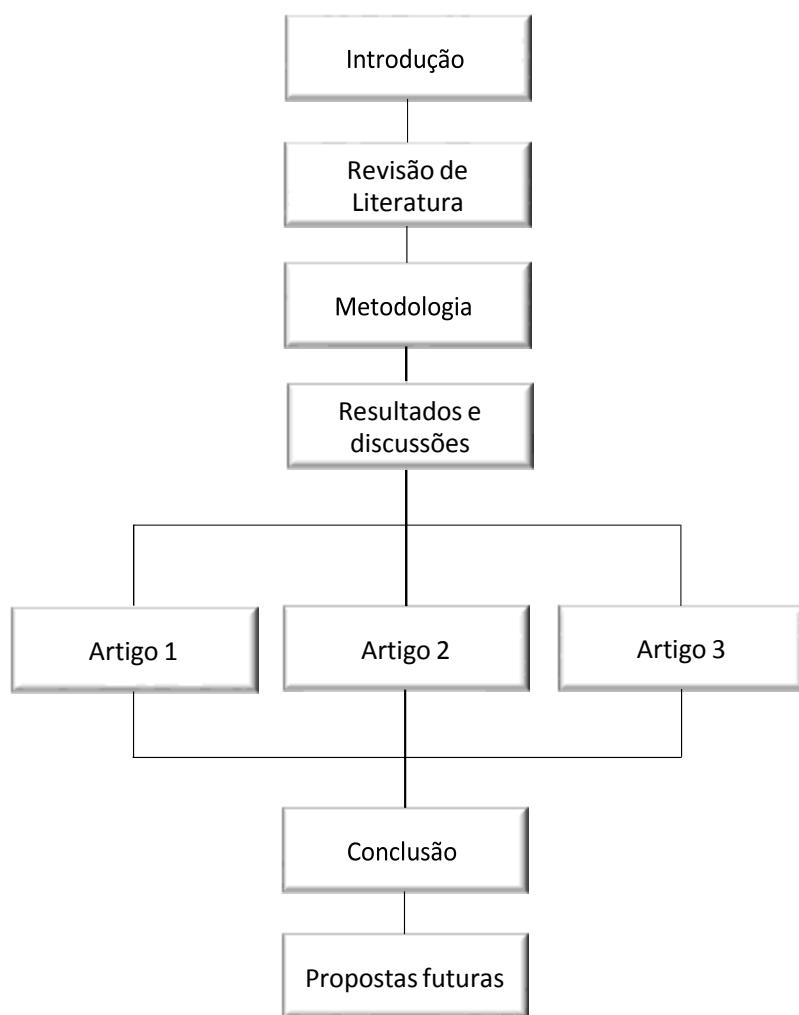


Figura 1: Organização do Trabalho. Fonte: autor

2 Revisão da Literatura

2.1 Logística

Durante muito tempo, as organizações conviveram com limitações, falhas, ausência de tecnologias e de possibilidades de parcerias para alavancar mudanças significativas na visão tradicional da distribuição (Ching,2010). Até o final do século XX, os atrasos nas entregas, a falta de produtos e estoques em excesso eram ocorrências comuns em muitas empresas.

No entanto, essa realidade não condiz mais com o atual contexto empresarial onde os consumidores passam a exigir das empresas um desempenho de operações que possa ser configurado de acordo com as suas especificações individuais. Assim, o tempo de entrega e a logística tornaram-se fatores fundamentais para o planejamento dos processos produtivos e, consequentemente, para o sucesso das empresas (Arnold et al.,1999).

A logística é definida pelo Council of Supply Chain Management Professionals [CSCMP](2016) como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente, e economicamente eficaz, de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes e consumidores. As atividades logísticas dividem-se em primárias e secundárias. Dentre elas o transporte se destaca na atividade primária, dividindo espaço com a manutenção de estoques e processamento de pedidos (Ballou,2009).

A logística desempenha um papel abrangente no ponto de vista empresarial. As suas atividades envolvem operações e ações estratégicas em toda a cadeia de suprimentos, desde os fornecedores das empresas até o consumidor final. Além de produzir bons produtos, é preciso disponibiliza-los rapidamente para o consumo ao menor custo total possível, em busca da maximização da lucratividade. Portanto, os sistemas de transportes são fundamentais para empresas e clientes que visam o produto disponível no local certo, na hora certa e em condições de uso/consumo certo.

Em decorrência das dificuldades enfrentadas por diversas empresas para realizar sua atividade de distribuição, percebe-se que o sistema de transportes brasileiro deveria passar por uma mudança estrutural urgente. O movimento de modernização nas empresas que demandam serviços logísticos cada vez mais eficientes, confiáveis e sofisticados, a fim de manterem-se competitivas num mundo que se globalizou, e onde a logística é, cada vez mais, determinante para o sucesso empresarial, convive com um conjunto de problemas estruturais, que distorcem a matriz de transportes bra-

sileira e contribuem para o comprometimento, não apenas da qualidade dos serviços e da saúde financeira dos operadores, mas também, e principalmente, do desenvolvimento econômico e social do país (Figueiredo et al., 2000).

2.2 Distribuição e Transporte

Um dos responsáveis pelo aprimoramento dos processos de distribuição foi à tecnologia, que aliada à gestão moderna, promoveu uma quebra de paradigma no pensar da relação com o cliente e com os custos logísticos (Hamilton, 2008). Além disso, o aumento dos relacionamentos comerciais também possibilitou que alternativas no mercado fornecedor e de consumo fossem criadas, para conviver com a concorrência acirrada, além de ampliarem o universo da gestão empresarial.

No Brasil, regionalmente, os entraves para distribuição podem ser agravados dependendo de onde se encontram as origens e destinos das cargas, tal como a localização das plantas industriais (Hamilton, 2008). De acordo com Bowersox et al. (2013) 90% da demanda global não é totalmente atendida por fornecedores locais. Este cenário exige uma eficiência operacional do planejamento de *lead time* que incluem as operações de transportes.

As dificuldades de infraestrutura de transporte aumentam o custo do frete e promovem um efeito cascata na cadeia de suprimentos. Como há um déficit no desempenho do transporte, os métodos de compensação de estoques também acarretam aumentos de custos no que tange a manutenção, reposição, além de prejuízos na relação com os clientes (Ribeiro & Ferreira, 2002).

Segundo Figueiredo et al. (2000), o transporte representa, em média, 64% dos custos logísticos. E nas nações com razoável grau de industrialização, os gastos com transporte oscilam ao redor de 6% do PIB. A matriz de transporte no Brasil apresenta-se bem restritiva, dependendo da região apenas um dos tipos de modais está disponível. Normalmente a inexistência de infraestrutura no transporte ferroviário, de aeroportos e portos, tanto quanto equipamentos, dão espaço a prevalecer o transporte rodoviário. Em nações desenvolvidas as empresas públicas e privadas podem avaliar as características de desempenho dos modais no tocante a operações, produtos e custos. No caso do Brasil há poucas situações que isto ocorre (Ribeiro & Ferreira, 2002).

O desempenho dos modais de transporte é avaliado segundo os custos, a velocidade, disponibilidade e consistência (Bowersox et al., 2013). O custo do transporte pode minimizar o custo total do sistema, porém, estradas em condições precárias com elevado custo de manutenção, alto custo do seguro, a falta de padronização dos baús, o alto custo do pedágio, a ausência de fluxos de rotas de navegação, a deficiência das operações nos portos, o elevado custo de transporte rodoviário de contêineres

ida e volta, a baixa frequência de voos, e o elevado custo operacional das companhias aéreas, implicam em gargalos para a eficiência nas operações logísticas.

O perfil da frota brasileira dos transportadores rodoviários autônomos é de uma idade média de 16,9 anos e, entre as empresas, é de 9 anos [Agência Nacional de Transportes Terrestres \[ANTT\]\(2014\)](#). Essa realidade traz resultados negativos às empresas, como a queda de desempenho, o aumento de consumo de combustível, a alta na emissão de poluentes, além dos prejuízos à qualidade de vida da população. Quando comparada a países desenvolvidos, como os Estados Unidos, os desniveis ficam ainda mais evidentes. A frota americana tem idade média de 7,6 anos, o que favorece um melhor desempenho do modal rodoviário nas questões de custos, velocidade e consistência [Fleury\(2012\)](#).

Sob a ótica dos transportes na logística, são discutidos os problemas relacionados à consolidação de cargas para o embarque para aproveitar a disponibilidade física e a capacidade de veículo de transporte no sentido de reunir, em um único embarque, várias cargas que seguem os roteiros de viagem e levam em conta a programação dos veículos em função de sua capacidade e cargas a serem transportadas. A escolha de um modal de transporte vai depender de fatores como a disponibilidade. Não adianta querer utilizar um determinado modal de transporte, se ele não está disponível ,ou mesmo, é inviável para tal localidade.

No Brasil, o modal rodoviário é aquele que detém o maior índice de utilização. Com 61,1% o transporte ocorre por vias rodoviárias, com 20,7% por vias ferroviárias, em sua maioria no transporte de minérios e grãos. O transporte aquaviário representa 13,6%, enquanto que dutoviário, 4,2% e aéreo 0,4% ([Confederação Nacional dos Transportes \[CNT\],2015](#)). É importante ressaltar que as estradas brasileiras estão em situação precária de tráfego, e apenas 12% da malha rodoviária é pavimentada. As estatísticas registram que em relação ao PIB- Produto Interno Bruto, foi investido menos de meio por cento em infraestrutura de transporte. ,

2.3 Infraestrutura de Transporte no Desenvolvimento Econômico

A medida que as nações evoluíram no âmbito do comércio, nas expansões territoriais, nos avanços das explorações dos extrativismos, nos aspectos sociais, nas descobertas tecnológicas, avaliou-se a necessidade do aporte de infraestrutura que amadureceu nas características dos modais, e nos conhecimentos técnicos necessários para a utilização adequada dos mesmos.

Dessa maneira, em matéria de competição mercadológica, o efeito da eficiência logística torna-se precedente para a qualidade nos processos que influenciam os prazos de entrega, e as perdas por avarias das mercadorias em geral. Da mesma forma que com a ineficiência, se depara com aumentos de custos e perda de competitividade

global.

Segundo [Martins\(2009\)](#), a infraestrutura física interrelaciona interesses da comunidade e das empresas. Permite às empresas produzir em níveis mais elevados de eficiência, que resultam em produção com maior rentabilidade e para os mercados mais amplos. O investimento em transporte é estratégico para uma política de desenvolvimento econômico, principalmente se é levada em conta sua alta relação capital- produto, notadamente nas regiões que se encontram em estágios incipientes de desenvolvimento. Embora na prática sejam observadas relações positivas entre incrementos nas facilidades de transportes e acréscimos de produto, tudo indica que os investimentos em transportes devem ser entendidos como a soma de recursos disponíveis que é desviada para a futura geração de um serviço.

Os investimentos contínuos em transporte exercem papéis ativos e passivos no alcance de objetivos de desenvolvimento. Conforme [Dias\(2000\)](#), os transportes podem influenciarativamente o desenvolvimento em situações tais como aquelas em que se depara com a região estagnada, ou mesmo quando se viabiliza determinada fronteira. Seu papel passivo refere-se à situação de uma não-provisão poder retardar o crescimento de uma região: a economia da região cresceria limitada pelo incremento de demanda. Este último papel, porém, tem mais importância na atualidade, em que o crescimento econômico está estreitamente ligado às disponibilidades de abertura de novos mercados.

Cria-se uma discussão ampla quando se busca um consenso sobre o conceito de desenvolvimento econômico. De acordo com [Bassan\(2014\)](#) o desenvolvimento econômico está relacionado a um processo de transformação na estrutura econômica, com uma consequente mudança na qualidade de vida das pessoas. Na sua origem pode estar associado as ações do Estado ou forças empreendedoras associadas a potencialidades locais. O ideal é que haja uma sinergia entre os agentes econômicos para reunir avanços aos empreendimentos sociais que necessitam de um ambiente de negócio favorável para crescer.

O desenvolvimento econômico pode ser definido como as ações políticas que visam promover o bem-estar e a qualidade de vida de uma comunidade econômica ([Schumpeter, 1934](#)). Para mensurar o nível de desenvolvimento econômico toma-se por referência alguns indicadores, como o Produto Interno Bruto, Índice de Desenvolvimento Humano, Índice de Progresso Social, Geração de Tecnologia e Investimento em Pesquisa.

2.3.1 Privatizações e Regulamentação dos Transportes no Brasil

Conforme afirma [Caixeta-Filho & Martins\(2000\)](#), a partir da segunda metade da década de 90, o Brasil intensificou o processo de restruturação do setor de trans-

portes, no sentido de aumentar a participação privada na provisão de serviços, como também, de descentralizar a gestão da infraestrutura e dos serviços para o governo.

Essas reformas afetam significativamente a organização da indústria de serviços de transporte à medida que eliminam a restrições regulatórias, de propriedades operacionais à integração de operadores, por intermédio de fusão entre empresas ou alianças estratégicas, assim como os investimentos em terminais e equipamentos especializados, a fim de agilizar as mudanças e interfaces entre os diferentes modais de transportes.

Internacionalmente, observam-se mudanças profundas nas estratégias operacionais de ferrovias, operadores portuários, empresas aéreas, rodoviárias e de navegação. Estas estão abandonando suas tradicionais práticas modais para se integrarem a sistemas de prestação de serviços multimodais, com o uso intensivo dos recursos modernos de comunicação. No caso brasileiro, esse processo acontece impulsionado pelo movimento recente de ampliação do papel da iniciativa privada na provisão de serviços tanto de operação, como de infraestrutura de transporte.

Conforme consta em registro da [Confederação Nacional dos Transportes \[CNT\] \(2015\)](#), toda a rede de transporte ferroviário de longa distância desde 1990, passou a ser operada e mantida por empresas privadas. Os programas de concessão rodoviária avançam nos níveis federal, estadual e municipal, atingindo a marca de mais de 9.000 quilômetros de estradas. [Martins\(2009\)](#), em sua obra, afirma que as operações portuárias são quase inteiramente privadas, e já se encontra consolidado o arrendamento das principais áreas nos portos públicos a operadores portuários. Há estudos em andamento para ampliar a participação privada nos investimentos da gestão aeroportuária.

Dentro desse ambiente, as decisões de expansão de capacidade, de oferta de serviços e de preços passam a ser determinadas por uma lógica privada e pelas condicionantes e estratégias individuais de cada empresa. Não obstante, as características econômicas do setor de transportes, que deve buscar a operação de sua rede de serviços de forma integrada, tornam o setor alvo natural para a intervenção governamental; seja por meio da propriedade e operação direta, como no passado recente, ou mediante a regulação da atividade privada no setor, que agora se amplia. Essa regulação deve se voltar principalmente para os segmentos com características monopolísticas dessa rede de serviços, e ser entendida tanto no sentido clássico de controles sobre a estrutura de propriedade, estrada de novas empresas, condições de oferta e preços, como também no sentido mais amplo de procurar atenuar falhas de mercado, principalmente oriundas de externalidade de rede e ambientais.

Assim, o já referido trabalho da [Martins & Caixeta Filho\(1998\)](#) afirma, ainda, que a função pública é de regulação, e adquire importância ampliada ao incorporar essa missão de monitoramento da dinâmica do mercado de transportes com o intuito

de buscar elementos de indução dos agentes privados a decisões mais próximas do interesse público. Nesse aspecto, identifica-se que o planejamento multimodal indicativo e o estabelecimento de mecanismos de apoio ao financiamento privado são fundamentais para que possam atenuar os riscos de interdependência associados aos novos projetos de investimento. Sem esses mecanismos, dificilmente se assistirá a uma participação privada significativa na expansão da capacidade de infraestrutura de transportes.

2.4 Infraestrutura Brasileira de Transportes

O retrato da infraestrutura brasileira de transportes vem sendo a principal barreira para a expansão do uso de modais, como o ferroviário, o hidroviário e a cabotagem. Embora o ferroviário esteja entre os menos poluentes e seja um dos mais eficientes para cobrir longas distâncias. O Brasil possui 29 mil km, apenas 10 mil km estão efetivamente sendo utilizados. Os embarcadores nacionais sofrem também com falta de vagões, dificuldades no transbordo e baixa velocidade próximo aos grandes centros, além de problemas de regulação [Fleury\(2012\)](#).

A malha brasileira é oito vezes menor do que a dos Estados Unidos e, dentre os BRICS, só é maior do que a sul-africana, país cuja área territorial é sete vezes menor do que a do Brasil [Central Intelligence Agency \[CIA\]\(2016\)](#). Dos 29 mil km, apenas 10 mil km estão efetivamente sendo utilizados de acordo com a Tabela 01. Os embarcadores nacionais sofrem também com falta de vagões, dificuldades no transbordo e baixa velocidade próxima aos grandes centros, além de problemas de regulação, que dificultam a passagem da carga entre ferrovias operadas por concessionárias diferentes [\(Ribeiro & Ferreira,2002\)](#).

Tabela 1: Comparativa em infraestrutura em diversos países por 1.000 km de via.
Fonte:[Central Intelligence Agency \[CIA\]\(2016\)](#)

País	Área (Milhões)	Rodoviária	Ferroviária	Dutoviária	Hidroviária
Brasil	8,50	214,00	290,0	19,00	14,00
China	9,30	1.576,0	77,00	58,00	110,0
Índia	3,00	1.576,0	63,00	23,00	15,00
Rússia	17,0	755,00	87,00	247,0	102,0
África do Sul	1,20	73,000	20,00	3,000	-
EUA	9,10	4.210,0	227,0	793,0	41,00

Ainda que o modal rodoviário seja o mais utilizado, a sua situação não está muito diferente dos demais. O Brasil tem apenas 214 mil km de rodovias pavimentadas, 20 vezes menos do que os 4,21 milhões km existentes nos Estados Unidos. A

Índia, com pouco mais de um terço do território brasileiro, possui uma malha pavimentada sete vezes maior do que a do Brasil ([Central Intelligence Agency \[CIA\],2016](#)).

O atual quadro da infraestrutura nacional de transportes é reflexo dos baixos investimentos realizados pelos governos que se sucederam no Brasil nos últimos 30 anos. Após direcionar 1,8% do PIB para transportes na década de 1970, o país viu os investimentos no setor caírem abaixo dos 0,2% nos anos seguintes, devido às diversas crises financeiras registradas nesse período ([Ribeiro & Ferreira,2002](#)).

Na tentativa de reduzir as deficiências, o governo lançou o (PAC) Programa de Aceleração do Crescimento. Mas apesar de ampliar o investimento em infraestrutura, o PAC ainda não é capaz de dotar o país com uma estrutura de transporte de primeira linha, que seja eficiente em termos de custos. Devido aos problemas de coordenação, entre 2007 e 2010, o programa resultou em investimentos na área de transportes de apenas 0,74% do PIB, ou R\$65 bilhões, muito abaixo dos quase 2% que eram destinados ao setor na década de 1970.

Ao baixo percentual dos investimentos, soma-se o fato de apenas 7,2% do aporte para transportes terem sido empregados nos modais ferroviários e aquaviário. Ainda assim, esses investimentos estão permitindo a construção das ferrovias Norte-Sul, Oeste-Leste e Transnordestina, que vão proporcionar novos eixos ferroviários para escoamento das *commodities* brasileiras para os principais portos. No setor aquaviário, o Plano Nacional de Dragagem e a construção das eclusas de Tucuruí estão entre os principais projetos do governo, com o último proporcionando aumento significativo na movimentação de cargas na hidrovia Tocantins/Araguaia.

Os problemas na execução das obras do PAC têm provocado críticas por parte dos executivos de logística das maiores empresas do Brasil. Segundo eles, o andamento das obras merece apenas nota média 4,0 (em um intervalo de 0 a 10), e as propostas de logística do PAC somente regulares, com nota média 6,2.

2.5 Transporte Ferroviário

A ferrovia é basicamente um transporte lento de matérias-primas ou manufaturados de baixo valor para longas distâncias. A distância média da viagem é de 861 quilômetros, com velocidade média de 32 quilômetros por hora. A distância média diária para um vagão é de cerca de 91,73 quilômetros diários. As baixas velocidades e pequenas distâncias diárias percorridas, de acordo com [Ballou\(2009\)](#) refletem o fato de que o vagão gasta 88% de seu tempo carregando e descarregando, locomovendo-se de um ponto para o outro a outro dentro do terminal, sendo classificado e agregado em composições, ou mesmo ficando inativo durante uma queda sazonal de demanda. E matéria de distâncias, afirma [Rodrigues\(2008\)](#) que, de acordo com os parâmetros internacionais o transporte ferroviário torna-se viável a partir de distância acima de

500 quilômetros.

Existem duas formas de serviços ferroviário, o transportador regular e o privado. Um transportador regular vende seus serviços para qualquer usuário, sendo regulamentado em termos econômicos e de segurança pelo governo; já o transportador privado pertence a algum usuário particular, que o usa com exclusividade. Devido a seu escopo restrito, este último não necessita de regulamentação econômica. Virtualmente, todo movimento em ferrovias é feito pelos regulares.

O transporte ferroviário é realizado tanto com carga cheia ou carga parcial. A carga cheia refere-se a um carregamento com tamanho predeterminado, geralmente igual ou maior que a capacidade média de um vagão para o qual se aplica uma taxa particular. Hoje a maioria do transporte ferroviário é feita com carga cheia, mostrando a tendência de se caminhar no sentido dos grandes volumes. Vagões com maior capacidade são usados, capazes de transportar 92 toneladas de carga, comparados como antigo vagão de 65 toneladas, em média. Além disso, existem trens carregando um único tipo de mercadoria, com 100 ou mais vagões por composição e redução de frete de ordem de 25 a 40% ([Ministério do Planejamento, 2014](#)).

Segundo [Hadlich \(2011\)](#), as ferrovias oferecem diversos serviços especiais aos contratantes. Podem ser movimentação de granéis, como carvão ou cereais, ou produtos refrigerados e automóveis, que requerem equipamento especial. Existem também serviços expressos, que garantem a entrega dentro de um prazo limitado; permitindo carga ou descarga parcial entre a origem e destino; e flexibilidade para variação de roteiros ou alteração do destino final quando ainda em trânsito.

2.6 Transporte Rodoviário

O transporte rodoviário tem seus pontos positivos e muitas características que levam os usuários do transporte de carga a optar pelo modal rodoviário, sendo o mais utilizado no Brasil. Esse tipo de transporte é ideal para rotas de curta distâncias de produtos acabados ou semiacabados. A distância média por viagem é de cerca de 483 quilômetros para caminhões e transportadoras de aproximadamente 274 quilômetros para veículos de frota própria. A carga média por viagem também é menor do que no caso do ferroviário, sendo mais da metade menor que 5.000 quilos ([Ballou, 2009](#)).

As vantagens inerentes do uso de caminhões são: (i) o serviço porta a porta, de modo que não é preciso carregamento ou descarga entre origem e destino, como frequentemente ocorre com os modos aéreo e ferroviário, (ii) a frequência e disponibilidade dos serviços, e (iii) a sua velocidade e conveniência no transporte porta a porta [Dias \(2000\)](#). Desta forma, seja como alternativa principal para pequenas distâncias, seja como mecanismo de apoio a outras modalidades de transporte, a opção rodoviária estará sempre presente, com participação fundamental no escoamento das cargas

e no transporte urbano de passageiros [Steadie Seifi et al. \(2014\)](#).

O modal rodoviário é capaz de manipular uma variedade de cargas, porém, limitada às restrições de segurança rodoviária, que limitam tamanho e peso de carregamentos. A maioria das cargas deve caber no baú de 40-50 pés usado racionalmente e ter largura e altura inferiores a 8 pés para obter ao gabarito de vias. Equipamento especialmente projetado pode aceitar cargas com dimensões fora desses padrões. Uma outra facilidade no transporte rodoviário é a facilidade de carregamento e descarregamento, por se tratar de um único veículo, tornando-se mais competitivo em volume de cargas médias.

Finalmente, caminhões oferecem entrega razoavelmente mais rápida e confiável de cargas parceladas. O operador rodoviário necessita preencher apenas um veículo antes de despachar a carga, enquanto ferrovia deve lotar um trem. Consequentemente, o modo rodoviário é mais competitivo no mercado de pequenas cargas. Ainda conforme [Conselho Federal de Administração \[CFA\] \(2013\)](#), o transporte rodoviário apresenta a vantagem de chegar a locais aonde outros não chegam. É um modal que apresenta a maior competitividade em distâncias menores. Apresenta facilidades em relação ao manuseio da carga.

Os altos custos relacionados ao transporte rodoviário estão diretamente ligados aos diversos gargalos enfrentados pelo modal. Falta de investimentos no setor, demora na conclusão das obras e infraestrutura precária são alguns dos principais gargalos que os usuários se deparam ao longo das rodovias brasileiras ([Confederação Nacional dos Transportes \[CNT\], 2015](#)). No Brasil apenas 11,9% das rodovias são pavimentadas enquanto 62% enfrentam problemas graves com infraestrutura, como geometria, pavimentação, e sinalização. Os 1,8 milhões de caminhoneiros do Brasil, apesar de enfrentarem todos os problemas já mencionados, são responsáveis por transportarem 1 trilhão de toneladas ano, dos mais diversos tipos de produtos, para todos os cantos do Brasil. A frota do transporte rodoviário de cargas, em 2008 eram 1.666.710 no total, incluído veículos de empresas, autônomos e cooperativas ([Lopes et al., 2008](#)).

2.7 Transporte Aerooviário

Segundo [Chopra & Meindl \(2003\)](#), os itens pequenos de valor agregado elevado ou remessas urgentes que precisam percorrer longas distâncias são os casos indicados para o transporte aéreo. [Ballou \(2009\)](#) destaca o crescimento do mercado de usuários de mercadorias com regularidade para transporte aéreo no segmento de cargas com serviços regulares, mesmo o frete excedendo o valor de frete rodoviário mais de três vezes e quatorze vezes o ferroviário.

A vantagem do modo aéreo está em sua velocidade sem paralelo, principal-

mente para longas distâncias. Jatos comerciais têm velocidade de cruzeiro entre 850 a 900 quilômetros horários, mas a velocidade média entre dois aeroportos é menor, devido aos tempos de taxiamento e espera em cada aeroporto e aos tempos de ascensão até a altitude de cruzeiro e de descida. Entretanto, não se pode comparar esta velocidade média diretamente com a de outros modais, pois ela ainda não inclui os tempos de coleta e entrega da carga, nem os tempos de manuseio de solo. Quando todos estes componentes são somados, obtém-se o tempo de entregas aérea porta a porta. Como as porções mais lentas do tempo total porta a porta são o manuseio e transporte terrestre, o tempo total de entrega pode ser reduzido, de modo que uma operação rodoviária ou ferroviária bem administrada pode alcançar a velocidade oferecida pelo modo aéreo. Evidentemente, podem existir casos particulares onde isto não é verdadeiro.

[Ribeiro & Ferreira\(2002\)](#) destaca vantagens e desvantagens do modal aéreo, sendo as vantagens o fato de ser o transporte mais rápido; não necessitar embalagem mais reforçada (manuseio mais cuidadoso); e os aeroportos normalmente estão localizados mais próximos das áreas mais desenvolvidas que proporcionem retornos para justificar os fluxos. Já quanto as desvantagens, o mesmo cita a menor capacidade de carga; e o valor do frete mais elevado em relação aos outros modais.

A disponibilidade e a confiabilidade do serviço aéreo podem ser consideradas boas sob condições normais de operações. A variabilidade do tempo de entrega é baixa em termos absolutos, apesar do tráfego aéreo ser bastante sensível a falhas mecânicas, condições meteorológicas e congestionamentos. Comparando-se sua variabilidade com o seu tempo médio de entrega, a situação se inverte, pois, se apresenta então como um dos modais menos confiáveis.

A capacidade do transporte aéreo foi sempre restrita pelas dimensões físicas dos porões de carga e pela capacidade de carga dos aviões. Estas restrições vão sendo relaxadas, entretanto, à medida que aeronaves maiores entram em serviço. Por exemplo, aviões “jumbo” como o Boeing 747 e o Lockheed 500 (versão comercial do C-5 militar) podem levantar cargas de 125-150 toneladas. Os custos porta a porta por tonelada-milha devem cair para metade dos custos atuais, devido aos benefícios de novas tecnologias, desregulamentação e programas de melhoria de produtividade. Isto deixará o transporte aéreo mais competitivo com relação aos serviços especiais de transporte terrestre.

O transporte aéreo é vantajoso em termos de perdas e danos. Conforme estudo de [Rodrigues\(2008\)](#), a relação entre custo de reclamação de carga aérea e receita de frete é de apenas 60% do caso rodoviário ou ferroviário. Geralmente, precisa-se de menos embalagem de proteção no frete aeronáutico, desde que o trecho terrestre do mesmo não exponha a carga a danos, e que o roubo no aeroporto não seja excessivo.

[Ballou\(1993\)](#) especifica que no modo aéreo existem os serviços regulares,

contratuais e próprios. O serviço aéreo é oferecido em alguns dos sete tipos: (1) linhas-trocos domésticas regulares, (2) linhas exclusivamente cargueiras, (3) linhas locais, (4) linhas suplementares, (5) taxi aéreo, (6) linhas de alimentação regional e (7) linhas internacionais. Tratando-se de companhias cargueiras, são operadores regulares exclusivamente de carga. Seu serviço concentra-se à noite e seus fretes são geralmente 30% menores do que os das linhas-tronco domésticas.

2.7.1 Transporte Hidroviário

O transporte hidroviário tem sua abrangência limitada por diversas razões devido a dependência de navegabilidade das vias da infraestrutura portuária necessária para a sua atividade. As hidrovias domésticas estão confinadas ao sistema hidroviário interno, exigindo, portanto, que o usuário ou esteja localizado em suas margens ou utilize outro modal de transporte, combinadamente.

Ribeiro & Ferreira(2002) afirmam que o transporte aquático é, em média, mais lento que a ferrovia. Este tipo de transporte pode ser dividido em três formas de navegação, são elas: a cabotagem que é navegação realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou entre esta e as vias navegáveis interiores (até, aproximadamente, 12 milhas da costa); a navegação interior que é realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional e, por fim, a navegação de longo curso, realizada entre portos brasileiros e estrangeiros. A disponibilidade e confiabilidade são fortemente influenciados pelas condições meteorológicas. Um estudo daAgência Nacional de Águas [ANA](2005) explana que há uma tremenda capacidade disponível nos transportadores hidroviários, com comboios de até 40.000 toneladas.

Além do transporte privado, granéis líquidos movidos em embarcações-tanque e outros granéis, como areia, carvão e cereais, são cargas isentas e representam mais de 75% das toneladas-milhas anuais em hidrovia. Afora manusear mercadorias a granel, transportadores hidroviários também levam bens de alto valor, principalmente operadores internacionais. Essas mercadorias costumam ir em contêineres que são transportados em navios especializados (porta-contêineres), para reduzir o tempo de carga ou descarga e para desempenhar melhor operação intermodal.

AindaRibeiro & Ferreira(2002) mencionam que os custos de danos e perdas do transporte hidroviário são considerados baixos comparados com outros modais, pois não é dada maior importância a danos físicos em mercadorias de baixo valor. É preciso substancial embalagem protetora, principalmente devido ao manuseio rude das operações de carga e descarga. O transporte marítimo está sujeito as condições tecnológicas de cada porto.

2.7.2 Transporte Dutoviário

[Ballou\(2009\)](#) afirma que no transporte dutoviário as perdas e danos são reduzidos devido aos líquidos e gases não serem sujeitos a danos na mesma intensidade dos produtos manufaturados e, ainda, devido ao fato de que o número de riscos que podem vir a afetar um transporte dutoviário ser bem limitado. Até hoje, o transporte dutoviário oferece um rol muito limitado de serviços e capacidades. O Petróleo bruto e derivados são os principais produtos que tem movimentação economicamente viável por dutos. Entretanto, existem algumas experiências nos transportes de sólidos em suspensão num líquido, chamado de “pasta fluida” (*slurry*), ou sólidos contidos em cilindros, que se movem dentro de um líquido.

De acordo com[Gomes\(2004\)](#) a movimentação via dutos é bastante lenta, sendo apenas cerca de 3 a 4 milhas horárias. A lentidão é contrabalanceada pelo fato de que o transporte opera 24 horas por dia e sete dias por semana. Isto gera uma velocidade efetiva muito maior quando comparada a outros modos. A capacidade é alta, pois um fluxo de 3 milhas horárias num tubo de 12 polegadas movimenta 338.000 litros por hora. Com relação ao tempo de transito, o transporte dutoviário é o mais confiável de todos, pois existem poucas interrupções para causar variabilidade nos tempos de entrega. Fatores mercadológicos não são significativos e bombas são equipamentos altamente confiáveis. Além disso, a disponibilidade dos outros é limitada apenas por seu emprego por outros usuários.

[Gomes\(2004\)](#) ainda completa que os danos e perdas de produto em dutos são baixos, pois (1) líquidos e gases não estão sujeitos a danos no mesmo grau que produtos manufaturados e (2) a quantidade de perigos que podem ocorrer na operação dutoviária é limitada. Há responsabilidade legal por danos ou perdas, uma vez que dutos tem o mesmo status que transportadores regulares, mesmo que muitos deles sejam de operação própria.

2.7.3 Transporte Intermodal

O usuário de transportes tem uma variada gama de serviços a seu dispor, todos eles girando em torno de cinco modais básicos. Transporte de carga intermodal é definido como movimentação de uma carga, que pode ser desde uma caixa, passando por um automóvel e ir até um container, por um sequência de, no mínimo, dois modais diferentes ([SteadieSeifi et al., 2014](#)).

Os cinco modos podem ser utilizados de maneira combinada, dando sentido ao termo intermodalidade, que significa o uso de mais de um modal em uma operação de movimentação de cargas. Dentre todas as alternativas possíveis, o usuário deve selecionar o serviço ou combinação de serviços que providencie o melhor balanço entre

a qualidade oferecida e custo. Cresceu nos últimos anos a utilização do transporte de mercadorias em processos que utilizem mais de um modal ([Ballou,2009](#)).

Esta tarefa de seleção não é tão complicada como parece à primeira vista, pois as circunstâncias que cercam uma situação particular geralmente reduzem a escolha para apenas poucas possibilidades razoáveis. Para auxiliar esta decisão, o serviço de transporte pode ser encarado com base nas características gerais de todos os serviços. Estes critérios são: custo, tempo médio de entrega, disponibilidade, tempo de transito, perdas e danos.

Uma empresa não obtém sucesso sem uma estratégia bem formada, e a escolha modal na cadeia de suprimentos é de suma importância. A peça chave na intermodalidade é adquirir uma troca de informações eficiente para minimizar problemas de atrasos ([Chopra & Meindl,2003](#)).

Existem dez combinações de serviço integrado intermodal: (1) ferro-rodoviários; (2) ferro-hidroviário, (3) ferro-aeroviário, (4) ferro-dutoviário, (5) rodo-aéreo, (6) rodo-hidroviário, (7) rodo-dutoviário, (8) hidro-dutoviário, (9) hidro-aéreo, (10) aero-dutoviário. Nem todas as combinações mostram-se práticas. Mesmo algumas delas, que são viáveis ganharam pouca aceitação. A [Confederação Nacional dos Transportes \[CNT\] \(2015\)](#) destaca as vantagens da utilização do transporte multimodais de cargas:

- Melhor utilização da matriz de transporte;
- Combinação de modais mais eficientes no ponto de vista energético;
- Aproveitamento do recurso porta a porta.

3 Metodologia

O método de pesquisa no qual se baseia esta dissertação é o indutivo. Segundo [Lakatos & Marconi\(2002\)](#), o método indutivo é o processo no qual, a partir de uma amostra, infere-se uma verdade geral ou universal, que se aplica a outros casos não pertencentes àquela amostra. A natureza da pesquisa é exploratória e, conforme [Gil\(2003\)](#), pesquisas dessa natureza objetivam proporcionar maior familiaridade com problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.

Desse modo, realizou-se a pesquisa de campo com empresas e operadores logísticos em atuação no estado do Piauí. Busca-se promover o entendimento da situação da infraestrutura de transporte no Estado, de modo a sugerir possíveis melhorias na infraestrutura regional para os *stakeholders* envolvidos.

Conforme orientação e regulamento do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, este trabalho é estruturado no formato de Dissertação por artigos, contemplando três artigos científicos que estão apresentados no capítulo quarto sobre resultados. Os artigos, seguem o formato original de acordo com a publicação à qual foi submetido e aprovado, conforme Tabela 02. Para facilitar o entendimento da Dissertação, os trabalhos não são organizados em ordem de publicação, e sim na ordem lógica de discussão dos resultados.

Tabela 2: Lista de Artigos

Ordem	Publicação	Tema	Idioma
Artigo I	APMS – International Conference Advances in Production Management Systems – Foz do Iguaçu – PR – Brasil / 2016	Effects of Transport Infrastructure in Economic Development	Inglês
Artigo II	ENEGEPE - XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Fortaleza-CE – Brasil /2015	Infraestrutura Logística do Estado do Piauí: Situação Atual e Alternativas para Melhorar o Escoamento da Produção do Estado	Português
Artigo III	ILS – Information Systems , Logistics and Supply Chain – Bordeaux – França / 2016	How the Quality of Cargo Railways Service Effects the Competitiveness of Piauí State, Brazil	Inglês

3.1 Metodologia Artigo 1

O primeiro artigo desta Dissertação teve como premissa verificar a relação entre desenvolvimento econômico e infraestrutura de transporte. Como este trabalho tem como finalidade avaliar a infraestrutura logística do estado do Piauí, buscou-se primeiramente identificar se realmente é importante ter uma eficiente infraestrutura de transporte para o desenvolvimento econômico regional.

Assim, a metodologia do primeiro artigo consistiu em um estudo que avalia a relação entre a presença de infraestrutura transporte e o desenvolvimento econômico. Para isso, se utilizou de um relatório, publicado a cada dois anos pelo Banco Mundial, que avalia a logística de 160 países com base na percepção de mais de mil empresários ao redor do mundo. O resultado da avaliação é um Índice de Performance Logístico, conhecido pela sigla LPI (*Logistics Performance Index*) ([Arvis et al., 2014](#)).

O LPI é uma abordagem que tenta captar com precisão a realidade do dia a dia enfrentado pelas empresas. Assim, diversas empresas em cada país pesquisado e de pontos diferentes na cadeia de suprimentos, recebem um questionário para avaliar o desempenho logístico interno em relação a seis áreas:

- I. A eficiência dos serviços alfandegários e de gestão das fronteiras;
- II. A qualidade do comércio e infraestrutura de transportes;

- III. A facilidade de organizar embarques a preços competitivos;
- IV. A competência e qualidade dos serviços logísticos;
- V. A capacidade de controlar e rastrear as remessas;
- VI. A frequência com que as remessas chegam destinatários dentro programado ou prazos de entrega esperados;

Para o primeiro artigo utilizou-se o LPI de infraestrutura de transporte publicado pelo Banco Mundial em 2014 ([Arvis et al., 2014](#)) (Tabela3).

Tabela 3: LPI por país

	País	LPI
1	EUA	4,18
2	China	3,67
3	Japão	4,16
4	Alemanha	4,32
5	França	3,98
6	Reino Unido	4,16
7	Brasil	2,93
8	Itália	3,78
9	Rússia	2,59
10	India	2,88

Fonte: Adaptado de [Arvis et al.\(2014\)](#)

O indicar escolhido utiliza-se da credibilidade do Banco Mundial quanto instituição internacional, além da metodologia contemplada na pesquisa que apurou um universo de operadores logísticos, empresas e transportadores. Para o desenvolvimento econômico utilizou-se o PIB, Tabela4.

Desenvolveu-se uma análise estatística de regressão linear para verificar se países com melhor infraestrutura logística tinha um PIB maior.

3.2 Metodologia Artigo 2

O segundo artigo foi uma pesquisa bibliográfica sobre a infraestrutura logística do Estado do Piauí. Este artigo teve como finalidade uma pesquisa exploratória que permitisse compreender a atual situação da infraestrutura logística. Ao mesmo tempo, buscou-se analisar a viabilidade do Porto de Luís Correia como alternativa para saída

Tabela 4: Produto Interno Bruto

País	PIB (milhões de dólares)				
	2010	2010	2012	2013	2014
EUA	15.060	15.060	16.163	16.768	17.416
China	5.815	6.989	8.461	9.469	10.355
Japão	5.458	5.855	5.954	4.898	4.769
Alemanha	3.391	3.629	3.539	3.635	3.820
França	2.671	2.808	2.681	2.807	2.902
Reino Unido	2.137	2.481	2.630	2.523	2.847
Brasil	2.350	2.518	2.513	2.243	2.244
Itália	2.060	2.246	2.074	2.071	2.129
Rússia	1.479	1.791	2.016	2.096	2.057
India	1.727	1.843	1.831	1.876	2.047

Fonte: Adaptado de [International Monetary Fund \[IMF\]\(2015\)](#)

e entrada de produtos no Estado. Assim, foram simuladas as distâncias entre algumas regiões do Estado e os Portos vizinhos, e comparado com a redução de trajeto decorrente da entrada em operação do Porto de Luís Correia (Tabela5).

Tabela 5: Distâncias regiões do estado do Piauí até Portos regionais

Origem / Cidades	Portos Destino (em km)			
	Pecém	Suape	Itaqui	Luís Correia
Teresina	566	1161	431	350
Campo Maior	482	1165	514	264
Piripiri	404	1241	472	184
Parnaíba	431	1286	434	13,5
Picos	553	848	744	592
Bom Jesus	1080	1328	959	964
Uruçuí	1003	1297	737	844
Corrente	1305	1398	1184	1190

As regiões utilizadas na pesquisa foram escolhidas de acordo com a sua relevância para o desenvolvimento econômico do Piauí. Existem regiões econômicas do Estado que se destacam com produtos específicos, como é o caso das região central Teresina que prevalece a concentração de Indústrias, no cerrado a região Sul com o plantio de soja, e a região Sudeste do Estado com as jazidas de minério de ferro. (Figura2)



Figura 2: Polos produtivos do Piauí

3.3 Metodologia Artigo 3

O terceiro artigo trata de um estudo realizado com empresas do Piauí com múltiplas perspectivas sobre a qualidade da infraestrutura ferroviária do Estado. Aplicou-se um questionário junto aos maiores importadores do Piauí com o propósito de mensurar a qualidade do transporte ferroviário. O levantamento tinha como objetivo verificar a incidência de utilização do transporte ferroviário e as razões para pouca utilização do serviço.

A entrevista abrangeu as três maiores empresas importadoras do Estado. O questionário foi aplicado de forma presencial com os executivos das empresas que representam 78,26% do universo do valor financeiro das importações do Estado no ano de 2014.

Além disso, foi entrevistado o único operador do transporte ferroviário do Piauí para relatar a atuação do transporte sobre os trilhos no Estado e prospecção de projetos futuros.

Por fim, foi entrevistada, também, uma empresa distribuidora de combustíveis que utiliza o sistema ferroviário para receber combustível em Teresina. A lista das empresas da pesquisa está resumida na Tabela 6 e os nomes são preservados por questão de confidencialidade dos dados.

Tabela 6: Universo da pesquisa Artigo III

Empresas	Atividades
Alpha	Operador Ferroviário
Beta	Indústria de Fertilizantes
Gamma	Indústria de Bicicletas
Sigma	Indústria de Bobinas da Aço
Delta	Distribuidor de combustíveis

4 Resultados e Discussões

4.1 Artigo 1

Esta seção apresenta o primeiro artigo intitulado de "Effects of Transport Infrastructure in Economic Development ", aprovado e apresentado no APMS – International Conference Advances in Production Management Systems – Foz do Iguaçu – PR – Brasil / 2016 mantém o padrão das configurações originais da Revista/Periódico/Congresso em que foi submetido.

4.2 Artigo 2

Esta seção apresenta o primeiro artigo intitulado de "Infraestrutura logística do Estado do Piauí: Situação atual e alternativas para melhorar o escoamento da produção do Estado", aprovado e presentado no ENEGEP – Fortaleza-CE – Brasil. O artigo mantém o padrão das configurações originais da Revista/Periódico/Congresso em que foi submetido.

4.3 Artigo 3

Esta seção apresenta o segundo artigo intitulado de 'How the Quality of Cargo Railways Transportation Service effects the Competitiveness of Piauí state,Brazil' aprovado e apresentado no ILS - Information Sytems Logistics and Supplay Chain Conference Bordeuax França. O artigo mantém o padrão das configurações originais da Revista/Periódico/Congresso em que foi submetido.

Effects of Transport Infrastructure in the Economic Development

José Alberto Alencar Luz^{1,2}, João Gilberto Mendes dos Reis¹, Fábio de Araújo Leite^{1,2}, Karmem Weruska Fortes de Araújo^{1,2}, and Gorthon Moritz^{1,2}

¹ Paulista University, Postgraduate Studies Program in Production Engineering,
Dr. Bacelar St. 1212, São Paulo, Brazil

² Faculdade Santo Agostinho, Walter Alencar, 665, 64.019-625 Teresina, Brazil
josealberto@socimol.com.br

Abstract. This paper investigates the relationship between transport infrastructure and economic development. The analysis considers a sample of the ten countries with the highest Gross Domestic Product (GDP) among 2010 to 2014. The GDP is correlated to the Logistic Performance Index of the World Bank (LPI) using linear regression. The results showed that there is not a relationship between the two variables, but suggest that this relationship is positive when considering the GDP per capita of the ten countries surveyed.

Keywords: Logistics Infrastructure, LPI, GDP, Linear Regression.

1 Introduction

Previous work has mentioned a relationship between transport infrastructure and economic development of a country or region [1]. Transportation is economically and socially vital for the countries and the result of their investments has impacts in the following decades [2]. In addition, transportation is a critical ingredient in the economic development supporting this growth and also important for the well-being of the population [3]. However, it is necessary to understand the extent of this relationship and what economic development factors are associated with transport infrastructure.

There are several factors that can discuss of economic development, among which the Gross Domestic Product (GDP), the Human Development Index, and the Distribution of Income. It is important to mention that, transport infrastructure is associated with the extent of various types of network, its usability, and quality.

Morais Aragon was the first one that pointed that the investments in the urban transport sector in Brazil generate economic growth, but he did not make a quantitative approach, which makes it impossible to a study to confirm the empirical analysis [4]. Bertussi and Ellery Junior investigated the results of public spending on transport in Brazil between 1986 and 2007. The results showed that public investment in transport causes positive effect and it is statistically significant on the economic performance of the Brazilian states [5].

Despite this evidence, it wonders whether countries and regions that have better transportation infrastructure are related to a higher gross domestic product. Generally, the GDP has been used to establish the percentage of investments in the country's transport. Thus, the percentage that countries have invested in transport between 1995 and 2009 has been an average of 1% per year [2]. Whereas GDP varies depending on the country's wealth, it can be assumed that the economically richest countries invest more in transport and therefore have a better infrastructure that influences in trade. This creates a circle that shows the gap between rich and poor countries.

This work seeks to answer this research gap, in other words, if there is a direct influence of the transportation infrastructure and the country's GDP. Thus, the purpose of this article is to assess the importance of transport infrastructure in relation to GDP for the ten largest economies and position Brazil in this scope. To conduct this study it was established a comparison of transport infrastructure in relation to GDP using a linear regression model.

2 Theoretical Background

The GDP is the value of all production of goods and services occurred in a particular place and it can be measured within the country's borders, in a state, county or region, in certain period [6]. It is considered by most researchers of the economy as the main indicator of the wealth of a country and covers three main groups of activities: agriculture, industry and services. The importance of GDP is based on the fact that there are standards it should be calculated, allowing comparisons between study sites. It is an indicator widespread and applied in various analyzes, being one of the main ways to measure the level of development and economy of certain locations.

It is important to highlight that the infrastructure of a region promotes quality of life for residents, as it induces physical interaction of locations, enabling a good performance of the flow of people, goods, and conveyances. Rostow et al. in his theory of stages of development, advocated that any growth impulse "has been preceded, almost without exception, by a substantial accumulation of investments in transport and other public works [7].

In this reasoning, the authors go on to assert that "the most important functions of these investments have been, therefore, reduce transport costs, enable an efficient combination of resources, expand the domestic market and make possible an effective conduct of international trade" [7].

Rozas and Sánchez's work provides an excellent summary of the main empirical studies in this respect of possible economic development relationship with the infrastructure [8]. According to the authors, the first measurements date back to Aschauer's study in the 90s, which measured the impact on the product at the national level in the United States, investment in public works and improvement of related services during the period of 1945-1985. Overall, the author found an elasticity of investment to the growth of 0.39, meaning an increase of 10% in infrastructure investments would allow an increase of 3.9% in the domestic product

[8, 9]. These estimates seem quite high, resulting in a broad debate about them, especially in the econometric field, since apparently, there were problems of definition and omitted variable and endogeneity. However, numerous studies with different methods and specifications found the positive relationship between infrastructure and growth.

More recent studies, such as Liu Yu ones, made for a Chinese economy, corroborate this positive relationship between infrastructure investment and economic growth. [10]. In effect, the author found that for the period of 1978-2009, investment in public infrastructure was a “long-term unidirectional positive impact, in the aggregate product” [10]. The elasticity found by Liu Yu, for the case of China, was 0.24, meaning that a 10% increase in investment in infrastructure would leverage the product in 2.4% [10].

For the specific case of Brazil, the work of Araujo Junior found that infrastructure investments are positively related to economic growth, especially in the long term [1]. In the short term there is also a positive influence, by means of aggregate demand, but to a lesser extent than that achieved in the long run. In their latest work Bertussi and Ellery measured the impact of public spending in transportation in the Brazilian states of the growth rate for the period of 1986-2007, finding a positive and statistically significant effect, realizing a positive contribution to reducing income inequalities between them [5].

Regarding the economic aspect Mallon [11] states that the existence of a transport system is one of the essential differences of subsistence system to a market economy, as it provides an economic integration at various levels. That is, without an adequate transportation system, you cannot have a market economy, hence the importance of studying and understanding the content.

Already Aschauer considered the pioneer in the study of the effect of transport infrastructure on economic growth, says that although there was always consensus among economists that a well-developed transportation infrastructure benefits from economic growth, so far, there are no studies that prove this premise in practice [9].

In this sense, Banister and Berechman [12] emphasize that investments in transport infrastructure provide long-term economic development and states that, while necessary to generate economic growth, it is not enough.

3 Methodology

This article aims to investigate the possible relationship between transport infrastructure and economic development, in this case, linked to GDP. For GDP we used the values for the ten largest economies in the period between 2010-2014, according to Table 1. This research develops simulation considering two situations. The first relating the conventional GDP with LPI and the second GDP per capita with the same LPI.

For transport infrastructure reference was chosen the logistics performance index (LPI) established by research conducted by The Word Bank, the reference

Table 1. GDP growth of the ten largest economies in the years 2010-2014

Country	GDP (billion dollars)				
	2010	2011	2012	2013	2014
USA	15,060	15,060	16,163	16,768	17,416
China	5,815	6,989	8,461	9,469	10,355
Japan	5,458	5,855	5,954	4,898	4,769
Germany	3,391	3,629	3,539	3,635	3,820
France	2,671	2,808	2,681	2,807	2,902
RU	2,137	2,481	2,630	2,523	2,847
Brazil	2,350	2,518	2,413	2,246	2,244
Italy	2,060	2,246	2,074	2,071	2,129
Rússia	1,479	1,791	2,016	2,096	2,057
India	1,727	1,843	1,831	1,876	2,047

year 2014 [13]. This survey refers to an international score using six key dimensions for logistics performance of countries. The scorecard allows comparisons with the world (with the option to display the best performance of the world) on the six indicators and the overall index LPI. The logistics performance is the weighted average of the scores of countries on six dimensions. The used index of the six indicators is only the transport infrastructure. The data used in the ranking comes from a survey of logistics professionals, where questions are asked about the foreign countries in which they operate. The LPI represents respectively each country as Table 2.

Table 2. Indicator of transport infrastructure performance

Countries	LPI
USA	4.18
China	3.67
Japan	4.16
Germany	4.32
France	3.98
UK	4.16
Brazil	2.93
Italy	3.78
Russia	2.59
India	2.88

The sources used to collect data were from The Word Factbook [14], Word Economic Outlook Database [15], National Transport Confederation (CNT) [16], Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) [17], and Logistics Performance Index [13].

Data were analyzed using Microsoft Excel software &v. 13. A linear regression was used to verify the correlation between GDP and LPI variables, the first considered the dependent variable and the second variable the self-contained.

4 Results

To understand the research question in the first place we developed an average of the conventional GDPs between 2010 and 2014. From the result of this average, we related it to the LPI index for each country as can be seen in Figure 1.

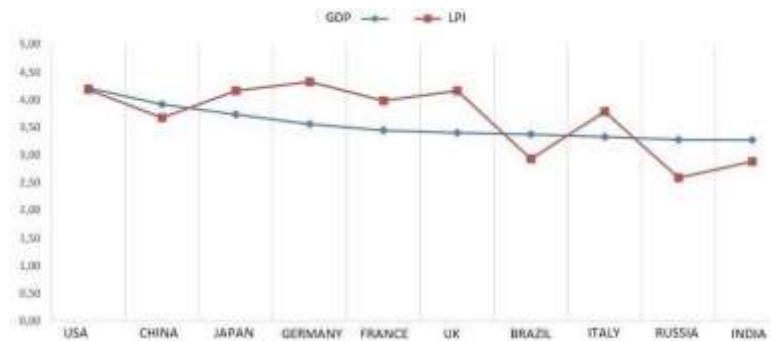


Fig. 1. GDP versus LPI

We conclude that although the LPI is different among the ten largest economies in the world, the GDP value of countries remained largely stable over this period, suggesting no influence of the performance of economic countries, which somehow contrasts the results presented by World Bank [13].

Using data collected from the survey, we seek to validate or not the highlighted conclusions and it was considered the following equation.

$$\ln(\text{GDP}) = \alpha - \beta \text{LPI} \quad (1)$$

Where $\ln(\text{GDP})$ we take the logarithms of GDP and LPI refers to Logistics Performance Index of the World Bank.

It was chosen to extract the logarithm of GDP to achieve a normal linear equation and to use Ordinary Linear Squares (OLS) for verification of the hypothesis. This is a technique used in Econometrics to reduce the size of the number and Facilitate comparison in the ordinary linear squares [18, 19]. The regression results are presented in Table 3.

According to Crespo the analysis of collinearity correlation is in the trial of R - SQUARE where if $0.3 \geq r < 0.6$, there is a relatively weak correlation between variables and $0 > r < 0.3$, the relationship is very weak so, it was not possible to

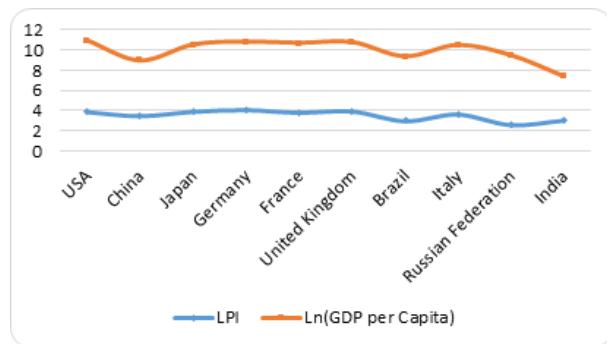
Table 3. Regression Result

Statistical Regression	
R MULTIPLE	63,91%
R-SQUARE	40,85%
R-SQUARE SET	0,383
ERROR STANDARD	0,47653
SAMPLE NUMBER	50

conclude many things about the relationship between the variables under study [20].

A confidence level of 95% was used, after the regression calculation, it can empirically demonstrate that there is a relatively weak correlation between the variables, because the regression explains only 40.85% of the cases. Thus, this study failed to establish the relationship between variables. However, there has been the need to use more sample data to confirm or reject the hypothesis. The data analyzed are limited to the years of 2010-2014, so it is not possible to generalize that in a wider range of GDP continues to be a relatively weak correlation.

However, when analyzing the correlation between GDP per capita and the LPI, it shows a high correlation between variables (0.722). Analyzing the LPI and $\ln(\text{GDP per Capita})$ of the countries, as shown in Figure 2.

**Fig. 2.** LPI versus GDP per Capita

With the exception of India, the countries with higher GDP per capita have a higher index of the average LPI, which considers the World Bank surveys in 2007, 2010, 2012 and 2014.

To check whether there would be significant change in the regression model, it was remade linear regression considering the GDP per capita and the result is shown in Table 4.

Table 4. Regression Result

Statistical Regression	
R MULTIPLE	72,22%
R-SQUARE	52,10%
R-SQUARE SET	0,461
ERROR STANDARD	0,83389
SAMPLE NUMBER	10

The model fits better with R Multiple value above 0.7 and regression explaining 52.1% of cases. Of course it is necessary to considerer the smaller sample size, and although there is more adhesion, it would not be possible to conclude that the LPI directly influences GDP.

5 Conclusions

This paper aims to highlight the relationship between logistics performance index of the ten largest economies in the world in relation to GDP. After the development of a linear regression model it is concluded that there is no relationship between the LPI and GDP for countries in the selected sample. However, a second analysis suggests that this relationship exists between LPI and the GDP per capita, with a strong correlation between the following variables (0.722).

The next step of this research would be searching for more data to confirm or refute the hypothesis that the LPI is related to GDP per capita. In addition, it intends to verify whether this relationship can be assigned regionally, in the specific case considering the Brazilian states by developing an equivalent regional index to LPI.

References

1. Araújo Júnior, I.T.d.A.: Investimentos em infra-estrutura e crescimento econômico no Brasil. *Revista Economia e Desenvolvimento* 5(2), 161–188 (2006), <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/economia/article/view/3849>
2. OECD/ITF: Spending on Transport Infrastructure 1995–2011. Tech. rep. (2013)
3. OECD/ITF: Understanding the Value of Transport Infrastructure. Tech. rep. (2013)
4. Moraes, A., Aragão, J.: Gasto público em infraestrutura de transporte é produtivo. In: XVI Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. ANTP, Maceio (2007)

5. Bertussi, G.L., Ellery Junior, R.: Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil. *Journal of Transport Literature* 6(4), 101–132 (2012), <http://www.pesquisaetransportes.net.br/relit/index.php/relit/article/viewArticle/317>
6. Gay, A.L., Kohler, R.: Projeto de teste de correlação entre o vab serviços e o vab total de municípios do rio grande do sul no período 1999-2012. *Salão do Conhecimento* 1(1), 1–5 (Aug 2015), <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/4935>
7. Rostow, W., Baker Jr, R., Rex, G.: *The Economics of Take-Off into Sustained Growth*. Palgrave Macmillan, London, UK (1963)
8. Rozas, P., Sánchez, R.: Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual. Naciones Unidas, CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago (2004)
9. Aschauer, D.: Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics* 23(2), 177–200 (1989), http://econpapers.repec.org/article/eeemoneco/v_3a23_3ay_3a1989_3ai_3a2_3ap_3a177-200.htm
10. Liu, Y.: Public infrastructure investment and economic growth in China: an empirical analysis using VAR. *Tese Economy*, Ottawa, Ontario (2011)
11. Mallon, R.: Transport and economic development. *Economic Digest* Summer(1), 8–13 (1960)
12. Banister, D., Berechman, J.: Transport and economic development. UCL, Santiago (2000)
13. Arvis, J.F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C., Raj, A.: *Trade Logistics in the Global Economy: The Logistics Performance Index and Its Indicators*. The World Bank, Washington (2014), www.worldbank.org/, www.worldbank.org/lpi
14. CIA: *The World Factbook* (2016), <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
15. IMF: *World Economic Outlook Database October 2015* (2015), <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/02/weodata/index.aspx>
16. CNT: *Confederação Nacional do Transporte* (2016), <http://www.cnt.org.br/>
17. IBGE: *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, <http://www.ibge.gov.br/home/>
18. Head, K., Mayer, T.: Chapter 3 - Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook. In: Gita Gopinath, E.H.a.K.R. (ed.) *Handbook of International Economics, Handbook of International Economics*, vol. 4, pp. 131–195. Elsevier (2014), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444543141000033>
19. Bensassi, S., Márquez-Ramos, L., Martínez-Zarzoso, I., Suárez-Burguet, C.: Relationship between logistics infrastructure and trade: Evidence from Spanish regional exports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 72, 47–61 (Feb 2015), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856414002845>
20. Crespo, A.: *Estatística Fácil*. Saraiva, São Paulo, 19 edn. (2009), <http://www.saraiva.com.br/estatistica-facil-19-ed-2635231.html>

INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA DO ESTADO DO PIAUÍ: SITUAÇÃO ATUAL E ALTERNATIVAS PARA MELHORAR O ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO DO ESTADO



JOSE ALBERTO ALENCAR LUZ (UNIP)
josealberto@socimol.com.br
Joao Gilberto Mendes dos Reis (UNIP)
betomendesreis@msn.com
Helcio Raymundo (UNIP)
helcioru@uol.com.br
ANTONIO GOMES SALES FILHO (UNIP)
SALESF@GMAIL.COM

A infraestrutura de transporte é um aporte fundamental para o desenvolvimento do país. Neste cenário é importante discutir a realidade da disponibilidade estrutural dos modais de transportes no Brasil, e comparar com o contexto do estado do Piauí. Principalmente, devido à incidência do transporte na atividade logística. Este artigo teve como objetivo simular hipóteses da existência do Porto de Luís Correia no Piauí como um meio para as exportações. Os resultados demonstraram consideráveis diferenças nas distâncias do corredor atual de exportação utilizando outros portos do Nordeste, em relação à hipótese apresentada. Além de criticar a cobertura do projeto original da Ferrovia Transnordestina, que não considera trechos do estado que apresentam potenciais econômicos.

Palavras-chave: Infraestrutura de transporte; Modais de transporte; Exportações; Logística;



1. Introdução

Promover uma discussão sobre a oferta de infraestrutura é um aspecto relevante em diversos países (ALVES, 2013). De acordo com a pesquisa da FUNDAÇÃO DOM CABRAL (2014), a incidência dos custos logísticos no Brasil é um entrave para o desenvolvimento do país, pois se comparadas com outras nações, ainda se necessita de um melhor desempenho dessas operações, principalmente no transporte. O transporte é componente básico do sistema logístico, que pode promover a competitividade nos custos finais das cadeias produtivas.

Desse modo, no âmbito da infraestrutura, o segmento de transporte realiza um papel de destaque, uma vez que é responsável por promover o encurtamento das distâncias entre as regiões e o aumento do acesso a bens e serviços para população, reduzindo custos de transferências das mercadorias necessárias ao sistema produtivo. O desempenho do setor de transportes se propaga claramente para o resto da economia nacional, influenciando diretamente a competitividade dos demais setores.

Segundo Costa (2010) em um país de dimensões continentais como o Brasil a infraestrutura sempre estará voltada para atender a pelo menos um entre três objetivos: a integração, a formação de mercados, ou a indução ao desenvolvimento da irrigação econômica.

No caso brasileiro existe um potencial inexplorado, uma vez que o país dispõe de uma considerável bacia hidrográfica, uma expressiva faixa litorânea de mais de 8.000 quilômetros, e recursos naturais que são fontes viáveis de matéria prima para o seu desenvolvimento. Isso enfatiza a necessidade da interligação dos polos produtivos mediante a melhoria do sistema de infraestrutura de transporte.

Um exemplo dos problemas de infraestrutura de transportes brasileiros e a necessidade de melhoria é o do estado do Piauí, pertencente à região nordeste do país, possui uma área de 251.611 quilômetros quadrados e uma linha litorânea de 66 quilômetros. A soma das rodovias do estado com pavimentação asfáltica totaliza 3.026 km (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT, 2014), enquanto a malha férrea é restrita com apenas 200 km (CNT, 2014). Além disso, possui dois grandes rios conhecidos como Rio Parnaíba, com 1.700 quilômetros, e o Rio Gurgueia com 750 quilômetros de extensão (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ, 2009), porém sem utilização de transporte.

O estado do Piauí tem seu foco produtivo em cadeias agroindustriais como Caju, Soja, Carnaúba, Algodão, entre outros. Em matéria de exportação os maiores destaques são a Soja com 64,59%, seguida da cera de Carnaúba com 20,82%, Algodão 4,73%, produtos Químicos 2,64%, Couros 2,05% e Mel 2,00% (CENTRO DE PESQUISAS ECONOMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ - CEPRO, 2012). Na Tabela 1 pode-se observar as atividades econômicas do estado.

Tabela 1 – Participação das atividades econômicas do Piauí

Atividade/ano	2006	2007	2008	2009	2010
Agropecuária	9,51%	8,22%	10,9%	10,16%	6,2%
Indústria	12,79%	16,94%	16,19%	16,98%	18,47%
Serviços	77,71%	77,84%	72,91%	72,86%	75,33%

Fonte – CEPRO (2012)

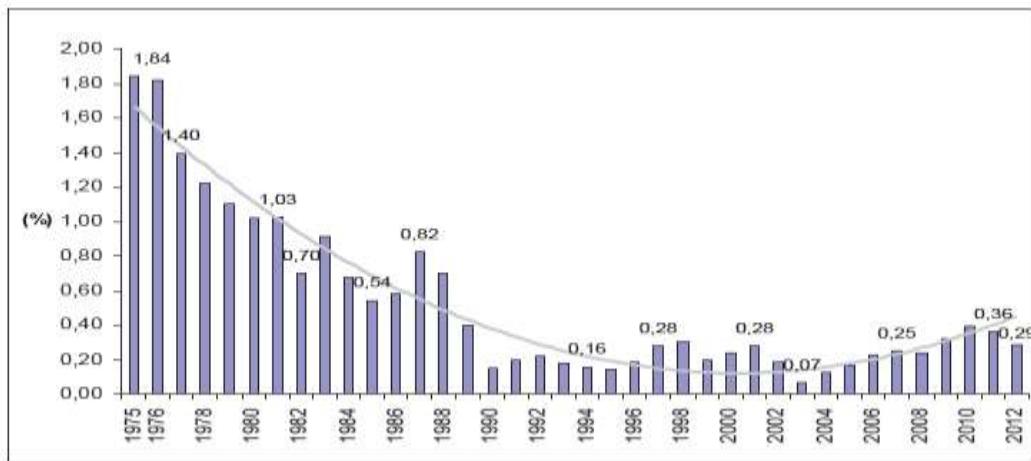
Diante desse cenário, o presente artigo pretende discutir a situação atual da infraestrutura logística do estado Piauí, buscando apresentar os principais problemas enfrentados pelo estado, com o objetivo de explorar os mais relevantes entraves. Para isso, faz uma revisão bibliográfica nos documentos dos principais agentes atuantes no estado.

2. A importância do transporte na infraestrutura

Na origem dos problemas estruturais estão as questões de priorização de investimentos governamentais, regulação, fiscalização e custo de capital, que levaram o país à dependência exacerbada do modal rodoviário e, como consequência, a baixos índices de produtividade, ao elevado nível de insegurança nas estradas, à baixa eficiência energética e a altos níveis de poluição ambiental.

Percebe-se que a trajetória de rápido crescimento das atividades de transportes não foi acompanhada pelos investimentos necessários à manutenção e à expansão da infraestrutura correspondente. Pelo contrário, o que se observou foi uma redução dos investimentos como percentual do PIB. Entre 1975 e 2002, os investimentos em infraestrutura de transporte caíram de um patamar de 1,8% do PIB para 0,29% (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT, 2014), conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Investimento em infraestrutura de transporte % PIB



Fonte: CNT (2014)

Como consequência, o Brasil possui hoje uma oferta de infraestrutura de transporte insuficiente para suas necessidades, e bem inferior à de outros países de dimensões territoriais similares. Utilizando, como medida de oferta, a densidade das malhas de transportes, ou seja, quilômetros de vias por quilômetros quadrados de área territorial, verifica-se que o índice brasileiro de 26,4% é bastante inferior ao da China com 38,3%, ao do México com 57,2% e ao dos EUA com 44,7%. Ou seja, a disponibilidade de infraestrutura de transporte no Brasil equivale a 69% da encontrada na China, 46% no México e 6% nos EUA (INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN - ILOS, 2013), conforme Tabela 02.

Tabela 2 – Infraestrutura de transporte nos países

País	Estradas	Ferrovias	Dutovias	Hidrovias
	Pavimentadas (milhões km)	(mil km)	(mil km)	(mil km)
E.U.A	4,21	227	793	41
China	1,58	77	58	110
Índia	1,57	63	23	15
Rússia	1,00	87	247	100
Canadá	0,52	47	99	0,6
Brasil	0,21	29	19	14

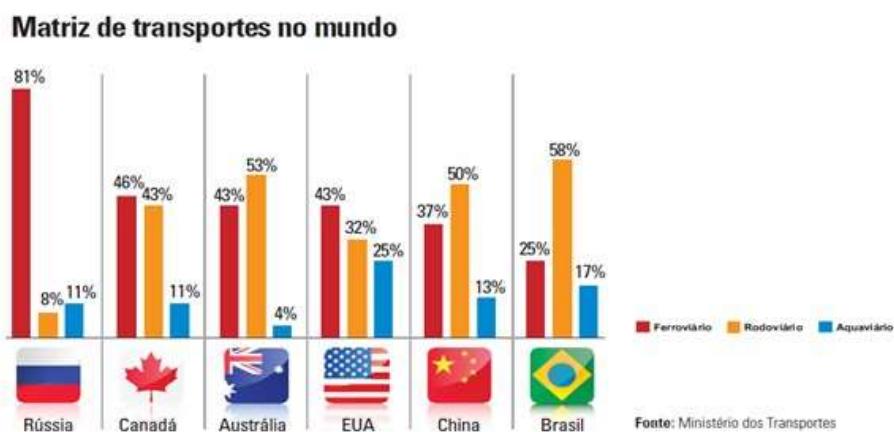
Fonte: Adaptado de ILOS (2011)

Ao analisar-se a matriz de transporte brasileira, Figura 2, constata-se a grande dependência do modal rodoviário, cerca de 60% dos transportes de cargas no país é realizado por este modal de transporte (MINISTÉRIO DO TRANSPORTE, 2014). No caso do estado do Piauí, este número é ainda maior pela baixa disponibilidade dos demais modais de transporte.

Entre as diversas atividades logísticas, o transporte é a principal preocupação das empresas, uma vez que representa a maior parcela do custo logístico final. No Brasil, de acordo com pesquisa realizada pelo ILOS (2013), as empresas brasileiras gastam cerca de 67% do total despendido com logística em transportes.

Outra consequência preocupante da escassez de investimentos no sistema de transportes é o estado de conservação das vias. No caso das rodovias, cerca de 78% das estradas encontram-se em condições inadequadas de tráfego. Nas ferrovias, a má conservação das vias reflete-se nas baixas velocidades médias praticadas, reduzindo de forma significativa a produtividade dos ativos ferroviários. No caso dos portos, os baixos investimentos resultam em baixa produtividade na movimentação das cargas. Enquanto o padrão internacional é de 40 contêineres movimentados por hora, no Brasil (CNT, 2014).

Figura 02 – Matriz de transportes no Mundo



Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2014)

Os sistemas de transportes são fundamentais para garantir a possibilidade das empresas para competitividade. Em todo o mundo os sistemas de transporte passam por mudanças significativas a partir de avanços tecnológicos, infraestrutura e métodos de gestão. O Brasil vive um cenário peculiar, os transportadores não medem esforços para modernização dos processos logísticos, por outro lado, convive com graves deficiências na infraestrutura. Observa-se uma distorção na matriz de transporte brasileira, dominada por um modal rodoviário altamente deficiente e que contribui para não evolução da eficiência (FLEURY, 2006).

Em decorrência das dificuldades enfrentadas por diversas empresas para realizar sua atividade de distribuição, percebe-se que o sistema de transportes brasileiro deveria passar por uma mudança estrutural urgente. O



movimento de modernização nas empresas, que demandam serviços logísticos cada vez mais eficientes, confiáveis para se manterem competitivas no mundo globalizado coloca a num papel cada vez mais determinante para o sucesso empresarial. O país convive com um conjunto de problemas estruturais, que distorcem a matriz de transportes brasileiros e contribuem para o comprometimento, não apenas da qualidade dos serviços e da saúde financeira dos operadores, mas também, e principalmente, do desenvolvimento econômico e social do país.

3. Metodologia

Este trabalho consiste em uma pesquisa exploratória que visa entender a atual situação da infraestrutura de transporte no estado do Piauí para propor melhorias na infraestrutura que possibilitem melhorar o estado atual e desenvolver alternativas de melhorias para as empresas que nele atuam. Para isso o trabalho foi dividido da seguinte forma:

- Foi realizada uma pesquisa junto aos órgãos competentes para identificar a estrutura atual dos transportes rodoviário, ferroviário, aéreo e aquaviário do Piauí. Levantou-se também os dados da economia de cada região do estado. Identificou-se os segmentos de atuação mais fortes da economia, com o intuito de atrelar à necessidade do modal.
- Comparou-se as distâncias atuais de transporte e simulou-se o impacto na redução dessas distâncias caso o Porto de Luis Correia/PI estivesse ativo
- Por fim, analisou-se os resultados, os projetos em andamento e quais hiatos devem ser preenchidos para ampliar o desenvolvimento do Estado.

4. Resultados e Discussões

4.1 Potenciais econômicos do Piauí

Apesar das opções de análises da infraestrutura serem bem abrangentes aos diversos segmentos da economia, este trabalho irá-se ater a verificar a necessidade de disponibilidade de infraestrutura de transporte para as exportações dos produtos identificados na Tabela 3.

Tabela 3 - Faturamento e produtos exportados 2012

Produto	2012 Faturamento (US\$ 1,00)	%
Grãos de Soja	145.705.89 5	64,59
Ceras Vegetais	47.000.95 0	20,82
Mel	4.523.02 5	2,00
Algodão	10.684.43 8	4,73



Courros e Peles	4.641.03 7	2,05
Produtos Químicos	5.969.87 1	2,64
Milho em Grãos	3.200.82 6	1,41
Quartzitos	1.323.98 4	0,58
Pescados	1.710.16 8	0,75
Castanha de Caju	432.47 0	0,19
Outros	536.51 2	0,23
Total	225.729.176	100,00

Fonte – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – DAEX (2015)

4.2 Estruturas disponíveis de modais no Piauí

O mapeamento da estrutura atual dos transportes no Piauí avalia a disponibilidade dos modais, as condições de conservação das vias e a capacidade de desenvolvimento, confrontado com os potencias econômicos da região, e que podem gerar análises comparativas que avaliam a contribuição da infraestrutura para o desenvolvimento estrutural desta unidade Federativa.

4.2.1 Rodoviário

As rodovias que cortam ou nascem no estado do Piauí encontram-se em boas condições, segundo pesquisa CNT(2014). Nesta unidade da Federação não há nenhum trecho privatizado. De um total de 3.026 km de rodovias, 2.536 km é de responsabilidade da gestão Federal e 490 km, da ossada do governo estadual.

O estado possui grandes entroncamentos rodoviários como o da cidade de Picos-PI, segundo maior do Nordeste, das BRs, 407, 316 e 020, além de ser um trecho inicial da rodovia Transamazônica. Devido a sua posição Geográfica e a malha rodoviária, há acessos aos estados que se limitam geograficamente, nos casos do Maranhão, Ceará, Pernambuco, Bahia e Tocantins. A Figura 3 apresenta as condições das principais rodovias do Piauí.

4.2.2 Ferroviário

O estado possui um trecho ativo de apenas 220km, no entanto está em andamento a construção da nova Transnordestina, que é uma obra do PAC - Programa de aceleração do crescimento, com ultimo orçamento datado de 31 de outubro de 2014. O projeto ferroviário, conforme Figura 4, liga o Porto de Pecém, no Ceará, ao Porto de Suape, em Pernambuco, além do cerrado do Piauí, no município de Eliseu Martins, que implica num total de 1.728 km de extensão.

**XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

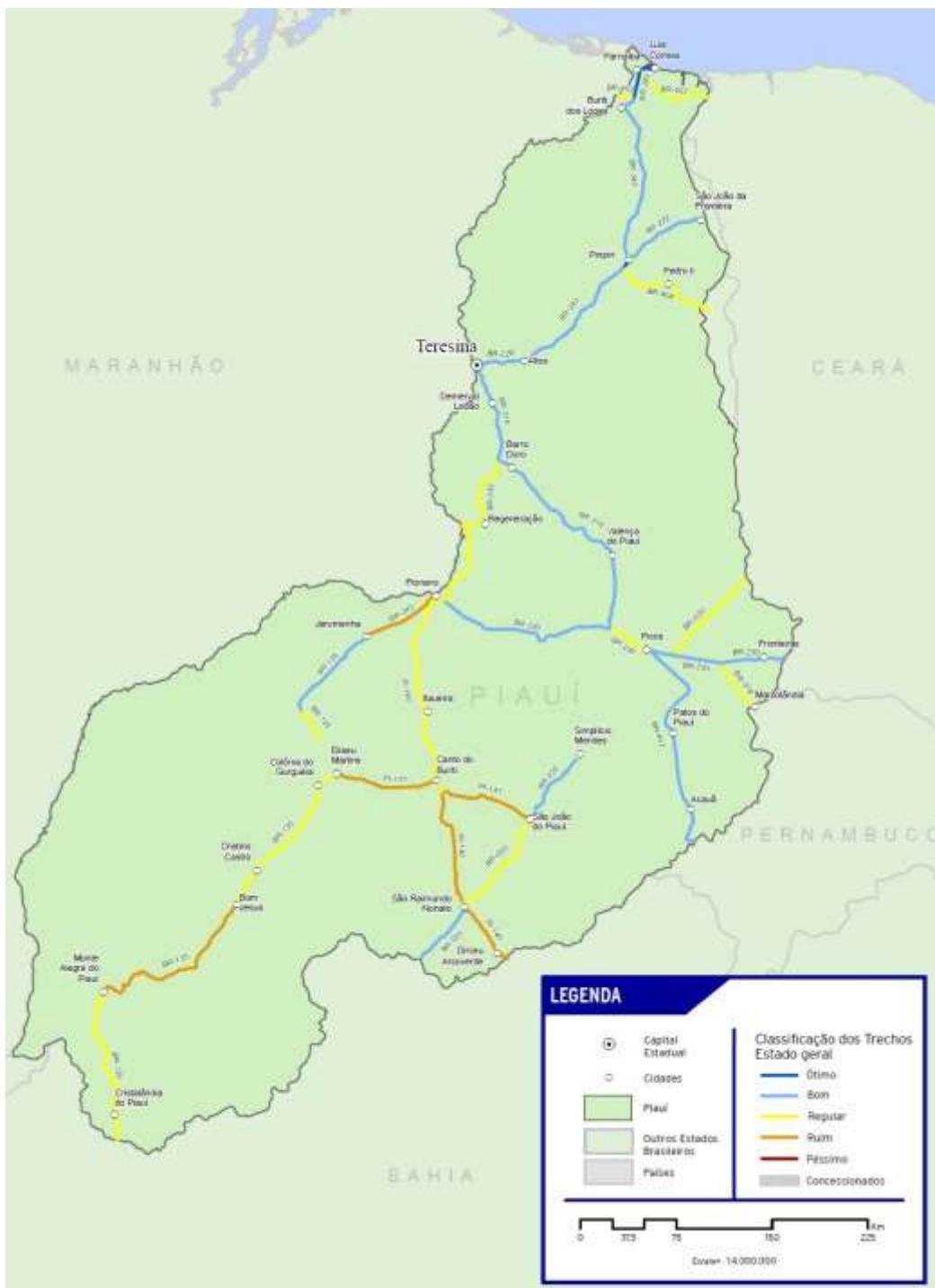
Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção

Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

O projeto intenciona elevar a competitividade da produção agrícola e mineral da região com uma logística que une uma ferrovia de alto desempenho e portos de calado profundo que pode receber navios de grande porte. É considerada uma obra estruturante e crucial para a expansão do setor agroindustrial, bem como os futuros polos de gás (na região de Floriano) e mineral (em Paulistana e Capitão Gervásio Oliveira) no estado do Piauí que especificamente abrange uma extensão de 412 km.

O mapa da transnordestina segundo a CNT- Confederação Nacional de transporte, na segunda linha indicada na legenda com a possibilidade de ligações com as outras linhas em operação atualmente cria leques logísticos significativos para o Nordeste brasileiro.

Figura 3 – Situação das rodovias no estado do Piauí



Fonte: CNT (2014)

Figura 4 – Mapa ferrovia transnordestina



Fonte: CNT- 2014

4.2.3 Hidroviário

O Piauí é o único estado do Nordeste que a capital não está no Litoral e que não possui um porto. Existe um projeto do porto de Luís Correia que se iniciou em 1976 com recursos públicos, em meio às diversas interrupções a obra se arrasta até os dias atuais.

Segundo Andrade (2013) o governo do Piauí, o porto está na lista de 14 portos marítimos com recursos garantidos pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2). Já a Secretaria de Portos, da Presidência da República, afirma que o projeto “está em vias de aprovação no PAC”. A obra continua sem prazo para conclusão.

Em números absolutos, o Piauí é o menor PIB do Nordeste, de acordo com o CENTRO DE PESQUISAS ECONOMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ (CEPRO, 2012), portanto, é um estado que necessita urgentemente de um desenvolvimento econômico. A ausência de investimentos em logística torna-se um limitador para tal evolução. Segmentos como o do agronegócio da Região do Cerrado piauiense, o do cultivo de frutas nos platôs de Guadalupe-PI e Litorâneo, da cera de Carnaúba, poderiam estar mais próximos do terminal portuário de Luís Correia, desenvolvendo uma alternativa de menor distância, consequentemente, menor tempo e menor custo.

Uma problemática do projeto do porto está relacionada a manutenção do calado natural do porto, devido ao assoreamento provocado pelo Rio Igaraçu à margem do porto de acordo com texto de documento da Marinha do Brasil – Capitania dos portos do Piauí – (MARINHA DO BRASIL, 2014):

Os Limites do porto são delimitados pelo molhe de acesso com 2.785m, o molhe de abrigo com 480m e o molhe defletor com 600m. A barra de Luís Correia vem sofrendo acentuado processo de assoreamento e atualmente só permite acesso a navios de até 1,8m de calado, durante as preamares.

4.2.4 Aerooviário

O estado dispõe hoje de apenas dois aeroportos em operação de voos de carreira e de cargas, administrados pela INFRAERO, o da capital Teresina Senador Petrônio Portela e o de Parnaíba que fica no litoral do estado a 350 km capital, o aeroporto Prefeito João Silva Filho com a capacidade total de processar 2,5 milhões de passageiros por ano (INFRAERO, 2014).

4.3 Discussões sobre a infraestrutura de transportes do Piauí e as exportações

Analizando as exportações do estado, pode-se simular hipóteses da existência do Porto de Luís Correia uma alternativa de reduzir custos para transportar mercadorias das regiões fornecedoras e receptoras. A maioria das exportações, realizadas pelo Piauí são originárias do setor primário. Quanto ao destino das exportações piauienses, os principais blocos econômicos e suas respectivas variações foram: Ásia (48,97%), União Europeia (19,77%), EUA (14,94%), Oriente Médio (8,67%), Países da Europa Ocidental (2,62%) e demais blocos (5,03%).

Os principais municípios piauienses exportadores no ano de 2012 foram: Bom Jesus (Couro e peles, ceras vegetais, pilocarpina); Campo Maior (com Ceras vegetais); Parnaíba (soja); Piripiri (com ceras vegetais e fibras sintéticas); Picos (Ceras vegetais e mel); Corrente (Soja); Geminiano (Ceras Vegetais) e Teresina (Ceras Vegetais e mel). De posse das exportações do estado, irá-se simular hipóteses da existência do Porto de Luís Correia como uma alternativa de reduzir custos para transportar mercadorias das regiões produtoras.

Parte-se do pressuposto que mais de 95 % das exportações brasileiras realizam-se através dos portos marítimos, caso o Piauí dispusesse do Porto de Luís Correia como corredor de exportação, os custos poderiam ser menores devido as distâncias percorridas das fontes fornecedoras dos produtos. Atualmente os maiores fluxos utilizados pelas empresas do estado são o porto de Pecém no Ceará, Suape no Pernambuco e Itaqui no Maranhão. Pretende-se simular situações de fretes rodoviários para o hipotético Porto de Luís Correia. A Tabela 4 apresenta os principais destinos e origens da produção do estado.

Tabela 4 – Origem e Destino exportações do Piauí

Origem	PECÉM	SUAPE	ITAQUI
Teresina	566 km	1.161 km	431 km
Campo Maior	482 km	1.175 km	514 km
Piripiri	404 km	1.241 km	472 km
Parnaíba	431 km	1.286 km	434 km
Picos	553 km	848 km	744 km
Bom Jesus	1.080 km	1.328 km	959 km



Uruçuí	1.003 km	1.297 km	737 km
Corrente	1.305 km	1.398 Km	1.184 km

Fonte: Autores

Caso o Porto de Luís Correia fosse operacional essas distâncias cairiam consideravelmente, Tabela 5.

Tabela 5 – Redução da distância de transporte no Piauí com o Porto de Luís Correia em operação

Origem	LUÍS CORREIA	PECÉM	SUAPE	ITAQUI
Teresina	350 km	38%	70%	19%
Campo Maior	264 km	45%	78%	49%
Piripiri	184 km	54%	85%	61%
Parnaíba	13,5 km	97%	99%	97%
Picos	592 km	-7%	30%	20%
Bom Jesus	964 km	11%	27%	-1%
Uruçuí	844 km	16%	35%	-15%
Corrente	1190 km	9%	15%	-1%

Fonte: Autores

Os percentuais positivos na Tabela 5 representam a redução de trajeto e os negativos o aumento do trajeto. Das hipóteses analisadas, 50% apresentam distâncias menores, que são os casos da origem Teresina, Campo Maior, Piripiri e Parnaíba com relevantes diferenças em quilômetros. No deslocamento da origem Picos para Pecém a distância é menor, porém se comparada com a hipótese, a diferença é apenas de 61 km. Em referência a comparação com as distâncias do porto de ITAQUI, para Bom Jesus, Uruçuí e Corrente as diferenças para a hipóteses são de apenas 5 km, 107 km e 6 km respectivamente.

5. Considerações Finais

Se a relação entre a área em metros quadrados do território brasileiro com a disponibilidade dos modais pode ser considerada baixa, tomando por base outros países, a realidade do Piauí é bem pior. O índice encontrado no transporte rodoviário chega a ser a metade do cenário nacional. No transporte ferroviário menor ainda, quase cinco vezes menor. Por estes aspectos, a logística deste estado necessita de uma gama de investimentos para ampliar as possibilidades de negócios da região, tendo em vista que, sem infraestrutura a evolução e os investimentos das empresas tornam-se mais distantes.

Apesar da Ferrovia Transnordestina colocar o estado em conexão com os portos de Suape - PE e Pecém-CE, o seu projeto exclui outras regiões com potenciais econômicos existentes como é o caso da capital Teresina, o norte do estado e principalmente a viabilidade de explorar o porto de Luís Correia, litoral do Estado.

Um outro aspecto relevante é o estudo e implantação da navegabilidade do Rio Parnaíba, que além de apresentar boa capilaridade com os seus afluentes, o seu leito percorre por diversas regiões de potenciais econômicos do



estado. Principalmente a que interliga o Cerrado Piauiense à capital Teresina e a foz do Rio, completamente inexplorado.

A presença do porto de Luís Correia, dentre outras vantagens traria uma receita fiscal para o estado, estrutura governamental, encurtaria as distâncias na maioria das exportações.

O presente trabalho analisou a infraestrutura do Piauí no tocante a disponibilidade de transportes. No entanto, outros estudos mais aprofundados podem ser realizados envolvendo custos de fretes e de outros modais para oferecer melhores subsídios para pesquisadores da área.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUÁVIÁRIO. **Naveabilidade do Rio Parnaíba.** Disponível em <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/ParnaibaCidCastro.pdf>>. Acesso 28 mar. 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Ministério do transporte, Relatório Estudo de Demanda.** Brasília: ANTT, 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Superintendência de Infraestrutura e Serviços de Transporte Ferroviário de Cargas.** Brasília: SUFFER: ANTT, 2014.
- ALVES, Maria Lúcia Fabiana. Planejamento em Infraestrutura de Transportes. Revista de Economia. São Paulo, SP: SET/DEZ. 2013 • p. 10-27 **Revista de Economia Mackenzie**, v. 11, n. 3, 2013.
- ANDRADE, Patrícia. **G1.COM:** obra do primeiro porto no piauí se arrasta há 37 anos e já custa 390 milhões . Disponível em: <<http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2013/05/obra-do-1-porto-no-piaui-se-arrasta-ha-37-anos-e-ja-custa-r-390-milhoes.html>>. Acesso 28 mar. 2015.
- CAMPOS, Carlos Alvares da Silva Neto, SOARES, Pereira Ricardo, FERREIRA, Melo Iansã, POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Gargalos e Demandas da Infraestrutura Rodoviária e os Investimentos do PAC: Mapeamento IPEA de Obras Rodoviárias.** Brasília: IPEA, 2011.
- CENTRO DE PESQUISAS ECONOMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ – CEPRO. **Conjuntura Econômica:** Boletim Analítico anual 2012. Teresina: CEPRO, 2012.
- CONFERERÂO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Economia em foco** Disponível:<http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/ECONOMIA%20FOCO/ECONOMIA_EM_FOCO_24_maio_2013.pdf>. Acesso em 07 mai.2015.
- CONFERERÂO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa CNT Rodovias 2014:** Piauí. Disponível:<<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Downloads/Galeria%20de%20Fotos/2014/Relatorio%20por%20Estado/PI.pdf>>. Acesso em 07 mai.2015.
- COSTA, Darc, PADULA, Raphael. **Uma proposta de plano de ação em infraestrutura de transportes para o Brasil 2007-2010. Anais VI Congresso Nacional dos Engenheiros.** Rio de Janeiro: FNE, 2011.



XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção

Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

FLEURY, Paulo; FIGUEIREDO, Kleber Fossati . **Logística e Gerenciamento da cadeia de Suprimentos.**

Atlas São Paulo: Coleção Copread de Administração. CEL, 2006.

RESENDE, Paulo Tarso Vilela; SOUSA, Paulo Renato. **Custos Logísticos no Brasil.** Belo Horizonte: FDC, 2014.

INFRAERO. **Aeroportos.** Disponível em : <<http://www.infraero.gov.br/index.php/aeroportos/piaui.html>>. Acesso em 05 abri. 2015.

INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN - ILOS. **Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil. A percepção dos transportadores.** Rio de Janeiro: ILOS, 2011.

INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN - ILOS. **Custos logísticos no Brasil.** Rio de Janeiro. ILOS, 2013.

MARINHA DO BRASIL. **Capitania dos Portos do Piauí – (Divisão de segurança do tráfego aquaviário, 2014)** Disponível em <https://www.mar.mil.br/cppi/material/SSTA/NPCP-2014.pdf> . Acesso 29 abr. 2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - DAEX. **Estatísticas do Comércio Exterior-** DAEX. Brasília: MDIC, 2015.

How the Quality of Cargo Railways Transportation Service effects the Competitiveness of Piauí state, Brazil

José Alberto Alencar Luz¹², João Gilberto M dos Reis¹, Jorge Luiz de Macêdo¹³

¹ Universidade Paulista, Postgraduate Studies Program in Production Engineering, Dr. Bachelar, 1212, 040260002 São Paulo, São Paulo, Brazil

² Faculdade Santo Agostinho, Av. Prof. Valter Alençar, 665, 06419025 Teresina, Piaui, Brazil

³ Uninovafap, Rua Vitorino Fernandes, 6123, 06407355 Teresina, Piaui, Brazil

{josealberto@socimol.com.br, betomendesreis@msn.com, jorgelm@chesf.gov.br}

ABSTRACT – Railway transportation is critical to facilitate the flow or acquirement of goods, mainly the ones with low added value and high volume. However, the availability and poor quality of Brazilian railway infrastructure affect dramatically the alternative of using this kind of transportation. This paper studies the situation of Piauí, a Brazilian state in reference of the rail transport. Using the study of multiple cases, it was discussed the obstacles to the use of the modal. The results indicate that the application of the railway system loads in Piauí, is restricted to the capital, Teresina, and basically in case of importation.

Keywords: International trade, Transport infrastructure, Developing country, Competitiveness.

1 Introduction

Railway transportation is an alternative to improve competitiveness among supply chains, especially in relation to the low value-added goods. Brazil is a country with continental dimensions, being a great producer of commodities such as iron ore, grain and fuel. These commodities are transported in significant quantities and have low added value, so it is logical the use of a modal with large cargo handling capacity like the railway transportation. However, its use is impaired in Brazil, due to the low availability of routes, the enforceability of a minimum number of operations, low speed, costs and lack of wagons [1].

It is important to regard that one way to evaluate a transportation system involves its cost of implementation, maintenance and operation. Rail Transport has a high cost of implementation and maintenance, even though operating costs are lower. On the other hand, road transport features low cost of implementation and maintenance, but with a higher operating cost.

The rail transport shows a low operating cost, because its huge carrying capacity, which makes the freight prices by ton/km more attractive. By way of illustration, a standard composition of wagons can carry the equivalent of 150 trucks of grain transport in a trip [2]. On the other hand, road transport accounts for over 60% of cargo transportation around Brazil, emits more greenhouse gases, it is more spent fuel, has a higher cost for long distances and also records alarming rates of accidents [3].

According to Leite, the use of road transport on large scale occurs due to precarious situation of the railway in Brazil and it became one of the major obstacles that results in high logistic costs, which are very significant components of the final prices of agricultural commodities [4].

The state of Piauí is a classic example of this problem. Located in the Northeastern Brazil, it has one of the smallest railway networks in the country because of it, the gain of competitiveness of local production chains is completely impaired due to the unviability and poor quality of the current infrastructure, which basically connects the capital of the state Teresina to port of Itaqui in Maranhão and port of Pecém in Ceará, besides the operations are restricted to imports.

This paper aims to discuss the present situation of railways in Piauí as well as to set out the limitations that the local business faces to import goods by this mean of transportation, which directly affects competitiveness.

2 Brazilian Railways: situation and issues

It is worth bearing in mind that the railway transport was originated in public administration, although during the 90s it was granted to private companies. About 95% of the railroad network migrated to the private sector in Brazil [5]. Estache et al. indicates that the privatization and restructuring were the main transport policies of developing countries, such as Argentina and Brazil [6].

The Brazilian railway transportation, accounts for 20.7% of all cargo transported from 1996 to the present days, this number has not changed [5]. It should be noticed that the Brazilian rail transport structure coexists with quality problems such as availability of wagon flow, scrapped machinery and Low speed average of transportation, as it can be seen in Table 1.

Table 1. Velocity Average (km/h)

Route	2006	2007	2008	2009	2010
Corridor São Luís	27.7	27.7	25.7	29.6	27.3
Corridor Nordeste	13.6	14.0	13.7	12.8	11.9
Corridor Vitória	18.4	18.7	18.5	13.7	13.7
Corridor Centro Oeste- SP	15.1	15.1	13.7	12.7	12.6
Corridor Nordeste - SP	16.4	16.3	15.5	14.9	14.9
Corridor Rio de Janeiro- Belo Horizonte	29.9	29.5	30.9	32.8	30.9
Corridor Rio de Janeiro- São Paulo	32.8	33.4	33.2	25.6	24.9
Corridor Santos	30.2	30.3	31.4	32.3	32.5
Corridor Corumbá - Santos	22.4	22.8	21.9	19.2	15.2
Corridor Paranaguá	27.3	30.1	32.0	31.1	30.4
Corridor São Francisco do Sul	34.4	33.3	35.6	36.3	35.1
Corridor Rio Grande	32.0	33.9	33.3	33.2	33.3
Corridor Imbituba	19.6	19.9	20.9	20.9	20.9

Source: Adapted [4]

This speed average in Brazil is approximately one third of the one registered in The USA. The locomotives operate at low speed mainly because problems with invasion of domain zone, which should have a minimum of 15 meters on each side [5].

It is important to highlight that the railway network in Brazil has been virtually the same since its creation, about 30,000 km, and the main Brazilian railway in 2002 does not exceed the lengths of 500km [7].

The development of the railroad in Brazil had its beginning in the 19th century with railway with a metric gauge (1.00m) more economical, and over the years, roads were built with international gauge (1,435) large or English standard (1.60m). This situation avoids the efficient unification of the national rail network [5]. Besides the differences in track gauges, there are more than 10,000 hot spots like passages in urban centers, railroad crossing, tracing of the roads, the time to cross and mutual traffic.

The railroads in Brazil are concentrated in the most economically developed areas. According to Oliveira and Zaberland 47% of the railroad are in Southeastern Brazil [7].

Among the developing countries known as BRICS (Brazil, Russia, India, China and South Africa), according to the Table 2, Brazil is the one with the worst performance in terms of railway density.

Table 2. Railway Transportation Density.

Product	Infrastructure km by km ²
India	19,5
South Africa	18,3
China	9,0
Russia	5,1
Brazil	3,5

Source: Adapted [5]

The Brazilian railway system was developed to connect the central and inland regions of the country with several coastal ports. This characteristic united to the modernization of the railway system by the concessionary, make the railways emerge as an alternative and as a support to the road transport of charge, as agricultural bulks, manufactured goods, general cargo and containers, among others. In this context, Brazilian railroads have strategic importance, especially in the integration of the national territory.

Currently the Brazilian rail system has exactly 30.051 km extension, distributed by the South, Southeast and Northeast, serving part of the Midwest and North [5]. The extension intended for the railway transport of cargo, consists of 12 network granted, being 11 of them to a private enterprise and 1 to a public company, it is equivalent to 28.614km [6].

3 Methodology

This article consists of a case study, where it is observed through several perspectives the role of rail transportation in Piauí, Brazil. So it was decided by the adoption of a multiple case study following the Cunningham guidelines [8].

A group of companies was selected to bring forth this paper in which a data collection was made through personal interview with executives involved in the process.

The selected companies were: a company that provides rail transport service in Northeast, three importers responsible for a percentage of 76.11% of imports in Piauí [9], and a fuel distributor. The companies were named: Alpha, Beta, Gamma, Sigma and Delta due to protect their identity. The companies were divided as shown in table 3.

Table 3. Enterprises.

Enterprise	Activity
Alpha	Railway Operator
Beta	Importer – Fertilizer Industry
Gamma	Importer – Bycicle Industry
Sigma	Importer – Metal Coils Industry
Delta	Fuel Distributor

Besides the interviews, it was taken into consideration the observation and analysis of documents, generating results that were compared and grouped according to the criteria of this research: sold material, mean of transport used, country of the goods origin, port of operation, freight price. Next, the information was stratified to understand the phenomenon in question.

4 The Situation of Railways in Piauí

Piauí is located in the Northeastern Brazil, presents a potential mineral resources in exploration and a great Cerrado area, which economic viability depends on the logistic flow condition.

Stressing that the railway of Piauí belonged to Federal railway network SA, a state-owned company created in 1957, which was privatized in 1997. The lease winning company was the North Eastern Railway Company, which holds the concession acquired at auction process, carried out in December 13th, 1997 starting operations in 1998.

Currently the company belongs to National Steel Company, being named Transnordestina Railway Logistics or FTL. The stretch managed by the company totals 4.207 kilometers of which 200 kilometers are in Piauí territory. The railway has a connection to the main ports of the Northeast, like Pecém, in Ceará and Itaqui, in Maranhão.

Transnordestina railway is being constructed and it will have 412 kilometers in the state of Piauí and aims to facilitate the extraction of iron ore reserves concentrated in the Southern state, which is also becoming the major producer of Brazilian soy [10].

5 Operator and Users of Railways in Piauí

5.1 Railway Operator

The Alpha Company has a terminal in Teresina that connects the cities of São Luis (Ma) and Fortaleza (Ce). The operator concentrates its import activities in Teresina, the capital of the state. Currently about 50% of the cargo handled at the terminal is fuel, other types of cargo transported are coils of steel, cement, and fertilizer. The transport operation is characterized as shown in Table 4.

Table 4. Railway Operator.

Destination Port	Time Average to Teresina/PI	Velocity Average	Age Machines Average	Diary Flow
Itaqui/MA	30 hours	15 km/h	60 years	4.200 tons per day
Pecém/CE	60 hours	15 km/h	60 years	4.200 tons per day

5.2 Importers and Fuel Distributor

Railways are mainly used in the state of Piauí to import and to transport fuel that comes from the Southeast by means of cabotage. The companies Beta, Gamma and Sigma are the largest importers of fuel totaling 76.11 percent of total imports [9]. The company Delta is the largest customer of the railway, which carries a daily volume of 2.700 tons of fuel from Itaqui port in São Luís, brought by cabotage from other national ports. The Table 5 shows a summary of the four companies.

Table 5. Importers and Fuel Distributor.

Enterprise	Material Type	Origin Country	Modes of Transport	Port	Headquarter
Beta	1. Potassium Chloride; 2. Phosphate; 3. Ammonium sulfate; and 4. Sulfur.	Tunisia, Egypt, China, USA, Israel, Russia, Belarus, UAE, Algeria, Mexico, UK, and Oman	Truck	Itaqui/MA	Baixa Grande do Ribeiro e Uruquí/PI
Gamma	Bicycle parts and accessories	China and Taiwan	Truck	Pecém/CE	Teresina/PI
Sigma	Metal coils	Ukraine, Russia, China, and Portugal	Train	Pecém/CE	Teresina/PI
Delta	Fuels	Brazil	Train	Itaqui/MA	Teresina/PI

Along with the Delta Company, only Sigma organization uses railway in its operations import coming from other countries to the port. With a monthly transport of 15.000 tons of metal coil. The Beta and Gamma companies prefer to use road transport because it offers a better performance/cost these cases.

5 Discussion and Conclusions

The following conclusion can be demonstrated through the empirical research with the businessmen of the companies concerned. There is a low availability of railways, their infrastructure condition and costs are barriers to their use.

Only the Sigma company operates with the railway transport in imports, the other companies claim that, even the road freight featuring a higher cost per ton, it has more availability, so a less waiting time which speeds up the arrival in Teresina, the destination.

Crucially, port operations involve the clearance process, which has a very high cost when the cargo has to remain on the premises. This way the railway transport has a hampered performance for Beta and Gamma companies' activities due to the lack of flow of locomotives, in addition to the slowness of the journey that lasts at least four days to run 700 kilometers in the stretch between Fortaleza and Teresina.

The claims for the delay are justified by the railway operator, because the high age of the machines, about sixty years and low speed in the stretch, associated with the maintenance condition of the tracks.

No export operation was noticed in the questionnaire held by the Alpha Company, in other words, there is no use of rail transport from the terminal in Teresina to other ports. It possibly happens due to the combination of the road transport with the railways modal and the long distances from possible exporters, all of these aspects hinder the cost viability.

With the finalization of Transnordestina railroad, Figure 1, it can be created many possibilities for future flows, despite questions about coverage on the initial project. The main advantage is because the rail will reach the Southern Piauí, an important productive region in the state, facilitating the flow of iron ore a soybean. The stretch of the railroad covering the state is about 412 km, with a total of 1.753km. The transport ministry says that 52% of the work are concluded [10].



Figure 1: Transnordestina Railway. Adapted [12]

In conclusion, the result of this study suggests that the available railway transport is restricted to geographic coverage of Teresina, capital of Piauí. This aspect restricts the possibilities of other regions in the state that have potential use of this mean of transportation to ship or receive goods.

There is an expectation of improvement in investments in railways, because the development depends on the transport infrastructure contribution. Brazil faces serious problems in this field that disrupt the progress of important sectors of economy, especially the transportation. Medium and long-term solutions need to be addressed urgently. This was a consensus among the experts present at the XIV National

Congress of Intermodal Cargo Transporters, held at the headquarter of the National Confederation of Transport [6].

The poor quality of rail transport in Piauí is linked to the performance of the transportation time, cost, low-flow and the geographic availability. The availability is a crucial factor. Brazil already has a low railway density per square kilometer, Piauí density is 0,795 km per square kilometer, it is far worse, because the poor condition of the railways, the speed reached is the worst in Brazil.

The results of this article should be observed considering its limitations, however, it is suggested that future researches must be carried out to add information in this field.

References

1. Santana Junior, H.: Transporte Ferroviário no Desenvolvimento do Brasil: os corredores ferroviários bioceânicos, Technical report, Universidade de Brasília (2013)
2. Ripoll, F.G.: For an logistic analysis in agribusiness as a competitive for distribution and marketing of soya beans in the State of Mato Grosso. *Custos e Agron.* 8, 43–70 (2012)
3. Arruda Junior, J.S.: Development of a method for reducing fuel consumption in road transport loads. Universidade de Brasília, Brasília (2014)
4. Leite, G.L.D.: Storage capacity and flow of Mato Grosso State Grain, Universidade de Brasília, Brasília (2013).
5. CNT: The Brazilian rail system. Technical report, CNT (2013)
6. Estache, A., González, M., Trujillo, L.: What does “privatization” do for efficiency? Evidence from Argentina’s and Brazil’s railways. *World Dev.* 30, 1885–1897 (2002)
7. Oliveira, C.X. de, Zamberlan, C.O.: Logistics and competitiveness in agribusiness. *An. Scientific Meeting Adm. Econ. And Contab. Brazil* 1, 1–5 (2014).
8. Cunningham, J.B.: Case study principles for different types of cases. *Qual. Quant.* 31, 401–423 (1997)
9. Ministry of Development, Industry and Foreign Trade: <http://www.mdic.gov.br>
10. Sampaio, L.M.: O nacional-desenvolvimentismo e as políticas para o desenvolvimento regional no Brasil. *An. Nac. Meetings* 15, 1–17 (2013)
11. Odebrecht: <http://www.odebrechtonline.com.br/>

5 Considerações Finais

O presente trabalho permite inferir que há uma carência dos modais ferroviário e aquaviário no estado do Piauí. No caso dos trilhos, devido ao potencial de commodities como o ferro e soja no Estado, se poderia diminuir os custos logísticos e melhorar a competitividade dessas cadeias produtivas. No entanto, esse estudo identificou apenas uma utilização limitada do modal ferroviário em Teresina, voltada essencialmente a movimentação de combustíveis, conforme se pode observar no artigo 3 dessa pesquisa.

O índice de empresas que utilizam o transporte ferroviário no Piauí é muito baixo. O cenário é desfavorável, principalmente pela limitação dos acessos da linha férrea, frequência da disponibilidade dos vagões e máquinas, como também, a lentidão do transporte que está abaixo da média nacional, provocando um tempo longo nas viagens. Com a perspectiva da conclusão da ferrovia Transnordestina, projeta-se um aumento da presença da ferrovia no Estado e uma descentralização dos trilhos para regiões com potenciais econômicos.

Seria importante também uma interligação entre a capital do Estado, Teresina, com a cidade de Luís Correia, onde localiza-se o projeto do Porto em andamento, além de Zonas de processamento de exportação. Há, desde o século XIX, um trecho que já foi operado o transporte ferroviário de aproximadamente 500 quilômetros entre as duas cidades. Caso fosse restabelecida a proposta de reformar os trilhos e substituir por dormentes de concreto, o custo da obra seria menor devido toda a topografia e desapropriação do trecho já existir.

Quanto ao transporte hidroviário, a ausência de um Porto em operação no Estado do Piauí, conforme observado no artigo 2, além de aumentar os custos, devido a necessidade de deslocamento do fluxo de mercadorias para portos de estados vizinhos aumentando as distâncias rodoviárias, inviabiliza possibilidades de novos negócios no estado. É importante ressaltar que o Piauí tem um potencial hidroviário enorme com a navegabilidade do Rio Parnaíba. O referido rio oferece grande cipalidade, com afluentes, para um hipotético uso na interligação das regiões Sul do Estado à capital Teresina, juntamente com a região Norte, onde se encontra a foz do rio. No entanto, pode esbarrar na ausência de comportas na represa hidrelétrica de Boa Esperança, além do forte assoreamento no rio, provocando baixos calados, comprometendo a navegabilidade em alguns trechos, como pode ser visto na Figura 3.



Figura 3: Rio Parnaíba. Fonte: Adaptado de [GoogleMaps\(2016\)](#)

Apesar da ausência de relação de proporcionalidade entre o PIB e o LPI exposto no artigo I, acredita-se na infraestrutura como um indutor para o desenvolvimento econômico. Comprovadamente, com a simulação apresentada na segunda hipótese do artigo 1, se constata a relação direta de entre o PIB per capita e o LPI. Contudo, faz-se necessário refletir em quais indicativos o aporte estrutural é mais incisivo, e analisar quais indicadores são eficientes tanto no aspecto estrutural como econômico, quando buscar essa correlação. Uma análise de uma maior base de dados ou da inversão das variáveis dependentes e independentes talvez possam trazer contribuições efetivas a discussão que permitam no futuro conclusões mais precisas quanto essa correlação.

Com relação ao transporte rodoviário, a pesquisa demonstrou que essa se apresenta como um meio principal de transporte do Piauí. As condições de conservação das vias são consideradas boas em relação as demais rodovias nacionais. O gargalo do Estado incide na densidade por quilômetro quadrado e ausência de pavimentação, chega a ser num total de 50.075 quilômetros de via não pavimentada no Piauí ([Confederação Nacional dos Transportes \[CNT\],2015](#)). Dos 7.481 quilômetros pavimentados no estado apenas 219 quilômetros foram consideradas em péssimas condições conforme pesquisa 2015 da CNT. Considerando os baixos investimentos

em infraestrutura logística no Brasil, acredita-se que esse resultado tenha de certo modo surpreendido.

Algumas outras conclusões dessa pesquisa são que o estudo mostrou que a logística no Piauí necessita de uma gama de investimentos para ampliar as possibilidades de negócios da região, tendo em vista que, sem infraestrutura logística a evolução e os investimentos das empresas tornam-se mais distantes, além do aumento considerável dos custos de transporte nas importações e exportações.

Além disso, apesar da Ferrovia Transnordestina colocar o Estado em conexão com os portos de Suape - PE e Pécém-CE, o seu projeto exclui outras regiões com potenciais econômicos existentes, como é o caso da capital Teresina, o Norte do Estado e principalmente a viabilidade de explorar o porto de Luís Correia, litoral do Estado; o que leva a inferir que o Piauí continuará em um segundo plano econômico, pois o Porto regional é essencial para as divisas econômicas do Estado, ao invés de enriquecer as regiões vizinhas.

5.1 Conclusão

Com a pesquisa realizada e os artigos publicados entende-se que atingiu-se o objetivo de mapear a infraestrutura de transporte do Estado do Piauí, bem como identificando a relação do desenvolvimento econômico e a infraestrutura de transporte, além de identificar os principais problemas enfrentados pelo Estado, e apresentando algumas ações de melhoria no sistema.

Ademais, concluiu-se a revisão da literatura sobre infraestrutura de transporte, com ênfase no Estado do Piauí; identificou-se a importância da disponibilidade da infraestrutura de transporte para o desenvolvimento econômico com o artigo I; avaliou-se a infraestrutura logística do Piauí e discutiu a importância do Porto de Luís Correia para região com o Artigo II; e, por fim, levantou-se dados sobre a qualidade do transporte ferroviário ofertado para as empresas no Estado do Piauí, através do Artigo III da dissertação.

Entende-se que o Estado do Piauí é uma região carente de conhecimento técnico em logística, e que esse trabalho limitou-se em identificar principalmente a situação atual do estado que embora, possa ser retratado por reportagens e matérias em jornais e revistas, não havia trabalhos científicos que tratassem a questão como a revisão da literatura permitiu identificar.

Acredita-se que este estudo pode se tornar um direcionamento para novos trabalhos que permitam alcançar soluções para o desenvolvimento econômico e logístico do Estado.

5.2 Proposta para Trabalhos Futuros

Uma proposta para trabalhos futuros e complementar a este, seria um projeto que contemplasse um universo maior de estudo dos aspectos da infraestrutura de transporte em outras regiões brasileiras. De modo que, em um segundo momento, se fosse possível comparar as restrições e os modelos de propostas que solucionem os gargalos estruturais.

Os indicadores utilizados na elaboração das análises do trabalho podem apresentar restrições devido ao seu aspecto generalista. Nos trabalhos seguintes sugere-se que se busque indicadores regionais e específicos para análise dos resultados. Os dados que relacionam a infraestrutura do Piauí com as importações também apresentam limitações. Em estudos mais aprofundados pode-se considerar o volume de exportações também.

Nesta Dissertação, avaliou-se o âmbito da viabilidade do Porto de Luís Correia no aspecto disponibilidade e distâncias das empresas nas respectivas regiões do estado até o Litoral. Não houve um detalhamento da viabilidade operacional do projeto do Porto, portanto, preconiza-se estudos futuros acerca da temática.

Referências

- Agência Nacional de Águas [ANA] (2005). *A navegação interior e a sua interface com os recursos hídricos*. Technical Report ANA Brasilia.
- Agência Nacional de Transportes Terrestres [ANTT] (2014). Pesquisa ANTT registro nacional de transporte rodoviário de cargas. URL: <http://antt.gov.br/>.
- Arnold, J., Rimoli, C., & Esteves, L. (1999). *Administração de materiais: uma introdução*. São Paulo: Atlas.
- Arvis, J.-F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C., & Raj, A. (2014). *Trade Logistics in the Global Economy: The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington: The World Bank. URL: www.worldbank.org/www.worldbank.org/trade,orwww.worldbank.org/lpi.
- Ballou, R. H. (1993). *Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. Atlas.
- Ballou, R. H. (2009). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos*. (5th ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Barboza, M. A. M. (2016). A Ineficiência da infraestrutura logística do Brasil. URL: <http://www.revistaportuaria.com.br/noticia/16141>.
- Bassan, D. S. (2014). Alguns aspectos teóricos do desenvolvimento com o olhar na região do vale do Paranhana. *RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico*, 16. URL: <http://www.revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/2949>.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B., & Bowersox, J. C. (2013). *Gestão logística da cadeia de suprimentos*. Porto Alegre: AMGH Editora.
- Caixeta-Filho, J. V., & Martins, R. S. (2000). *Gestão logística do transporte de cargas*. São Paulo: Atlas.
- Central Intelligence Agency [CIA] (2016). The World Factbook. URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>.
- Ching, H. Y. (2010). *Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: supply chain*. (4th ed.). São Paulo: Atlas. URL: <http://alltitles.ebrary.com/Doc?id=11004582>.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2003). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento, e operação*. São Paulo: Cengage Learning. URL:

<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=736843&indexSearch=ID>.

Confederação Nacional dos Transportes [CNT] (2015). Pesquisa CNT rodovias. URL: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>.

Conselho Federal de Administração [CFA] (2013). *Plano Brasil de infraestrutura logística*. Brasília: CFA.

Council of Supply Chain Management Professionals [CSCMP] (2016). Supply Chain Management Definitions and Glossary. URL: <https://cscmp.org/supply-chain-management-definitions>.

Dias, M. A. P. (2000). *Administração de materiais: uma abordagem logística*. São Paulo: Atlas.

Figueiredo, K. F., Fleury, P. F., & Wanke, P. (2000). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos*. São Paulo: Atlas.

Fleury, P. (2012). Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no brasil. *Rio de, .*

Gil, A. (2003). *Como elaborar projeto de pesquisa*. São Paulo: Atlas.

Gomes, C. (2004). *Gestão da cadeia de suprimentos integrada à Tecnologia da Informação*. São Paulo: Cengage Learning.

GoogleMaps (2016). Google Maps. URL: <https://www.google.com.br/maps/>.

Hadlich, A. (2011). *Procedimento metodológico para estudo de macrolocalização de centros de distribuição com uso do modelo de p-medianas adaptado*. Ph.D. thesis UFSC Florianópolis.

Hamilton, P. (2008). *Administração de recursos materiais e patrimoniais*. São Paulo: Atlas.

International Monetary Fund [IMF] (2015). World economic outlook. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/02/weodata/index.aspx>.

Lakatos, M. D. A., & Marconi, E. M. (2002). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas.

Lopes, S., Cardoso, M., & Piccinini, M. (2008). O transporte rodoviário de carga e o papel do BNDES. *Revista BNDES*, 14, 35–60.

Martins, D. (2009). *A Intermodalidade como Alternativa ao Uso Exclusivo do Modo rodoviário no transporte de veículos: um estudo de caso*. Dissertação de Mestrado UFSC Florianópolis. URL: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103228>.

Martins, R. S., & Caixeta Filho, J. V. (1998). O desenvolvimento dos sistemas de transporte: auge, abandono e reativação recente das ferrovias. *Revista Teoria e Evidência Econômica*, 6. URL: <http://perguntaserespostas.com.br/seer/index.php/rtee/article/view/4786>. doi:10.5335/rtee.v6i11.4786.

Ministério do Planejamento (2014). Ferrovia Transnordestina ganha mais três trechos, com 150 quilômetros de extensão, no Ceará - PAC. URL: <http://www.pac.gov.br/noticia/41bddfbe>.

Resende, P., & Sousa, P. (2014). *Custos logísticos no Brasil*. Technical Report FDC.

Ribeiro, P. C. C., & Ferreira, K. A. (2002). Logística e transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro. In *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (pp. 1–8). Curitiba: ABEPRO. URL: <http://tecspace.com.br/paginas/aula/mdt/artigo01-MDL.pdf>.

Rodrigues, P. R. A. (2008). *Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional*. São Paulo: Edições Aduaneiras.

Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. New Jersey: Transaction Publishers.

SteadieSeifi, M., Dellaert, N. P., Nuijten, W., Van Woensel, T., & Raoufi, R. (2014). Multimodal freight transportation planning: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 233, 1–15. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221713005638>. doi:10.1016/j.ejor.2013.06.055.