



ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LOGISTICS PERFORMANCE, TERRITORIAL EXTENSION AND GDP OF NATIONS: A CORRELATION STUDY BASED ON THE WORLD BANK REPORT

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE DESEMPENHO LOGÍSTICO, EXTENSÃO TERRITORIAL E PIB PER CAPITA DAS NAÇÕES: UM ESTUDO DE CORRELAÇÃO BASEADO NO RELATÓRIO DO BANCO MUNDIAL

Rodrigo Stockler Tognetti¹, Carlos Vinicius Maluly¹, Neimar Follman²

¹*Universidade Federal de Santa Catarina*

²*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

✉ rodrigo.tognetti@gmail.com

Received: 20 novembro 2023 / Accepted: 30 abril 2024 / Published: 01 junho 2024

ABSTRACT. International logistics plays a key role in world trade and the economic development of nations. The Logistics Performance Index (LPI) and Gross Domestic Product (GDP) are acceptable measures to identify emerging trends and a nation's economic status. Thus, this article aims to carry out an introductory study on the relationship between logistical performance, territorial extension, and per capita GDP of nations to understand its practical-theoretical implications. The applied methodology adopted as a research procedure was a case study based on data on logistical performance, territorial extension, and GDP per capita of nations based on World Bank reports and statistical analysis to verify the statistical correlation between these factors. It was evidenced that there is no direct correlation between the territorial extension of the nations and their logistical performances but that there is a correlation between the LPI and the per capita GDP of the nations. The value and originality of the work lie in the analysis using statistical tools around the possible correlation between the dimension "logistic performance" and external dimensions, a fact that until then was little explored by academic literature.

Keywords: logistics, supply chain, world bank, country size, GDP

RESUMO. A logística internacional desempenha um papel fundamental no comércio mundial e no desenvolvimento econômico das nações. O Índice de Desempenho Logístico (LPI) e o Produto Interno Bruto (PIB) atuam como medidas aceitáveis para identificar tendências emergentes e o status da economia de uma nação. Assim, este artigo tem como objetivo realizar um estudo introdutório sobre a relação entre desempenho logístico, extensão territorial e PIB per capita das nações, a fim de compreender suas implicações prático-teóricas. A metodologia aplicada adotada como procedimento de pesquisa foi um estudo de caso baseado nos dados de desempenho logístico, extensão territorial e PIB per capita das nações a partir de relatórios do Banco Mundial e realização de análises estatísticas para verificar correlação estatística entre esses fatores. Evidenciou-se que não há uma correlação direta entre a extensão territorial



das nações e seus desempenhos logísticos, mas que há correlação entre o LPI e o PIB per capita das nações. O valor e originalidade do trabalho reside na análise usando ferramentas estatísticas em torno da possível correlação entre a dimensão “desempenho

logístico” e dimensões externas, fato esse até então pouco explorado pela literatura acadêmica.

Palavras-chave: logística, cadeia de suprimentos, banco mundial, tamanho do país, PIB.

1 INTRODUÇÃO

A literatura indica que o desempenho das empresas depende de uma articulação eficaz entre processos, tecnologias e pessoas (...). A efetividade desta articulação, depende tanto da gestão interna/ como da estrutura externa à empresa, como um arcabouço legal e tributário e uma infraestrutura logística que permita a agilidade a um baixo custo. Esses elementos são fortemente influenciados pelos governos das nações, sendo o principal motivador do Banco Mundial para editar periodicamente o Logistics Performance Index (LPI), ou Índice de Desempenho Logístico (WORLD BANK, 2023).

O Índice de Desempenho Logístico tornou-se uma ferramenta importante para avaliar o desempenho do sistema logístico de um país, fornecendo uma fidedigna avaliação da infraestrutura de logística, serviços, procedimentos de fronteira e confiabilidade da cadeia de suprimentos de um país (BHUKIYA; PATEL, 2023). Ainda segundo os autores, ao usar o LPI, os países podem identificar os desafios e oportunidades que enfrentam em seu desempenho em logística comercial e permite que os governos e as partes interessadas do setor privado possam priorizar investimentos e mudanças de políticas que podem ter um impacto positivo na sua performance logística. Para Korinek e Sourdin (2011), o LPI possui impacto marcante no comércio, principalmente no que diz respeito a melhorias na infraestrutura, sobretudo em países de renda média e mais especificamente para exportadores.

A literatura existente tem apontado a relação significativa existente entre a eficiência da infraestrutura logística e de transporte e o PIB das nações (e.g. SÉNQUIZ-DÍAZ, 2006; WANG et al., 2021; ALAM et al., 2021; CHEN e LI, 2021; LUZ, ALENCAR et al., 2016, MAGAZZINO et al., 2021, CIVELEK et al., 2015, UCA et al., 2015, JAYATHILAKA et al., 2022). No entanto, outros fatores podem impactar negativamente ou positivamente o desempenho logístico das nações, expresso pelo LPI, sendo que um



deles o tamanho do território do país. Ao analisar os relatórios do LPI foi observado que um grande número de países bem classificados pelo LPI apresenta uma pequena extensão territorial. Por outro lado, tomando as nações como objeto de estudo, é seu papel gerir os recursos de forma que a renda da sua população seja ampliada. Dessa forma, busca-se nesse artigo compreender como características territoriais e da população de um país estão associadas com o seu desempenho logístico. Dessa forma, este estudo se concentra em dois aspectos importantes sobre o LPI: o tamanho do território, um parâmetro unidimensional, e o PIB per capita das nações. Com isso, foi elaborada uma hipótese de que, à medida que os países ficam maiores, menor se torna sua eficiência logística e consequentemente seu LPI (H_1). Doravante, pode-se suspeitar que um aumento do LPI poderá estar associado a países menores do que para países relativamente maiores. No entanto, não se pode subestimar o fato de que os países maiores tendem a comercializar mais, e mais comércio permitirá mais competição, o que poderia incentivá-los a investir mais em um sistema logístico eficiente. Portanto, existe também a possibilidade da hipótese contrária, ou seja, a de que um aumento unitário no LPI se deve justamente ao fato de seu território ser maior. Para testar a hipótese inicial, correlacionou-se o LPI das nações com suas respectivas extensões territoriais e analisou-se o seu resultado. Uma segunda hipótese levantada é de que o desempenho logístico das nações está associado direta ou indiretamente a geração de riqueza das nações ponderada pelo número de seus habitantes (H_2). Pode-se, desse modo, verificar a hipótese de que um aumento no LPI também está associado ao crescimento econômico da nação.

2 MÉTODO

O presente estudo tem por objetivo examinar empiricamente a associação entre o LPI e seus pilares formadores com as variáveis extensão territorial dos países e o LPI e o PIB per capita. Este estudo utiliza o método de agrupamento de variáveis adaptativas baseado em correlação de Pearson que é projetado para categorizar variáveis de forma adaptativa consumindo pouca capacidade computacional. O coeficiente de correlação de Pearson (r) é a forma mais comum de medir uma correlação linear e também é conhecido pelos nomes “Correlação Bivariada”, “Coeficiente de correlação produto-momento de Pearson (PPMCC)” ou simplesmente como “Coeficiente de Correlação”.



Segundo Qin e Yang (2022) o coeficiente de correlação de Pearson ou PC não muda com a localização e a escala das variáveis e é frequentemente usado para medir a correlação entre as variáveis. Ele normalmente é recomendado quando ambas as variáveis são quantitativas. O valor de PC está entre – 1 e 1. Quando PC = – 1, as duas variáveis estão negativamente correlacionadas. Quando PC = 1, as duas variáveis estão positivamente correlacionadas. PC é apresentado na equação (1).

EQUAÇÃO 1 – EQUAÇÃO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON

$$r(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

FONTE: QIN & YANG (2022)

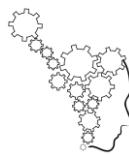
A Equação 1 $r(X, Y)$ representa o valor da correlação linear entre duas variáveis (X e Y) e \bar{X} representa a média de X. No experimento, considerou-se X extensão territorial do país e Y o seu respectivo LPI Agregado para a primeira hipótese e para a segunda hipótese considerou-se X o LPI agregado e Y o PIB per capita. Para ambas hipóteses se procurou também explorar também o valor da correlação de cada um dos seis pilares do LPI agregado. Para verificar se a correlação é verdadeira na população se procede o teste de hipótese, sendo o valor de ρ o valor correspondente à correlação na população. O teste de hipótese verifica se o valor calculado de correlação na amostra ‘ r ’ é verdadeiro na população, apresentando valor de ‘ ρ ’. O teste de hipótese para correlação é calculado a partir da distribuição T-student, sendo dado pela Equação 2 (TABACHNICK; FIDELL, 2013). Para o caso da Equação 2, o valor da estatística T é dado pelo valor de ‘ r ’ calculado com base na amostra de tamanho ‘ n ’. Os graus de liberdade do teste são dados por $n-2$.

EQUAÇÃO 2 – EQUAÇÃO T-STUDENT

$$T = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \sim t_{n-2}$$

FONTE: TABACHNICK E FIDELL (2013)

Quanto à base de dados, foram utilizadas as informações de LPI agregado de 2012-2018 e do PIB per capita do ano de 2018 do Banco Mundial de 158 países. A base de dados foi acessada desde o repositório do Banco Mundial, disponível em <https://lpi.worldbank.org/>. Em razão da indisponibilidade de dados de o PIB *per capita* de oito países, o total de dados correspondentes aos 167 diferentes países disponível no repositório do Banco mundial não possível de ser analisado. Desta forma, os dados

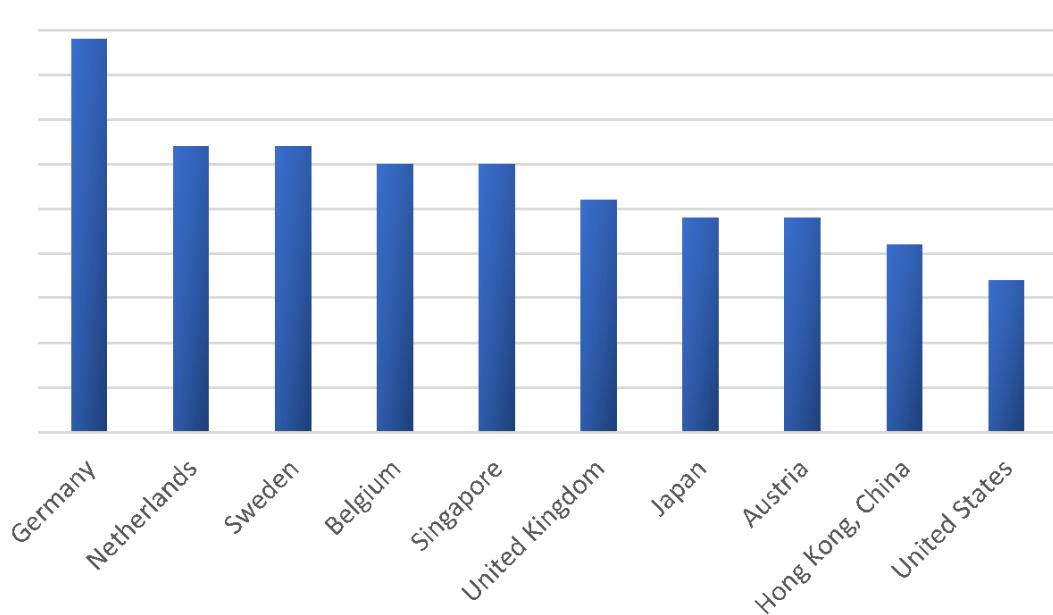


provenientes destes oito países foram eliminados da análise, sendo restrita aos dados provenientes de 158 países.

3 RESULTADOS

Esta seção apresenta e detalha os resultados da análise de correlação estatísticas entre a extensão territorial e o LPI das nações e, na seguinte, a análise de correlação estatísticas entre a LPI e o PIB *per capita* das nações. Para esta análise estatística utilizou-se o *software* estatístico Minitab®, versão 17.1.0. A Figura 2 apresenta os valores do LPI agregado dos países que ocupam as dez primeiras posições.

FIGURA 2 - TOP 10 PAÍSES POR LPI AGREGADO



FONTE: WORLD BANK (2023)

3.1 RELAÇÃO EXTENSÃO TERRITORIAL E LPI

Primeiramente, buscou-se apresentar os resultados do LPI agregado e em seguida a correlação estatística utilizando o método de Pearson. A Figura 2 apresenta os valores do LPI agregado dos países que ocupam as dez primeiras posições.

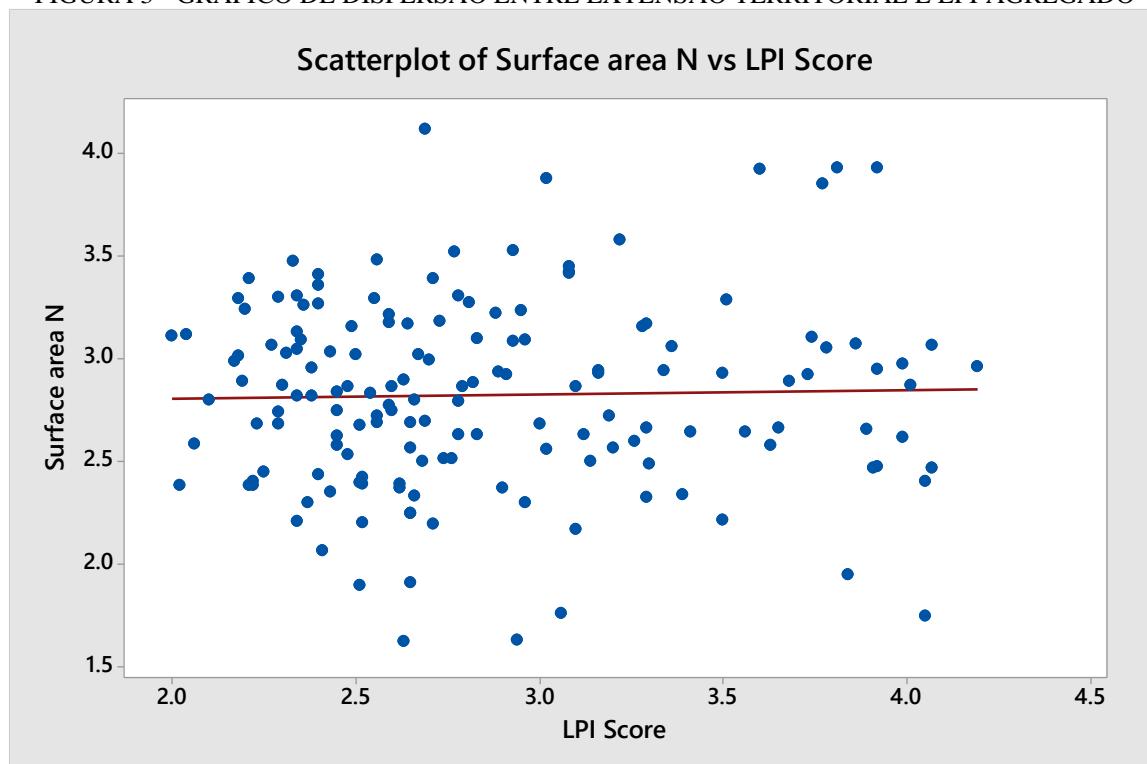
Nota-se que apesar de termos vários países europeus nas primeiras posições, os EUA, que detêm uma extensão territorial grande, estão entre os dez primeiros. O primeiro



estudo foi a aplicação do gráfico de dispersão visando investigar a relação entre o par de variáveis extensão territorial (variável X) e LPI agregado (variável Y) em um plano de coordenadas.

Na Figura 3 é possível observar que não há uma correlação clara entre as duas variáveis estudadas.

FIGURA 3 - GRÁFICO DE DISPERSÃO ENTRE EXTENSÃO TERRITORIAL E LPI AGREGADO



FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES (2024)

A Tabela 1 apresenta o resultado da análise de correlação entre as variáveis extensão territorial e LPI agregado e seu respectivo teste de hipótese. Neste teste de hipótese um p-valor igual ou menor que 0,1 caracteriza a aceitação da hipótese de presença de correlação entre as variáveis na população e para valores maiores que 0,1 rejeita-se a referida hipótese.

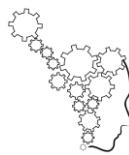


TABELA 1 - CORRELAÇÃO ENTRE ÁREA E LPI SCORE

	Correlação de Pearson	p-valor	Hipótese
Correlação entre área a e LPI score	0,023 ^{NS}	0,773	Rejeitada

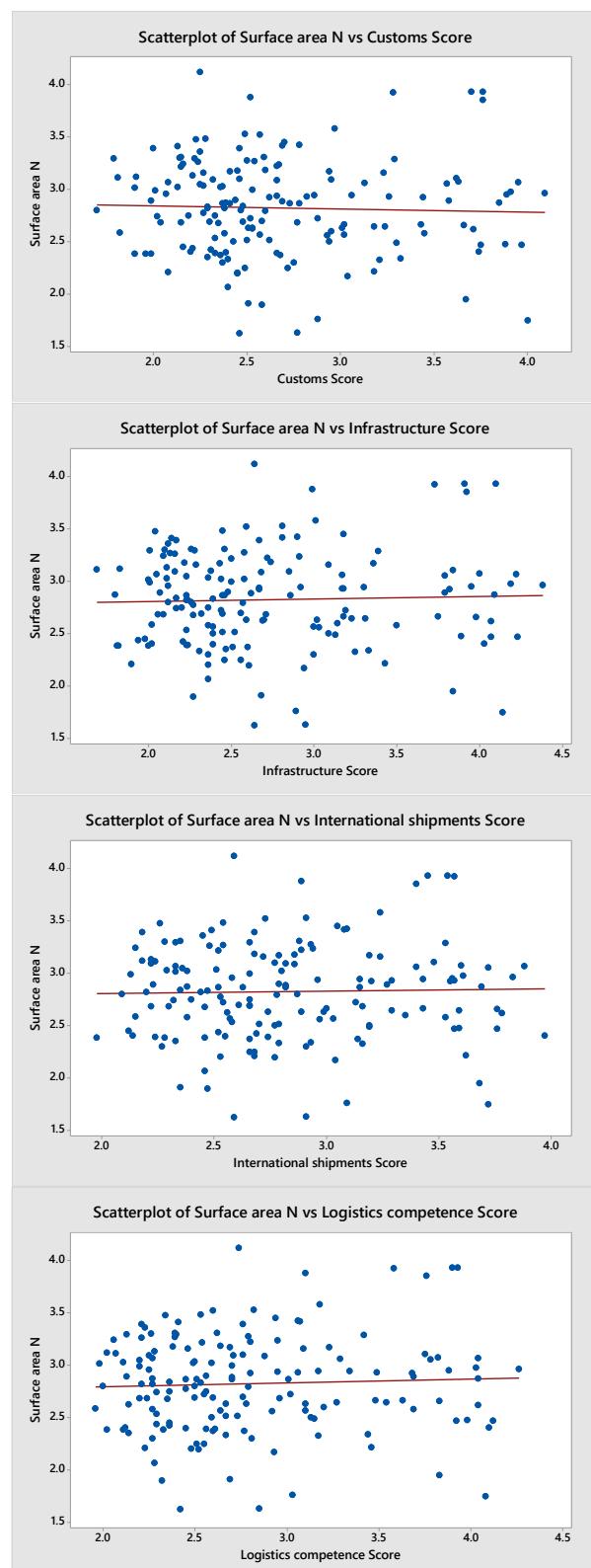
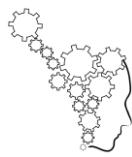
*significativo a 10%, **significativo a 5% e ***significativo a 1%. ^{NS}-não significativo

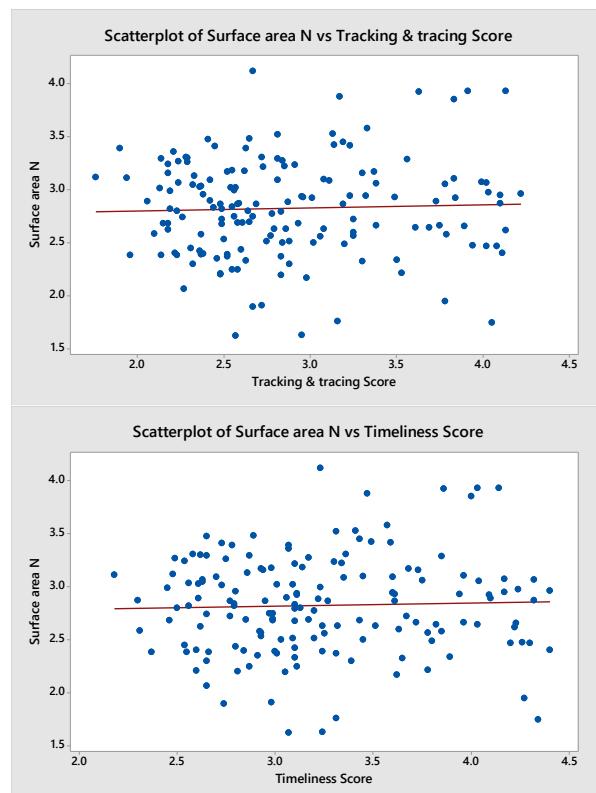
FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES (2024)

Quando se analisa o coeficiente de Pearson entre extensão territorial e LPI agregado tem-se um p-valor de 0,773, maior que 0,1. Dessa forma, rejeita-se a hipótese de correlação entre o par de variáveis LPI agregado e extensão territorial, para um nível de confiança estatística de 90%. Pode-se inferir, portanto, que o LPI agregado não está associado pela extensão territorial do país e que, não importando o seu tamanho, outros fatores devem ser levados em consideração pelos agentes públicos e privados para a melhoria logística do país.

Após analisar a correlação do LPI geral, também foi testada a presença de correlação entre as variáveis extensão territorial dos países com cada um dos seis pilares que compõem o LPI. Os gráficos de dispersão entre as variáveis são apresentados na Figura 4.

FIGURA 4 – GRÁFICOS DE DISPERSÃO ENTRE EXTENSÃO TERRITORIAL E OS SEIS PILARES DO LPI AGREGADO





FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES

Nota-se, que as retas em vermelho apresentam o nível de correlação entre extensão territorial e cada um dos pilares, sendo que o próximo passo é se certificar se se ela é suficiente conforme o teste de hipótese de Pearson. Os resultados desse teste estão no Tabela 2.

TABELA 2 - CORRELAÇÃO PAR A PAR DE PEARSON ENTRE EXTENSÃO TERRITORIAL E OS SEIS PILARES DO LPI AGREGADO

Pilar do LPI Agregado	Correlação de Pearson	p-valor	Hipótese
Desempenho alfandegário	-0,036 ^{NS}	0,653	Rejeitada
Qualidade da infraestrutura	0,033 ^{NS}	0,678	Rejeitada
Remessas internacionais	0,022 ^{NS}	0,782	Rejeitada
Qualidade dos serviços de logística	0,044 ^{NS}	0,585	Rejeitada
Monitoramento e rastreamento de remessas	0,037 ^{NS}	0,647	Rejeitada
Pontualidade das remessas	0,033 ^{NS}	0,684	Rejeitada

*significativo a 10%, **significativo a 5% e ***significativo a 1%. ^{NS}-não significativo

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES (2024)



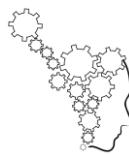
Para o pilar desempenho alfandegário, tem-se na Tabela 2, tem-se um p-valor de 0,653. Como o p-valor é maior que 0,1, para um nível de confiança estatística de 90%, rejeita-se a hipótese de correlação entre extensão territorial e desempenho alfandegário, ou seja, pode-se inferir estatisticamente que o desempenho alfandegário não está associado com a variável extensão territorial.

Para o pilar qualidade da infraestrutura nota-se um p-valor 0,678, maior que 0,1, para o nível de confiança estatística de 90%, caracterizando a rejeição da hipótese de correlação entre o par de variáveis extensão territorial e qualidade da infraestrutura. Para os pilares Remessas internacionais, Qualidade dos serviços de logística, Monitoramento e rastreamento de remessas e Pontualidade das remessas também têm-se p-valores acima de 0,1, caracterizando a rejeição da hipótese de correlação com variável extensão territorial, para um nível de confiança estatística de 90%. Esses resultados podem significar que não há uma necessidade especial explícita ou implícita de gestores de países de grandes extensões territoriais de estabelecerem políticas especiais devido ao tamanho da nação em comparação com países de extensões territoriais pequenas, conforme hipótese inicialmente proposta.

3.2 RELAÇÃO LPI E PIB PER CAPITA DAS NAÇÕES

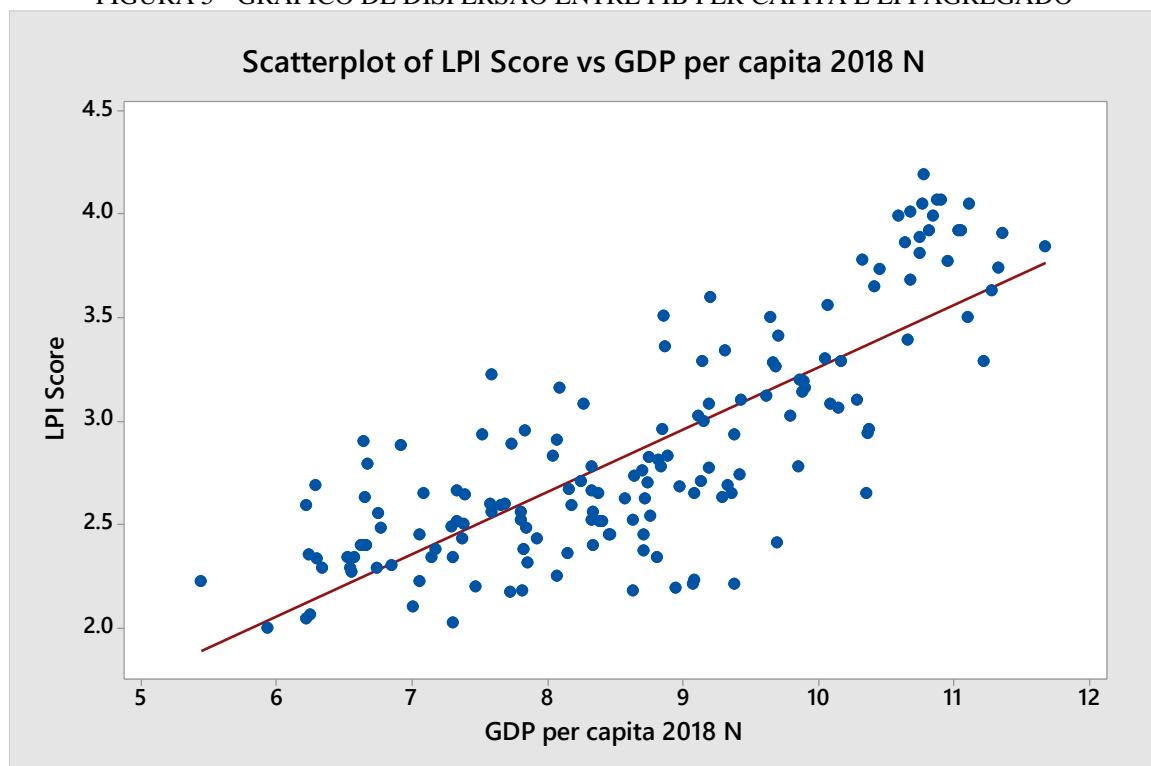
Na segunda análise objeto do presente estudo objetivou-se entender se o PIB *per capita* das nações é influenciado pelo seu desempenho logístico e em caso positivo, o seu grau de correlação.

A escolha do PIB *per capita* ou invés do PIB absoluto, justifica-se pela necessidade de excluir o fator tamanho populacional na contribuição da riqueza. Sem essa ponderação poderia haver o risco de países com PIBs maiores, exercerem maior influência na correlação devido ao tamanho da população, sem considerar a contribuição que cada indivíduo traz para a riqueza do país. Países com geração de riqueza individual muito baixa mas com grandes populações estariam equiparados a países com alta contribuição per capita e com populações pequenas, gerando uma distorção na análise.



Ao se aplicar ferramenta de correlação estatística entre as variáveis LPI e PIB *per capita* observa-se graficamente que há uma correlação linear, expressa pela reta vermelha, conforme observa-se na Figura 5.

FIGURA 5 - GRÁFICO DE DISPERSÃO ENTRE PIB PER CAPITA E LPI AGREGADO



FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2024)

Para confirmar essa indicação foi determinado o coeficiente de Pearson par a par entre as variáveis LPI e PIB *per capita* para testar a hipótese de correlação, sendo que para um p-valor igual ou menor que 0,1 a hipótese de correlação é aceita e para valores maiores que 0,1 a hipótese é rejeitada.

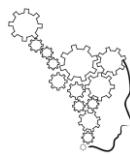
TABELA 3 - CORRELAÇÃO ENTRE LPI SCORE E PIB *PER CAPITA*

	Correlação de Pearson	p-valor	Hipótese
Correlação entre LPI score e PIB <i>per capita</i>	0,797*	0,000	Rejeitada

*significativo a 10%, **significativo a 5% e ***significativo a 1%. NS=não significativo

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES (2024)

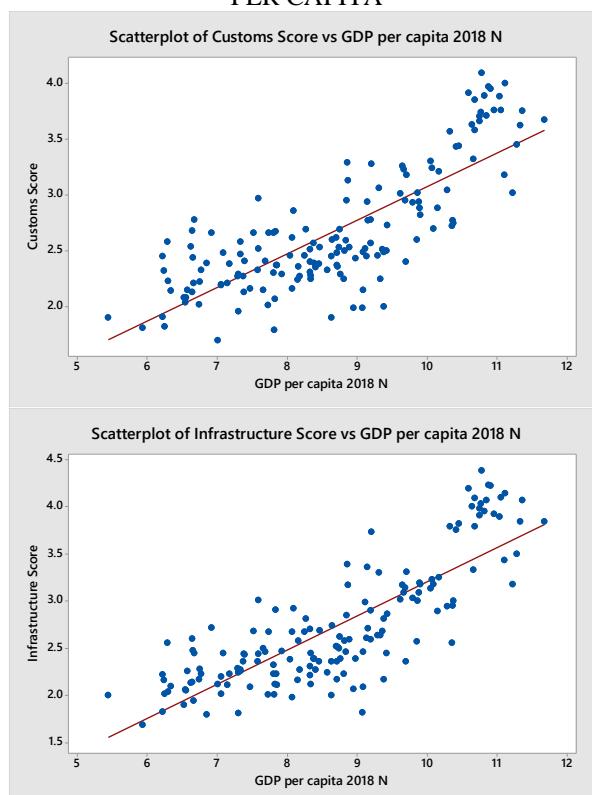
Na Tabela 3 tem-se um P-value igual a 0,000, portanto, menor que 0,1, o que significa que a hipótese é aceita entre o par de variáveis LPI agregado e PIB *per capita*, para um nível de confiança estatística de 90%. Pode-se inferir, portanto, que o PIB *per*

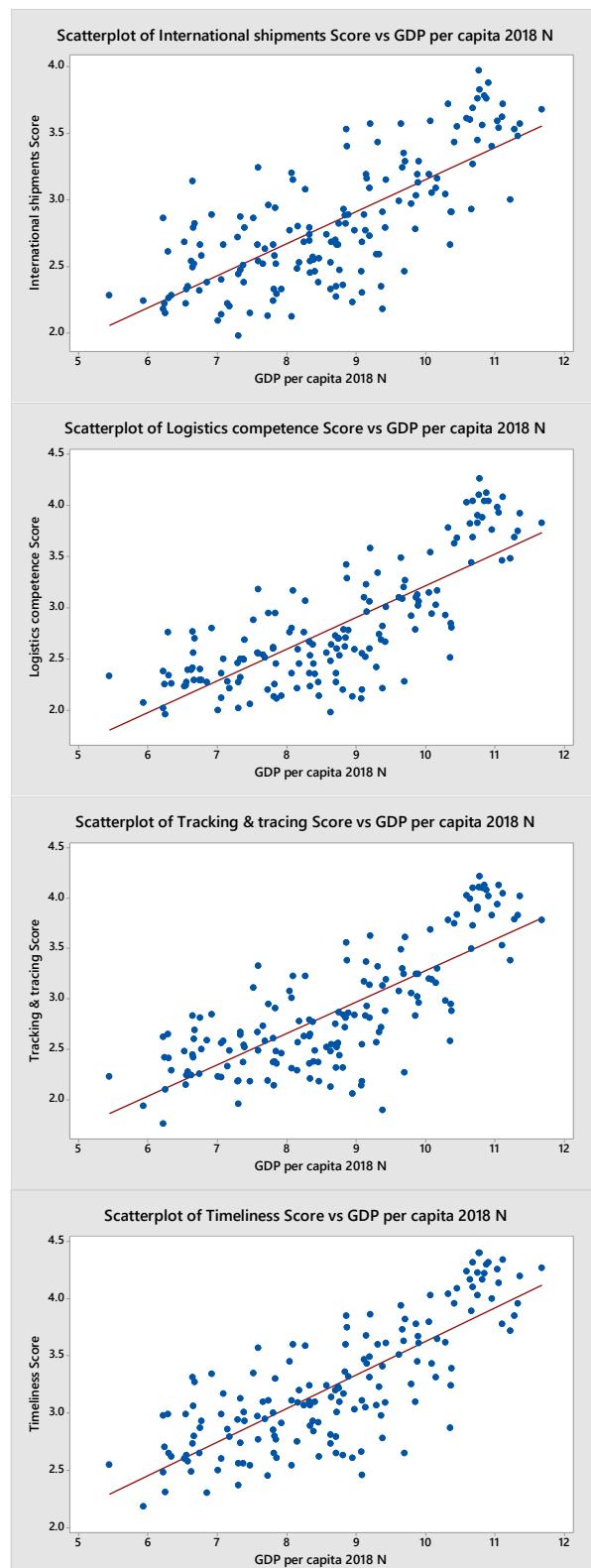
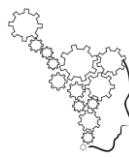


capita do país é influenciado pelo seu desempenho logístico e que, dessa forma, uma melhoria no LPI do país significa que poderá haver algum nível de melhoria PIB *per capita*. Essa conclusão é especialmente importante para o estabelecimento de políticas públicas no campo da logística do país.

Após analisar a correlação do LPI geral com o PIB per capita o próximo passo foi entender como essa correlação se comportava com cada um dos seis pilares do LPI agregado. Os resultados desse recorte estão na Figura 6.

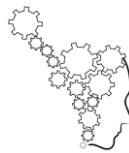
FIGURA 6 – GRÁFICOS DE CORRELAÇÃO ENTRE OS SEIS PILARES DO LPI AGREGADO E O PIB PER CAPITA





FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES (2024)

Nota-se, na Figura 6, que em todos os seis pilares que compõem o LPI agregado aparentemente, existe uma correlação gráfica com o PIB *per capita*. Para comprovar esta



indicação, no Tabela 4 apresentamos o coeficiente de Pearson para cada um dos pilares afim de testar a hipótese de correlação.

TABELA 4 - CORRELAÇÃO PAR A PAR DE PEARSON ENTRE OS SEIS PILARES DO LPI AGREGADO E O PIB PER CAPITA

Pilar do LPI Agregado	Correlação de Pearson	p-valor	Hipótese
Desempenho alfandegário	0,791***	< 0,01	Aceita
Qualidade da infraestrutura	0,816***	< 0,01	Aceita
Remessas internacionais	0,740***	< 0,01	Aceita
Qualidade dos serviços de logística	0,779***	< 0,01	Aceita
Monitoramento e rastreamento de remessas	0,768***	< 0,01	Aceita
Pontualidade das remessas	0,789***	< 0,01	Aceita

*significativo a 10%, **significativo a 5% e ***significativo a 1%. NS -não significativo

FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES (2024)

Quando se analisa o coeficiente de Pearson, observa-se na Tabela 4 um p-valor menor que 0,01 para todos os pilares permitindo-se, portanto, aceitar a hipótese de correlação entre cada um dos pilares do LPI e o PIB *per capita*, com um nível de confiança estatística de 99%.

Ao se aprofundar na análise procurou-se identificar a diferença no grau de correlação entre os pilares do LPI agregado, constata-se que os graus de correlação para cada um dos pilares são similares, sendo que o pilar qualidade da infraestrutura possui o maior valor. Isso significa que quanto maior o investimento nessa dimensão do LPI agregado maior será o ganho no PIB *per capita*.

4 DISCUSSÃO

O *Logistics Performance Index* (LPI) ou Índice de Desempenho Logístico é uma ferramenta interativa de benchmarking criada pelo Banco Mundial para ajudar os países a identificar os desafios e oportunidades que enfrentam em seu desempenho em logística comercial e o que podem fazer para melhorar seu desempenho (WORLD BANK, 2023).

O LPI Internacional constitui a média ponderada das pontuações dos países em seis pilares principais: (i) Desempenho alfandegário; (ii) Qualidade da infraestrutura; (iii)



Remessas internacionais; (iv) Qualidade dos serviços de logística; (v) Monitoramento e rastreamento de remessas e (vi) Pontualidade das remessas. O índice do LPI Internacional é construído a partir desses seis indicadores usando *Principal Component Analysis* (PCA), uma técnica estatística padrão usada para reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados (TABACHNICK; FIDELL, 2013). Existem abordagens diferentes junto aos países de acordo com sua posição geográfica e sua condição de renda. As entradas para PCA são as pontuações dos países considerando a média de todos os entrevistados que forneceram dados sobre um determinado mercado. As pontuações são normalizadas subtraindo a média amostral e dividindo por o desvio padrão antes de realizar o PCA. A saída do PCA é um único indicador – o LPI - que é uma média ponderada dessas pontuações.

Na Figura 1 temos um quadro resumo de como a pesquisa LPI internacional é organizada de acordo com a faixa de renda do país e a sua localização em relação a saída para o mar (países costeiros ou países sem litoral).

FIGURA 1 - METODOLOGIA DE SELEÇÃO DOS GRUPOS DE PAÍSES PARA RESPONDER A PESQUISA LPI

	Respondents from low-income countries	Respondents from middle-income countries	Respondents from high-income countries
Respondents from coastal countries	Five most important export partner countries + Three most important import partner countries	Three most important export partner countries + The most important import partner country + Four random countries, one from each country group: a. Africa b. East Asia and Central Asia c. Latin America d. Europe less Central Asia and OECD	Two random countries from a list of the five most important export partner countries and five most important import partner countries + Four random countries, one from each country group: a. Africa b. East Asia and Central Asia c. Latin America d. Europe less Central Asia and OECD + Two random countries from the combined country groups a, b, c, and d
Respondents from landlocked countries	Four most important export partner countries + Two most important import partner countries + Two land-bridge countries	Three most important export partner countries + One most important import partner country + Two land-bridge countries + Two countries randomly, one from each country group: a. Africa, East Asia and Central Asia, and Latin America b. Europe less Central Asia and OECD	

FONTE: WORLD BANK (2023)



Na pesquisa do LPI internacional, cada respondente da pesquisa classifica até oito mercados estrangeiros nos seis pilares principais do desempenho logístico mencionados. Os oito países são escolhidos com base nos mercados de exportação e importação mais importantes do país onde o respondente está localizado, em seleção aleatória e para países sem litoral em países vizinhos que fazem parte da ponte terrestre que os conecta com os mercados internacionais.

Para a composição do LPI agregado combinam-se as quatro edições mais recentes do LPI internacional. As pontuações dos seis componentes nas pesquisas LPI de 2012, 2014, 2016 e 2018 foram usadas para gerar um “quadro geral” para melhor indicar o desempenho logístico dos países. Essa abordagem reduz a variação aleatória de uma pesquisa LPI para outra e permite a comparação de 167 países. As pontuações de cada ano em cada componente receberam pesos: 6,7% para 2012, 13,3% para 2014, 26,7% para 2016 e 53,3% para 2018. Dessa forma, os dados mais recentes têm o maior peso. O LPI agregado permite comparações entre 167 países.

A literatura existente (e.g. BALASSA, 1969; KEESING, 1968; KEESING e SHERK, 1971; ALESINA, 2003; ROSE, 2006) estabelece claramente a relação entre LPI e comércio, e entre comércio e tamanho do país. Tais relações levam a supor que o impacto do LPI no comércio pode variar dependendo dos diferentes tamanhos dos países (pequeno, médio e grande).

Sobre a relação entre as extensões territoriais dos países e seu desempenho logístico, Kumari e Bharti (2021) realizaram um estudo que explorou as discrepâncias no impacto do LPI nos fluxos comerciais, por diferentes níveis de tamanho do país (pequeno, médio e grande). Segundo os referidos autores, o aumento no comércio (exportações e importações), associado à melhoria do LPI, assume seu maior valor para países médios, seguido por países pequenos, sendo que as grandes economias observam os menores benefícios de sua eficiência logística, tanto como exportadoras quanto como importadoras.

Segundo Kakkad e Ray (2023) existe uma alta correlação entre o PIB e o comércio dos países, pois ambos fatores estão dinamicamente conectados um ao outro. Para os autores, em condições propícias, a equação logística é suficiente para modelar o crescimento do PIB. Essas condições propícias referem-se ao estado da política interna,



engajamentos militares e políticas econômicas de um país. Embora essas descobertas apontem para o fato de que os países menores têm melhor desempenho logístico do que os maiores e que os países com alto LPI possuem PIBs maiores, parece crucial analisar essa hipótese do ponto de vista estatístico.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve por finalidade analisar as hipóteses de relação entre a extensão territorial de um país e seu LPI agregado bem como a relação entre o LPI agregado e o PIB per capita da nação.

Para a primeira hipótese constatou-se que, de forma geral, a extensão territorial não impacta o LPI agregado de uma nação. Uma possível explicação para esse fato está na constatação de que países com extensões territoriais similares possuem LPIs diferentes (e.g. Brasil com LPI 3,02, China com LPI 3,6 e Estados Unidos com LPI 3,92) e de que seus LPIs são impactados por outros fatores, tais como investimento em infraestrutura e legislações mais favoráveis às relações comerciais entre nações, como apontado por Korinek e Sourdin (2011).

No caso da segunda hipótese, constatou-se que o LPI agregado possui influência no PIB *per capita* de um país, seja sob a ótica geral como também para cada um dos seus pilares do LPI agregado. Observou-se que essa correlação é positiva, ou seja, quanto mais se investe em desempenho logístico, maior o PIB *per capita*. Ao aprofundar a análise identificou-se que o pilar em que a correlação positiva é maior é o de qualidade da infraestrutura.

As implicações desses resultados podem representar importante fonte de informações para tomada de decisão dos agentes públicos responsáveis pela melhoria da geração de riqueza *per capita* de seus países. Esses resultados podem encorajar os formuladores de políticas a direcionar recursos para os pilares do LPI que trazem mais benefícios. Como o desempenho alfandegário e qualidade da infraestrutura têm maior impacto no PIB per capita, políticas públicas podem ser direcionadas com maior esforço para esses dois aspectos.



Acerca do valor e originalidade deste estudo, afirma-se que a simples análise da possibilidade de correlação entre extensão territorial e LPI agregado e a correlação entre LPI agregado e PIB *per capita*, traz oportunidade de maior aprofundamento sobre o tema, dentro dos potenciais gaps da literatura, com valor para a discussão acadêmica, especialmente visando entender, para cada um dos pilares do LPI agregado, quais fatores são especialmente importantes no impacto no PIB per capita da nação.

No que tange às limitações desta pesquisa é possível destacar a utilização de apenas um método estatístico na análise de correlação quando outros poderiam ser utilizados visando estabelecer efeitos comparativos em seus resultados. Por fim, como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se conduzir uma revisão mais exaustiva da literatura, contemplando outros contextos que impactam o LPI agregado para além da extensão territorial e o PIB per capita, a fim de investigar a aplicabilidade de outros fatores no desempenho logístico das nações.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

- Rodrigo Tognetti e Carlos Maluly foram responsáveis pela concepção e desenho da pesquisa. Rodrigo Tognetti fez a obtenção dos dados, análise, interpretação e análise estatística. Neimar Follmann fez a revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo.

REFERÊNCIAS

- ALAM, K. M. et al. Causality between transportation infrastructure and economic development in Pakistan: An ARDL analysis. **Research in Transportation Economics**, v. 88, p. 100974, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100974>
- ALESINA, A. The size of countries: does it matter?. **Journal of the European Economic Association**, v. 1, n. 2-3, p. 301-316, 2003. <https://doi.org/10.1162/154247603322390946>
- AMIN, M.; HAIDAR, J. I. Trade facilitation and country size. **Empirical Economics**, v. 47, p. 1441-1466, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00181-013-0781-7>
- BALASSA, B. Country size and trade patterns: comment. **The American Economic Review**, v. 59, n. 1, p. 201-204, 1969. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1811112>>
- BHUKIYA, S.; PATEL, R. The Relationship Between Logistics Performance Index and International Trade: An Empirical Analysis. **International Journal of Research**



Publication and Reviews, v. 2582, p. 7421. Journal homepage: www.ijrpr.com ISSN 2582-7421

CHEN, Z.; LI, X. Economic impact of transportation infrastructure investment under the Belt and Road Initiative. **Asia Europe Journal**, v. 19, n. Suppl 1, p. 131-159, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10308-021-00617-3>

CIVELEK, M.; UCA, N.; ÇEMBERCI, M. The mediator effect of logistics performance index on the relation between global competitiveness index and gross domestic product. **European Scientific Journal** May, 2015. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3338312>>

JAYATHILAKA, R. et al. Gross domestic product and logistics performance index drive the world trade: A study based on all continents. **PloS one**, v. 17, n. 3, p. e0264474, 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264474>

KAKKAD, A.; RAY, A. K. Global dynamics of GDP and trade. **International Journal of Modern Physics C**, v. 34, n. 02, p. 2350020, 2023. <https://doi.org/10.1142/S0129183123500201>

KEESING, D. B. Population and industrial development: Some evidence from trade patterns. **The American Economic Review**, v. 58, n. 3, p. 448-455, 1968. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1813769>>

KEESING, D. B.; SHERK, Donald R. Population density in patterns of trade and development. **The American Economic Review**, v. 61, n. 5, p. 956-961, 1971. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1813156>>

KORINEK, J.; SOURDIN, P. To what extent are high-quality logistics services trade facilitating?. **OECD Trade Policy Papers**, n. 108, 2011. <https://doi.org/10.1787/18166873>

KUMARI, M.; BHARTI, N. Trade and logistics performance: does country size matter?. **Maritime Economics & Logistics**, v. 23, p. 401-423, 2021. <https://doi.org/10.1057/s41278-021-00188-5>

LUZ, J. A. A. et al. Effects of transport infrastructure in the economic development. In: Advances in Production Management Systems. Initiatives for a Sustainable World: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2016, Iguassu Falls, Brazil, September 3-7, 2016, Revised Selected Papers. **Springer International Publishing**, 2016. p. 633-640. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51133-7_75

MAGAZZINO, C.; MELE, M. On the relationship between transportation infrastructure and economic development in China. **Research in Transportation Economics**, v. 88, p. 100947, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100947>

QIN, L.; YANG, G.; SUN, Q. Maximum correlation Pearson correlation coefficient deconvolution and its application in fault diagnosis of rolling bearings. **Measurement**, v. 205, p. 112162, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.112162>

ROSE, A. K. Size really doesn't matter: In search of a national scale effect. **Journal of the Japanese and international Economies**, v. 20, n. 4, p. 482-507, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2006.06.008>



SÉNQUIZ-DÍAZ, C. Transport infrastructure quality and logistics performance in exports. **ECONOMICS-Innovative and Economics Research Journal**, v. 9, n. 1, p. 107-124, 2021. <https://doi.org/10.2478/eoik-2021-0008>

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S.; ULLMAN, J. B. **Using multivariate statistics**. Boston, MA: Pearson, 2013.

UCA, N.; CIVELEK, M. E.; ÇEMBERCI, M. The effect of the components of logistics performance index on gross domestic product: conceptual model proposal. **Eurasian Business & Economics Journal**, v. 1, p. 86-93, 2015. <https://doi.org/10.17740/eas.econ.2015-V1-04>

WANG, C.; KIM, Y.; KIM, C. Y. Causality between logistics infrastructure and economic development in China. **Transport Policy**, v. 100, p. 49-58, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.trapol.2020.10.005>

WORLD BANK. **Logistics Performance Index**. Disponível em: <<https://lpi.worldbank.org/>>