



 **A inovação pode prever a resiliência regional? Uma exploração econométrica dos municípios brasileiros durante a pandemia de COVID-19**

 **Luiz Fernando Câmara Viana**¹  **Valmir Emil Hoffmann**² and  **Hugo Pinto**³

¹ Doutor em Administração. Instituto Federal de Brasília (IFB). Brasília, Distrito Federal – Brasil.

luiz.viana@ifb.edu.br

² Doutor em Administração de Empresas. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Florianópolis, Santa Catarina – Brasil

³ Doutor em Economia – Conhecimento e Inovação. Universidade do Algarve (UAAlg). Faro,

Algarve, Portugal

Notas dos Autores

Autores declaram que não há conflitos de interesses.

Correspondências sobre o artigo podem ser enviadas para Luiz Fernando Câmara Viana: luiz.viana@ifb.edu.br

O primeiro autor agradece o apoio financeiro do Instituto Federal de Brasília (IFB) Campus Gama.

Agradecimentos: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 - Instituto Federal de Brasília (IFB) e da Universidade de Brasília (UnB).

Cite como – American Psychological Association (APA)

Viana, L. F. C., Hoffmann, V. E., & Pinto, H. (2024, Jan./Abr.). Can innovation predict regional resilience? An econometric exploration of Brazilian municipalities during the Covid-19 pandemic. *International Journal of Innovation - IJI*, São Paulo, 12(1), e24738. <https://doi.org/10.5585/2024.24738>

Resumo

Objetivo: Este artigo verifica a relação entre inovação e resiliência econômica regional, em uma economia emergente.

Método: Esta é uma pesquisa quantitativa e descritiva, que utiliza uma regressão logística a partir de indicadores socioeconômicos dos 101 municípios brasileiros mais populosos e considera a resiliência regional por meio de dados de emprego.

Originalidade/Relevância: Embora a inovação tenha sido identificada como uma fonte de resiliência econômica regional, o contexto das economias emergentes tem sido frequentemente negligenciado, resultando em uma visão estrita dessa relação.

Resultados: Os achados mostram que a inovação não atuou como variável de classificação para regiões (não-)resilientes. Municípios caracterizados por maior proximidade de portos, maior quantidade *per capita* de acesso à internet e pela existência de parques tecnológicos apresentaram menor resiliência durante a pandemia de COVID-19 quando comparadas ao desempenho médio nacional, o que se mostra contraintuitivo. Além disso, foi encontrada relação positiva entre menor carga tributária e resiliência regional.

Contribuição teórica: A exploração empírica realizada ajuda a compreender os efeitos específicos de uma crise como a gerada pela pandemia em uma economia emergente. Os achados também indicam que a inovação não seja condição suficiente para a resiliência das regiões no curto prazo.

Contribuições práticas: O artigo aponta para a necessidade de fortalecer as capacidades de inovação em regiões de uma economia emergente, que, se subdesenvolvidas, são incapazes de atuar como um sistema imunitário diante de um choque pandêmico.

Palavras-chave: resiliência regional, inovação, choque, regressão logística, COVID-19

Can innovation predict regional resilience? An econometric exploration of Brazilian municipalities during the Covid-19 pandemic

Abstract

Objective: This article examines the relationship between innovation and regional economic resilience in an emerging economy.

Method: This is a quantitative and descriptive research that uses a logistic regression based on socio-economic indicators of the 101 most populous Brazilian municipalities and considers regional resilience through employment data.

Originality/relevance: Although innovation has been identified as a source of regional economic resilience, the context of emerging economies has often been overlooked, resulting in a narrow view of this relationship.

Results: The findings show that innovation did not act as a classification variable for (non-)resilient regions. Municipalities characterized by greater proximity to ports, greater per capita Internet access, and the presence of technology parks showed less resilience during the Covid-19 pandemic compared to the national average performance, which is counterintuitive. In addition, a positive relationship was found between lower tax burden and regional resilience.

Theoretical contribution: The empirical research conducted helps to understand the specific impact of a crisis such as the pandemic in an emerging economy. The results also suggest that innovation is not a sufficient condition for regional resilience in the short run.

Practical contributions: The article points to the need to strengthen innovation capacities in regions of an emerging economy, which, if underdeveloped, are unable to act as an immune system in the face of a pandemic shock.

Keywords: regional resilience, innovation, shock, logistic regression, Covid-19

¿Puede la innovación predecir la resiliencia regional? Una exploración econométrica de los municipios brasileños durante la pandemia de COVID-19

Resumen

Objetivo: Este artículo verifica la relación entre innovación y resiliencia económica regional, en una economía emergente.

Método: Se trata de una investigación cuantitativa y descriptiva, que utiliza una regresión logística basada en indicadores socioeconómicos de los 101 municipios brasileños más poblados y considera la resiliencia regional a través de datos de empleo.

Originalidad/Relevancia: Aunque la innovación ha sido identificada como una fuente de resiliencia económica regional, a menudo se ha descuidado el contexto de las economías emergentes, lo que ha resultado en una visión estrecha de esta relación.

Resultados: Los hallazgos muestran que la innovación no actuó como una variable de clasificación para las regiones (no) resilientes. Los municipios caracterizados por una mayor proximidad a los puertos, un mayor acceso a Internet per cápita y la existencia de parques tecnológicos mostraron menos resiliencia durante la pandemia de COVID-19 en comparación con el desempeño promedio nacional, lo que parece contradictorio. Además, se encontró una relación positiva entre una menor carga fiscal y la resiliencia regional.

Aporte teórico: La exploración empírica realizada ayuda a comprender los efectos específicos de una crisis como la generada por la pandemia sobre una economía emergente. Los hallazgos también indican que la innovación no es una condición suficiente para la resiliencia de las regiones en el corto plazo.

Contribuições práticas: El artículo señala la necesidad de fortalecer las capacidades de innovación en regiones de una economía emergente que, si están subdesarrolladas, son incapaces de actuar como un sistema inmunológico ante un shock pandémico.

Palabras clave: resiliencia regional, innovación, shock, regresión logística, COVID-19

Introdução

Fomentar a capacidade de lidar com efeitos negativos de choques econômicos tem sido o objetivo de diferentes organizações de matizes diversos. Iniciativas como 100 Cidades Resilientes da *Rockefeller Foundation* e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (2015) são exemplos que corroboram essa afirmação (Wang & Li, 2022). Essa capacidade fora testada em eventos como a crise financeira global de 2008–2010, a crise decorrente da pandemia de COVID-19 e colocada à prova novamente com os impactos da guerra na Ucrânia. Para desenvolvê-la, um desafio dos gestores é compreender como e porque algumas regiões são resilientes (ou não), conseguindo se adaptar ou se transformar às mudanças (Filippetti et al., 2020). Esse entendimento pode proporcionar respostas mais eficazes para as regiões considerando distintos contextos e tipos de choques.

Entre as possíveis fontes de resiliência (econômica) regional, pode-se citar a inovação, fenômeno reconhecido na literatura econômica e de estratégia como propulsor de crescimento e produtividade (Nelson & Winter, 1982; Schumpeter, 1934; Wenzel et al., 2020). No nível macro, Archibugi e Filippetti (2011) mostraram que os países da União Europeia mais inovadores foram menos afetados pela crise financeira de 2008–2010. No nível micro, pesquisas apontam que empresas inovadoras tiveram melhor desempenho econômico em relação à mesma crise (e.g. Cefis et al., 2020; Nemlioglu & Mallick, 2021). Em situações de choques, os ganhos decorrentes

de inovações pré-crise possibilitam o “prêmio da sobrevivência”, que ocorre mesmo quando as condições financeiras são controladas (Cefis et al., 2020, p. 64).

Apesar desses apontamentos, a compreensão da inovação como fonte de resiliência regional é limitada. O que se sabe sobre essa relação, no curto prazo, advém majoritariamente de estudos sobre a crise de 2008–2010 em países desenvolvidos (Viana et al., 2023). Os achados têm apresentado que as regiões mais inovadoras obtiveram melhor desempenho em emprego ou geração de riqueza (Viana et al., 2023), apesar de algumas exceções (e.g., Calignano & De Siena, 2020; Romão, 2020; Tuysuz et al., 2022). Esse recorte específico cria a necessidade de investigar diferentes contextos, sobretudo em localidades de países não considerados líderes em inovação (Calignano & De Siena, 2020).

Por exemplo, o Brasil é caracterizado por escassez de investimentos públicos em inovação, baixo comprometimento com atividades inovativas e carência de relações entre firmas e instituições de suporte à atividade empresarial, como universidades e centros de pesquisa (Esteves & Feldmann, 2016). Além disso, a atuação desses atores no combate à COVID-19 ocorreu de modo assimétrico entre as macrorregiões (Miranda et al., 2022), possibilitando questionar sobre as capacidades pré-existentes. Assim, mesmo nesse cenário, pode haver associação positiva entre inovação e resiliência regional?

Para preencher essa lacuna, este artigo tem por objetivo verificar a relação entre inovação e resiliência econômica regional, em uma economia emergente. Para alcançá-lo, foram utilizados dados secundários dos 101 municípios mais populosos do Brasil, abrangendo um período de choque e de recuperação gradual. A operacionalização baseou-se em uma crescente vertente teórica-empírica sobre o porquê de algumas regiões serem mais resilientes que outras. Como *proxies* de inovação, foram utilizados dados de patentes, propriedade intelectual, e emprego em ciência e tecnologia (C&T). Também foram operacionalizadas variáveis relacionadas à

capacidade de inovar: distância portuária, empresas exportadoras, capital humano, e infraestrutura tecnológica. Ademais, o nível de riqueza gerada, o crescimento econômico, o nível de especialização econômica e a carga tributária compuseram as análises.

Este artigo contribui para a discussão sobre os possíveis determinantes da resiliência regional ao abordar o papel da inovação em regiões de uma economia emergente e o choque da pandemia de COVID-19. Essa contribuição é tempestiva visto revisões da literatura terem apontado para uma visão eurocêntrica sobre resiliência regional (Miranda & Hoffmann, 2021; Sutton et al., 2023; Viana et al., 2023). Outra contribuição refere-se à operacionalização, que considerou as relações entre as variáveis de modo probabilístico e não determinístico, conforme sugerido por Bristow e Healy (2018). Ainda, este artigo apresenta resultados contraintuitivos sobre a proximidade de portos, acesso rápido à internet e parques tecnológicos e suscita uma reflexão sobre carga tributária e resiliência regional.

Além desta introdução, quatro outras seções compõem o artigo. A segunda apresenta uma visão geral sobre a relação inovação–resiliência regional e desenvolve as hipóteses a serem testadas. A terceira indica as escolhas e os procedimentos seguidos para a operacionalização da exploração empírica. Na quarta, são desenvolvidos os modelos, analisados e discutidos os resultados. Em seguida, na quinta seção, são identificadas as limitações da pesquisa, explorados possíveis caminhos para investigações futuras, e destacadas as implicações teóricas e práticas.

Inovação e Resiliência Regional

Uma visão geral sobre a inovação como preditora de resiliência regional

Resiliência regional e inovação são construtos marcados pela inexistência de termos consensuais (Fröhlich & Hassink, 2018; Kahn, 2018). A resiliência regional é vista como um fenômeno que abrange (Ferrão et al., 2023; Martin et al., 2016; Martin & Sunley, 2015, 2020): vulnerabilidade (grau de exposição e suscetibilidade ao choque), resistência (grau e extensão do

impacto inicial do choque), adaptabilidade (capacidade de adaptação/transformação econômica), e recuperação (grau e extensão do desenvolvimento regional pós-choque). Pode, então, ser entendida como a capacidade de uma economia regional reagir a choques, impulsionando a resistência ou a recuperação. Inovação pode ser definida como a implementação de produtos ou processos, novos ou aprimorados (OECD, 2018). Neste artigo, parte-se do pressuposto que a segregação dos construtos possibilita a identificação dos efeitos da inovação sobre o desempenho (Arancegui et al., 2012).

Alguns dos primeiros textos do arcabouço teórico de resiliência regional realizaram alusão ao papel da inovação. Clark et al. (2010) sugeriram que distritos industriais com maior quantidade de empresas inovadoras sejam mais resilientes, especialmente, aqueles povoados por pequenas empresas, mais conectadas localmente. Wolfe (2010) teorizou que a dotação de ativos regionais especializados afeta a capacidade de inovação e de responder a choques, com as regiões resilientes promovendo relações colaborativas para geração de mudança. Os artigos de Clark et al. (2010) e Wolfe (2010) integram a edição *The Resilient Region* do *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. No editorial, Christopherson et al. (2010) elencaram entre as possíveis fontes de resiliência regional: sistema regional de inovação desenvolvido; força de trabalho inovadora, empreendedora e qualificada; e infraestrutura produtiva moderna (incluindo sistema de transporte e internet de alta velocidade).

Entretanto, a investigação teórico-empírica tratando da intersecção entre os temas não se desenvolveu rapidamente, considerando o quinquênio subsequente. Sunley (2013), em uma revisão do livro *Innovation, global change and territorial resilience*, criticou a assunção implícita da ligação positiva entre inovação e resiliência econômica e a falta de evidência empírica. Martin e Sunley (2015) categorizaram as fontes de resiliência em quatro subsistemas interrelacionados: i) estrutura industrial e de negócios; ii) mercado de trabalho; iii) financeiro; e iv) governança.

Nesse *framework*, foi realizada alusão explícita à capacidade de inovar, mas não à inovação como componente do subsistema industrial e de negócios.

De modo análogo, Evenhuis (2017) destacou cinco domínios que agrupam fontes de resiliência: i) base econômica; ii) mercado de trabalho; iii) ambiente construído; iv) arranjos institucionais; e v) *sense-making* e política. Nesse caso, a inovação foi citada apenas como efeito de outras fontes de resiliência. Posteriormente, partindo da proposta de Martin e Sunley (2015), Miranda e Hoffmann (2021) analisaram artigos sobre resiliência regional publicados entre 2010 e 2017, indexados pela *Web of Science*. Eles adicionaram a inovação como variável do subsistema de estrutura industrial e de negócios.

Ao final da segunda década do século XXI, o interesse de pesquisa sobre o *nexus* inovação–resiliência regional foi impulsionado. Por exemplo, Bristow e Healy (2018) reforçaram o apontamento de Sunley (2013) da escassez de resultados sobre essa relação, ao tratar do curto prazo. Ainda, a partir de uma análise exploratória, esses autores mostraram que as regiões europeias com maior capacidade de inovação também tiveram maior resistência ou recuperação diante da crise financeira de 2008–2010 (ver Bristow & Healy, 2018). De modo complementar, diferentes estudos revelaram uma associação positiva entre os construtos, ao operacionalizar a inovação, ou capacidade de inovar, pelas *proxies*: patentes, marcas, gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), ou emprego em atividade intensiva em conhecimento (KIA – *knowledge intensive activity*) (e.g. Filippetti et al., 2020; Pinto et al., 2019; Rizzi et al., 2018).

Apesar das associações majoritariamente positivas entre inovação—ou capacidade de inovar—e resiliência regional, diante da crise financeira de 2008–2010, alguns estudos apresentaram resultados distintos (ver Viana et al., 2023). Por exemplo, em Calignano e De Siena (2020), a taxa de variação do emprego nos setores de alta tecnologia esteve relacionada de forma negativa—não significativa—à resistência econômica regional das províncias italianas (NUTS3)

no período 2008–2014. Na pesquisa de Muštra et al. (2020) com regiões da União Europeia, apesar da ligação positiva entre um indicador de inovação e resiliência regional, maiores níveis de capital humano estiveram associados à menor probabilidade de uma região pertencer a grupos mais resilientes. Em adição, na pesquisa de Romão (2020) sobre regiões europeias que têm o turismo como atividade econômica prioritária, gastos em P&D e capital humano estiveram ligados de forma negativa à resiliência.

Em relação à COVID-19, os resultados têm sido mais variados. Hu et al. (2022) destacaram a inovação—mensurada por patentes *per capita*—como fonte, mas a dependência de mercados externos como barreira da resiliência das cidades do nordeste da China. Em adição, Sargento e Lopes (2023) apresentaram uma relação positiva entre a existência de organizações de pesquisa e inovação que colaboram com empresas em projetos de inovação e a resiliência econômica dos municípios Portugueses. Por outro lado, Tuysuz et al. (2022) mostraram que tanto a quantidade de patentes *per capita*, quanto os níveis de exportação *per capita* previram negativamente a resiliência das regiões da Turquia. Nessa mesma linha, por meio de uma análise de *cluster* baseada nos índices de produção industrial e de volume de negócios no varejo, Chernova e Gridnev (2023) indicaram que as regiões menos resilientes da Rússia foram aquelas com maiores níveis de abertura econômica, mais urbanizadas, e que possuem maior concentração de empresas que investem em inovação.

Em suma, os resultados prévios reforçam o entendimento de que na pesquisa sobre resiliência, algumas questões devem ser consideradas, como: resiliência do quê e a quê (ver Davoudi, 2012). A primeira refere-se à escala de análise e à forma de mensuração da resiliência (Martin & Sunley, 2015), como em termos de emprego ou de riqueza, uma vez que distintos resultados podem ser obtidos a depender das variáveis usadas (ver Crescenzi et al., 2016; Sensier et al., 2016). A segunda refere-se ao choque sob análise, que pode ser de natureza econômica,

institucional, tecnológica, ambiental, pandêmica, ou antrópica (Sutton et al., 2023), haja vista que choques diferentes carecem de reações distintas (Miranda et al., 2023). Nesse cenário, ressalta-se que, uma revisão realizada por Viana et al. (2023) destacou o papel do contexto e da operacionalização ao tratar da relação entre inovação e resiliência regional, indicando verificá-la a partir de distintos *loci* e choques.

Desenvolvimento de hipóteses

A assunção da inovação como um determinante crucial para a resiliência regional advém de uma perspectiva evolutiva, que concebe os sistemas socioeconômicos como dinâmicos (Bristow & Healy, 2018; Filippetti et al., 2020; Pinto & Guerreiro, 2019). Ao emergir de um processo coletivo, a inovação atua como mecanismos de adaptação ou transformação econômica (Pinto & Guerreiro, 2019), com indicação de influenciar a resistência e a recuperação (Simmie, 2014). A justificativa é que regiões inovadoras estão mais preparadas para lidar com um choque por serem capazes de combinar atividades, tomar riscos e por possuírem atores com atitudes variadas em relação à mudança (Bristow & Healy, 2018). E, no longo prazo, ocorre um processo recursivo, com as regiões inovadoras sendo capazes de atrair investimentos, se conectar com mercados externos e de mobilizar capacidades internas, características que moldam o ajuste em tempos de crise (Crescenzi et al., 2016). Como tal, o desempenho inovador não decorre de um acidente durante a trajetória de desenvolvimento econômico, mas é resultante de um processo acumulativo, que possibilita uma resposta criativa na ocorrência de um choque (Filippetti et al., 2020). Por conseguinte, é apresentada a primeira hipótese desta pesquisa:

H1: Quanto maior o nível de inovação pré-choque, maior a probabilidade de resiliência regional.

Também foram formuladas hipóteses sobre a capacidade de inovar como preditora da resiliência. Essa capacidade foi desmembrada em variáveis, objetivando maior detalhamento. Diante do exposto, uma *proxy* de capacidade de inovação é o capital humano, com o nível instrucional da força de trabalho sendo apontado como fonte de resiliência regional (Di Caro, 2017; Duschl, 2016). O capital humano fomenta a criatividade e a flexibilidade, impulsionando inovações de processos em respostas a um choque, enquanto, por exemplo, investimentos anteriores em P&D podem estar desconectados das necessidades regionais no curto prazo (Crescenzi et al., 2016). Esse efeito do capital humano é esperado tanto para pequenas quanto grandes economias regionais, com investimentos em educação acarretando maior qualidade do trabalho e aumento de produtividade (Giannakis & Bruggeman, 2017). Esse resultado positivo foi constatado por diferentes estudos em países desenvolvidos ao tratar da crise de 2008-2010 (e.g., Crescenzi et al., 2016; Giannakis & Bruggeman, 2017; Rios & Gianmoena, 2020; Rizzi et al., 2018) ou da COVID-19 (e.g., Sargento & Lopes, 2023). Então, espera-se que também seja corroborado em distintos níveis de desenvolvimento econômico, culminando na segunda hipótese:

H2: Quanto maior o capital humano, maior a probabilidade de resiliência regional.

A relação das regiões com o mercado externo—por meio das exportações—foi elencada como uma segunda *proxy* da capacidade de inovar. Por um lado, são destacados diversos pontos positivos de exportações, como acesso a novos recursos e mercados (Bathelt et al., 2013; Walther et al., 2011), estímulo a firmas manterem esforços de inovação em tempos de crise (Holl & Rama, 2016), e proteção a choques restritos ao nível nacional (Martin & Gardiner, 2019). Por outro lado, a dependência de exportações relaciona-se à vulnerabilidade de um território, pela

maior exposição a choques originados em outros países (Diodato & Weterings, 2015; Du et al., 2019; Eraydin, 2016a; Martin et al., 2016; Martin & Gardiner, 2019; Tuysuz et al., 2022).

Inclusive, há sugestão de que pequenas economias orientadas para exportação possam ter o padrão de resiliência econômica dependente mais de fatores extrarregionais que do contexto interno e das capacidades endógenas (Ženka et al., 2019). Nesse cenário, cabe considerar a natureza do choque, uma vez que os esforços para conter a propagação da COVID-19 resultaram na interrupção da produção, no fechamento de portos e na disrupção de cadeias de suprimentos (Caballini et al., 2022). Logo, regiões mais conectadas globalmente tendem a demonstrar menor resistência econômica a esses impactos (Hu et al., 2022; Sargento & Lopes, 2023; Tuysuz et al., 2022). Assim, sugere-se:

H3a: Quanto maior o número de empresas exportadoras, menor a probabilidade de resiliência regional; e

H3b: Quanto maior a proximidade com portos, menor a probabilidade de resiliência regional.

A infraestrutura tecnológica também se refere à capacidade de inovar. Uma *proxy* é o acesso à banda larga, uma das variáveis de distinção das regiões turcas resilientes-transformadoras diante da crise de 2008–2010 (Eraydin, 2016b), e cuja expansão indica alto potencial de desenvolvimento (Stognief et al., 2019). Enquanto apenas a disponibilidade de infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação (TIC) passiva (e.g., serviço de correio, rádio, televisão) pode não estar relacionada à inovação, há indicativos de que o uso de uma infraestrutura de TIC ativa (e.g., celulares, banda larga) e passiva promova adaptabilidade, facilitando a adoção de novas tecnologias e inovações (van Aswegen & Retief, 2020). Durante a pandemia de COVID-19, a digitalização e a internet de alta velocidade serviram de base para o

desenvolvimento de diversos novos modelos de negócio (ver Gong et al., 2020). Além disso, outra possível *proxy* é a existência de parques de ciência e tecnologia, entendidos como ambientes de fomento à inovação, por exemplo, por meio da interação de empresas e universidades (Díez-Vial & Montoro-Sánchez, 2016). A implementação de tais parques têm sido apresentada como um meio de buscar adaptação ou transformação econômica (ver David, 2018).

Assim, sugere-se:

H4: Quanto mais desenvolvida a infraestrutura tecnológica, maior a probabilidade de resiliência regional.

Assim, com exceção de H3a e H3b, espera-se uma associação positiva quanto às outras hipóteses. Então, apresentadas pesquisas que antecederam o presente artigo, a seção seguinte abarca o método utilizado para o alcance do objetivo proposto.

Método

Unidade de análise e amostra

Adotou-se a região como unidade de análise, com coleta de dados dos 101 municípios mais populosos do Brasil, representando 41% da população estimada do país em 2021, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Esses municípios estão distribuídos pelas cinco macrorregiões brasileiras: Sudeste (48,5%), Nordeste (19,8%), Sul (14,9%), Norte (9,9%), e Centro-Oeste (6,9%). Um ponto central ao investigar possíveis fontes da resiliência das regiões é a definição da escala espacial de análise (Martin, 2012). Neste estudo, a disponibilidade de dados sistematizados para as variáveis independentes justificou a escala utilizada e o recorte no quantitativo de regiões.

Variáveis e dados

A seleção das variáveis foi inspirada na literatura sobre resiliência regional e inovação e pode ser observada na Figura 1. Como variável dependente, foi calculado um índice de resiliência (Giannakis & Bruggeman, 2017; Lagravinese, 2015):

$$res = [(\Delta E_r/E_r) - (\Delta E_n/E_n)]/|\Delta E_n/E_n|$$

em que $(\Delta E_r/E_r)$ e $(\Delta E_n/E_n)$ representam a taxa de mudança do emprego nos níveis regional e nacional, nessa ordem. Trata-se de uma medida cujos valores positivos indicam que a região foi mais resiliente que a economia nacional, enquanto valores negativos apontam para menor resiliência relativa. Considerando a queda do nível de emprego em março de 2020, fevereiro do mesmo ano foi definido como período inicial (pico) e fevereiro de 2022 como final, o último dado disponível no momento da escrita. Devido ao recorte temporal, este estudo trata particularmente da dimensão de resistência, o que também ocorreu em Hu et al. (2022). Além disso, optou-se por dados de emprego por serem disponibilizados com maior agilidade em comparação com produto interno bruto (Sensier et al., 2016). Esses dados estão disponíveis no sítio do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados – Caged (Brasil, 2022a).

Figura 1

Variáveis utilizadas no estudo

Cód.	Variável	Descrição	Fonte
<i>Variável dependente</i>			
<i>res</i>	Resiliência	Taxa de crescimento do emprego regional, subtraída pela taxa nacional, com o resultado dividido pelo módulo da taxa nacional	Caged (Brasil, 2022a)
<i>Variáveis independentes</i>			
<i>ipr</i>	Propriedade intelectual	Número de depósitos de contratos de propriedade intelectual dividido pelo número de empresas (2016 e 2017). Unidade: contratos/mil empresas	Enap (2022) ^a
<i>kia</i>	Emprego em C&T	Trabalhadores em C&T dividido pelo emprego total no município (2019). Unidade: %	Enap (2022) ^a
<i>pat</i>	Patentes	Total de patentes de inovação, de adição de inovação e de modelos de utilidade, nos últimos dois anos, dividido pelo número de empresas (2019). Unidade: patentes/mil empresas	Enap (2022) ^a
<i>hcp1</i>	Ensino médio	% adultos com ensino médio completo: média entre a proporção de pais e mães declarados com ensino médio completo pelos inscritos no ENEM ^b	Enap (2022) ^a
<i>hcp2</i>	Ensino técnico	Matriculados no ensino técnico dividido pela população estimada com mais de 15 anos. Unidade: ln(%)	Enap (2022) ^a
<i>hcp3</i>	Graduados em cursos de alta qualidade	Estudantes com nota 4 ou 5 no ENADE ^c , de 2017 a 2019, dividido pelo total de concluintes. Unidade: %	Enap (2022) ^a

Continua na próxima página

<i>exp</i>	Empresas exportadoras	Número de empresas exportadoras dividido pelo total de empresas no município (2019). Unidade: ln(%)	Enap (2022) ^a
<i>port</i>	Distância portuária	Distância euclidiana do porto mais próximo do município. Unidade: km	Enap (2022) ^a
<i>infl</i>	Acesso à internet rápida	Número de pontos de internet acima de 12Mbps, ponderado pela estimativa populacional (2020). Unidade: Acessos/habitantes	Enap (2022) ^a
<i>inf2</i>	Parque tecnológico	<i>Dummy</i> se o município está listado no projeto Parques Tecnológicos ou não (2018)	Enap (2022) ^a
<i>Variáveis de controle</i>			
<i>gdp1</i>	Crescimento do PIB	Crescimento real médio do PIB (2014 a 2018). Unidade: %	Enap (2022) ^a
<i>gdp2</i>	PIB <i>per capita</i>	PIB municipal <i>per capita</i> em R\$ (2018). Unidade: ln	Enap (2022) ^a
<i>hhi</i>	Índice de Herfindahl-Hirschman	Soma dos quadrados das parcelas do emprego municipal de cada indústria (seções do CNAE 2.0) em relação ao emprego total do município (2019)	Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) (Brasil, 2022b)
<i>trib</i>	Carga tributária ^d	Arrecadação estadual do ICMS em 2018 ponderada pelo PIB estadual de 2017. Unidade: Inverso do % x 10	Enap (2022) ^a

Fonte: elaborada pelos autores. Nota: ^aDados compilados ou tratados pela Escola Nacional de Administração Pública (Enap) (<https://ice.enap.gov.br/opendata>); ^bENEM – Exame Nacional do Ensino Médio; ^cENADE – Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes; ^dInversão realizada, o que afeta a interpretação.

Os dados das variáveis independentes e de controle são provenientes majoritariamente de um banco de dados compilado pela Enap (2022) em conjunto com a Endeavor. Quanto à inovação, devido à indisponibilidade de dados ao nível municipal sobre a introdução de produtos ou processos, novos ou melhorados, foram adotadas as *proxies* patentes, depósitos de contratos de

propriedade intelectual, e proporção de trabalhadores em C&T. Também foram elencadas variáveis relacionadas à capacidade de inovação, descritas na sequência.

Como *proxies* de capital humano foram usadas a proporção de adultos com ensino médio completo, o logaritmo da proporção de matriculados no ensino técnico na população com mais de 15 anos, e a proporção de graduados em cursos de alta qualidade (nota 4 ou 5 no ENADE). O uso de diferentes *proxies* para capital humano permite verificar a indicação de Viana et al. (2023) de que o nível de qualificação é relevante ao se tratar de resiliência regional, nesse caso, ao abordar um choque distinto da crise financeira de 2008–2010. Contemplando a conectividade externa com regiões de outros países como possível fonte de resiliência regional, utilizou-se a proporção de empresas exportadoras com sede na região e a distância ao porto (público ou fluvial do Amazonas) mais próximo. Adicionalmente, infraestrutura tecnológica foi operacionalizada por meio de pontos de acesso à internet rápida *per capita* e de uma *dummy* para regiões listadas no projeto Parques Tecnológicos. Apesar das duas últimas variáveis sozinhas serem insuficientes para capturar a infraestrutura tecnológica das regiões, considerá-las pode prover *insights* para subsidiar debates e políticas (ver Enap, 2022).

Quatro variáveis de controle também compuseram as análises. O crescimento real médio do PIB e o PIB *per capita* capturam o crescimento econômico e a riqueza produzida, respectivamente. O índice de Herfindahl-Hirschman mede a especialização, com valores superiores indicando concentração da atividade econômica regional em poucas indústrias, sendo calculado pela fórmula (Doran & Fingleton, 2018): $herf_{rt} = \sum_i (E_{ir}^t / E_r^t)^2$, em que E_{ir}^t representa o emprego formal na indústria i na região r no momento t , e E_r^t é o emprego total na região r no mesmo período. Foram utilizados dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para o cálculo, a partir da classificação nacional de atividades econômicas (CNAE 2.0), por seção

(Brasil, 2022b), como sugerido por Tupy et al. (2021). O período t considerado foi o último dia do ano 2019. Além disso, a arrecadação estadual do ICMS ponderada pelo PIB foi utilizada como uma *proxy* da carga tributária.

Tratamento dos dados e técnica estatística

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e de regressão logística, técnica de análise multivariada propícia quando a variável dependente é categórica (Hosmer & Lemeshow, 2000). Na pesquisa sobre resiliência regional, a regressão logística é comumente empregada, já que medidas relativas ou contrafactuais possibilitam resultados binários (e.g. Giannakis & Bruggeman, 2017; Wang & Li, 2022). Foram estimados dois modelos, um de entrada forçada e outro mais parcimonioso. As análises ocorreram com uso da linguagem R (R Core Team, 2021), do RStudio (RStudio Team, 2022), e de bibliotecas como *car* (Fox & Weisberg, 2019), *dlookr* (Ryu, 2022), *psych* (Revelle, 2021), *pROC* (Robin et al., 2011), *questionr* (Barnier et al., 2022), *ResourceSelection* (Lele et al., 2019), e *tidyverse* (Wickham et al., 2019).

Para avaliação dos modelos, inicialmente foi utilizado o logaritmo da verossimilhança ($-2\log$ verossimilhança, $-2\loglikelihood$, ou $-2LL$), que quanto menor, melhor o ajuste (Hair et al., 2018). Foram estimados os $-2LL$ dos modelos nulo (sem variáveis independentes) e proposto, avaliando a diferença com um teste qui-quadrado. Em seguida, foram calculadas três medidas: o pseudo R^2 de Hosmer e Lemeshow baseada no $-2LL$, o R^2 de Cox-Snell, e o R^2 de Nagelkerke, com valores maiores indicando melhor ajuste (Hair et al., 2018). Também foi utilizada a *Akaike Information Criterion* (AIC), que considera o ajuste do modelo penalizado. Embora a magnitude do AIC não seja o foco de interesse, quanto menor, mais parcimonioso o modelo e maior o suporte dos dados (Fox, 2016). Os tratamentos seguintes foram adotados para o modelo mais parcimonioso obtido.

Após a avaliação de ajuste, foram verificados os requisitos da regressão logística (Fernandes et al., 2020; Field et al., 2012; Fox, 2016; Hair et al., 2018; Tabachnick & Fidell, 2013): i) a ausência de casos extremos influentes; ii) a independência dos erros; iii) a ausência de multicolinearidade; e iv) a linearidade de cada preditor com o logito da variável dependente.

Verificados os pressupostos, avaliou-se o poder de predição, por meio de uma matriz de classificação, ou matriz de confusão, resultante da tabulação cruzada da variável dependente com as probabilidades estimadas pelo modelo de regressão logística. Buscando a redução do efeito *overfit*, para a elaboração da matriz de classificação, a amostra foi dividida em um conjunto de treinamento (análise) e outro de teste, em uma proporção de 70:30, respectivamente. O ponto de corte definido para as probabilidades estimadas foi de 0,5, que é o valor comumente empregado (Fernandes et al., 2020; Hosmer & Lemeshow, 2000). A partir da classificação, foram mensuradas medidas de avaliação do modelo, como: acurácia, sensibilidade, especificidade, taxa de falso positivo, verdadeiro preditivo positivo (precisão), verdadeiro preditivo negativo, e F-measure (F1) (Altman & Bland, 1994a, 1994b; Fawcett, 2006).

Também foi utilizada a área sob a curva (*area under the curve* – AUC) da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para avaliar a predição do modelo. A AUC mede a capacidade do modelo discriminar entre os casos caracterizados pela variável dependente ou não, com a regra de interpretação sendo (Hosmer & Lemeshow, 2000): i) AUC = 0,5: nenhuma discriminação; ii) $0,5 < AUC < 0,7$: pobre (*poor*); iii) $0,7 \leq AUC < 0,8$: aceitável; iv) $0,8 \leq AUC < 0,9$: excelente; v) $AUC \geq 0,9$: excepcional.

Inovação e Resiliência Regional em Municípios Brasileiros

Explorando a relação inovação–resiliência regional

Dos municípios amostrados, 38 foram classificados como resilientes e 63 como não resilientes. Um desbalanceamento pode gerar um viés de classificação na regressão logística em

direção à classe mais comum. Todavia, a resistência para os dados utilizados não se configura como um evento raro, caso em que há diferença de dezenas ou milhares de vezes entre as classes binárias (King & Zeng, 2001). Assim, não foi necessário adotar métodos para correção de viés. Cabe então, tratar das possíveis fontes de resiliência.

Na Tabela 1 são apresentadas estatísticas descritivas para as variáveis quantitativas. O baixo percentual de empresas exportadoras com sede nos municípios revela potencial a ser explorado. Essas empresas estão localizadas majoritariamente no Sudeste e Sul do país, com nove dos dez municípios mais bem colocados não sendo capitais. Quanto a resultados ou impactos da inovação, patentes e emprego em C&T apresentaram assimetria positiva (à direita), com concentração das regiões amostradas nos níveis mais baixos identificados nessas variáveis.

Tabela 1

Estatística descritiva das variáveis quantitativas

Variáveis	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Desvio p.	Assimetria	Curtose
<i>ipr</i>	21,56	99,10	95,76	222,34	43,36	0,71	0,25
<i>kia</i>	2,41%	7,36%	5,81%	25,76%	4,40%	1,64	2,90
<i>pat</i>	0,38	5,70	5,18	29,74	4,18	2,43	10,59
<i>hcp1</i>	23,55%	54,95%	55,07%	69,59%	8,27%	-0,73	1,41
<i>hcp2</i>	-1,22	0,15	0,17	1,55	0,50	-0,26	0,78
<i>hcp3</i>	0,00%	21,17%	18,10%	72,07%	14,96%	0,89	0,80
<i>exp</i>	-3,04	-0,58	-0,47	1,54	1,03	-0,26	-0,58
<i>port</i>	5,00	200,71	70,00	1142,00	270,27	1,83	2,72
<i>infl</i>	0,02	1,93	1,78	4,34	0,88	0,18	-0,60
<i>trib</i>	24,11	106,41	108,31	171,96	31,39	0,11	-0,62
<i>gdp1</i>	-8,23%	-0,39%	-0,47%	14,31%	2,85%	1,49	7,48
<i>gdp2</i>	9,42	10,42	10,40	11,61	0,49	0,07	-0,45
<i>hhi</i>	0,11	0,16	0,15	0,31	0,04	1,67	3,14

Fonte: elaborada pelos autores. Nota: Desvio p. = desvio padrão.

Também são apresentadas as correlações (Tabela 2) e *boxplots*, com os dados divididos de acordo com as classes da variável dependente (Figura A1). As correlações de Pearson ficaram na faixa de -0,37 e 0,69, apontando para ausência de multicolineariedade entre os possíveis determinantes de resistência (ver Tabachnick & Fidell, 2013). Em relação aos *boxplots*, houve sobreposição de classes para algumas variáveis (e.g., *gdp1*, *exp*, *pat*, *kia*), indicando que tais variáveis exerçam baixa contribuição para o modelo de regressão logística. A análise exploratória também sugere que os municípios socioeconomicamente mais desenvolvidos e aqueles com maior carga tributária tenham sido menos resilientes ao choque, e que a inovação não atuou como variável de distinção entre classes.

Tabela 2

Matriz de correlação das variáveis quantitativas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 <i>ipr</i>	1												
2 <i>kia</i>	0,26	1											
3 <i>pat</i>	0,37	0,26	1										
4 <i>hcp1</i>	0,50	0,18	0,23	1									
5 <i>hcp2</i>	0,16	0,05	0,30	0,35	1								
6 <i>hcp3</i>	0,42	0,15	0,37	0,35	0,42	1							
7 <i>exp</i>	0,42	0,62	0,14	0,24	-0,05	0,07	1						
8 <i>port</i>	-0,06	-0,20	-0,16	0,06	-0,22	-0,03	-0,18	1					
9 <i>infl</i>	0,69	0,17	0,35	0,63	0,28	0,53	0,23	-0,01	1				
10 <i>trib</i>	-0,29	-0,07	0,20	-0,21	0,00	0,10	-0,21	0,15	-0,20	1			
11 <i>gdp1</i>	-0,05	0,01	0,01	0,06	-0,03	0,05	0,02	0,11	0,11	0,14	1		
12 <i>gdp2</i>	0,63	0,52	0,26	0,58	0,36	0,41	0,42	0,06	0,64	-0,26	0,17	1	
13 <i>hhi</i>	-0,33	0,21	-0,11	-0,23	-0,32	-0,22	0,15	0,12	-0,37	0,18	0,02	-0,21	1

Fonte: elaborada pelos autores.

Considerando a análise de regressão logística, apresentamos no apêndice os modelos univariados calculados (Tabela A1). Foi adotado o limite de 0,25 do p -valor como corte, de modo que as variáveis *gdp1* e *kia* foram excluídas da modelagem (ver Bendel & Afifi, 1977). Ressalta-se que a baixa contribuição dessas variáveis era esperada, conforme análise descritiva realizada. Em seguida, a Tabela 3 apresenta o modelo de entrada forçada com as variáveis mantidas na análise. A mudança na quantidade de informação explicada pelo modelo, em comparação com o modelo nulo, é significativa: $\chi^2(12) = 42,39$ ($p < 0,0001$). Ao analisar as medidas pseudo R^2 , os resultados indicam que o modelo seria responsável por 31,6% a 46,7% da variação na previsão de resistência. No entanto, ao avaliar a significância estatística dos coeficientes, foram obtidos valores $p > 0,05$. Os únicos preditores significativos foram *port* e *trib*, com relações positivas. Com isso, buscou-se um modelo mais parcimonioso.

Tabela 3

Estimação da regressão logística (modelo 1)

Variáveis	Coefficiente	Erro-padrão	2,5% (IC)	Odds ratio	97,5% (IC)
(Intercepto)	-0,961	8,746	0,000	0,382	1,5E+07
ipr	-0,004	0,011	0,973	0,996	1,018
pat	0,019	0,068	0,884	1,019	1,172
hcp1	-0,064	0,045	0,853	0,938	1,021
hcp2	-0,343	0,691	0,173	0,710	2,702
hcp3	0,011	0,023	0,964	1,011	1,058
exp	0,026	0,320	0,547	1,027	1,948
port	0,003**	0,001	1,001	1,003	1,006
infl1	-0,588	0,548	0,179	0,556	1,575
infl2sim	-1,036	0,858	0,056	0,355	1,760
trib	0,021**	0,010	1,002	1,022	1,044
gdp2	0,168	0,889	0,200	1,182	6,954
hhi	3,597	8,033	0,000	36,502	6,8E+08

Medidas da qualidade de ajuste do modelo

-2LL nulo	-2LL modelo	Pseudo R ²	R ² Cox e Snell	R ² Nagelkerke	AIC
133,76	91,38	0,31	0,34	0,46	117,38

Fonte: elaborada pelos autores. Nota: *p<0,1; ** p<0,05; *** p<0,01.

O modelo final foi composto pelo intercepto e por quatro preditores (Tabela 4): *infl1*, *infl2*, *trib* e *port*. Os coeficientes e o *odds ratio* indicam que as duas primeiras variáveis estão negativamente associadas à resistência, enquanto as demais possuem ligação positiva. Assim, quanto menor o peso tributário do ICMS (transformação inversa, conforme Figura 1), maior a probabilidade de uma região ter sido mais resiliente que o país. Adicionalmente, quanto mais

próxima de portos, quanto maior o número de pontos de acesso à internet rápida *per capita*, ou na existência de parques tecnológicos, maior a probabilidade de uma região ter apresentado menor resistência relativa. Os intervalos de confiança balizam os resultados para *inf1*, *port* e *trib*. Todavia, o intervalo de confiança de *inf2* oscilou de menos um a mais um, sugerindo que a relação dessa variável com a resistência econômica possa ser positiva ou negativa, ao considerar outras regiões. Para fins de estimativa pontual, o modelo apresenta significância para esses coeficientes. Contudo, para estimativa intervalar, segue ressalvas para a variável *inf2*.

Tabela 4

Estimação da regressão logística (modelo 2)

Variáveis	Coefficiente	Erro-padrão	2,5% (IC)	Odds ratio	97,5% (IC)
(Intercepto)	-2,035*	1,182	0,012	0,131	1,250
port	0,003**	0,001	1,001	1,003	1,006
inf1	-0,874**	0,351	0,201	0,417	0,804
inf2sim	-1,320*	0,774	0,049	0,267	1,105
trib	0,025***	0,009	1,009	1,026	1,046

Medidas da qualidade de ajuste do modelo

-2LL Null	-2LL modelo	Pseudo R ²	R ² Cox e Snell	R ² Nagelkerke	AIC
133,76	94,86	0,29	0,32	0,43	104,86

Fonte: elaborada pelos autores. Nota: *p<0,1; ** p<0,05; *** p<0,01.

Ressalta-se que o modelo atende os pressupostos da regressão logística. A distância de Cook indica não haver *outliers* no modelo (Figura A2). Foram identificados cinco possíveis pontos de influência, cujos resíduos *studentizados* foram maiores ou menores que dois. Todavia, essa quantia é inferior a 5%, considerada aceitável (Field et al., 2012). Segundo, o resultado do

teste de Durbin-Watson foi 2,27 (p -valor = 0.23), indicando inexistência de autocorrelação entre os resíduos e independência dos erros. Terceiro, há ausência de multicolinearidade, com os preditores apresentando $VIF < 2$, VIF médio de 1,12 e tolerância superior a 0,8. Quarto, o pressuposto de linearidade foi atendido, com o termo de interação entre os preditores e as respectivas transformações logarítmicas sendo não significativas ($p > 0,05$), conforme Tabela A2.

Quanto à capacidade de previsão do modelo, a Tabela 5 apresenta a matriz de classificação. Considerando a base de teste, o nível de acerto (acurácia) foi de 83,3%, tendo sido classificadas corretamente 25 das 30 regiões. Das predições para regiões não resilientes, 17 foram classificadas de modo correto e três erroneamente, representando uma taxa de verdadeiro preditivo negativo de 85%. Em relação ao grupo de resilientes, houve 8 classificações corretas e duas erradas, correspondendo a uma precisão de 80%. Também foi obtido escore F1 de 76,2%, medida calculada a partir da sensibilidade e da precisão.

Tabela 5

Matriz de classificação

Predito	Real			
	Amostra de análise		Amostra de teste	
	Resilientes	Não resilientes	Resilientes	Não resilientes
Resilientes	17	5	8	2
Não resilientes	10	39	3	17

Fonte: elaborada pelos autores. Nota: medidas dos modelos de teste (análise): acurácia = 0,83 (0,79); sensibilidade = 0,73 (0,63); especificidade = 0,89 (0,89); taxa de falso positivo = 0,11 (0,11); verdadeiro preditivo positivo = 0,8 (0,77); verdadeiro preditivo negativo = 0,85 (0,80); F-measure = 0,76 (0,69).

Ainda em relação ao desempenho da previsão, a Curva ROC para a base de teste revela que a AUC é de 0,847 (Figura A3), indicando um excelente poder de discriminação do modelo (ver Hosmer & Lemeshow, 2000).

Particularidades de uma economia emergente?

Uma perspectiva evolutiva aponta para uma relação positiva entre inovação pré-crise e resiliência econômica regional (Bristow & Healy, 2018). Essa proposição foi corroborada por distintos estudos abordando a crise de 2008–2010 em regiões europeias ou chinesas (e.g. Filippetti et al., 2020; Li et al., 2019; Wang & Li, 2022), ou a crise de COVID-19 (Hu et al., 2022). Todavia, os resultados aqui apresentados não balizam esse entendimento. As regressões com preditores únicos para as *proxies* patentes, emprego em ciência e tecnologia, e propriedade intelectual foram não significativas para as duas primeiras e negativa significativa para a última. No entanto, ao considerar o modelo saturado, não foram identificados coeficientes significativos para inovação. Consequentemente, nenhuma dessas *proxies* compôs o modelo final, mais parcimonioso.

Assim, não foi possível corroborar a inovação como preditora de resistência das regiões mais populosas do Brasil diante da crise decorrente da COVID-19, não havendo evidências suficientes para apoiar H1. Esse achado alinha-se à pesquisa de Calignano e De Siena (2020) sobre a crise de 2008–2010, em regiões da Itália, considerada como um país inovador moderado para os padrões da União Europeia. O presente artigo também vai ao encontro dos resultados de Tuysuz et al. (2022), sobre regiões da Turquia, e da indicação de Chernova e Gridnev (2023), sobre regiões da Rússia, trabalhos que trataram dos efeitos da pandemia de COVID-19. Nesse contexto, o presente estudo contribui ao verificar essa relação em regiões mais populosas de uma economia emergente não considerada líder em *rankings* globais de inovação. Destarte, questiona-

se o papel da inovação pré-choque, a partir das *proxies* elencadas, como condição suficiente para a resiliência regional.

Ainda, as relações não significativas para capital humano não possibilitam apoiar H2, indo de encontro a estudos anteriores sobre a crise de 2008–2010 (e.g., Crescenzi et al., 2016; Giannakis & Bruggeman, 2017) ou sobre a pandemia de COVID-19 (e.g., Sargento & Lopes, 2023). O nível de capital humano tem sido recorrentemente apontado como um determinante-chave da resistência e recuperação econômica diante de um choque (ver Miranda & Hoffmann, 2021; Sutton et al., 2023; Viana et al., 2023 para revisões). Todavia, Viana et al. (2023) destacaram que o uso de variáveis diferentes pode acarretar resultados distintos ao tratar da relação entre inovação (ou capacidade de inovar) e resiliência regional, o que pode ajudar a explicar as relações não significativas obtidas no presente estudo. Além disso, destaca-se que Sargento e Lopes (2023) encontraram uma relação significativa entre capital humano e resistência econômica (ao nível de significância de 10%), mas não entre esse preditor e recuperação econômica, o que sugere um maior aprofundamento sobre essa relação ao considerar distintos tipos de choque e dimensões da resiliência regional. Ante o exposto, cabe, então, tratar das relações significativas.

No tocante à relação das regiões com mercados externos, o presente estudo mostrou que quanto mais distantes dos portos, maior a probabilidade de resiliência econômica diante dos efeitos da COVID-19, apoiando H3b. Se por um lado transações comerciais com outros países possibilitam acesso a novos mercados e recursos (Bathelt et al., 2013; Walther et al., 2011), por outro lado, uma maior dependência de exportações também pode aumentar a vulnerabilidade de uma região (Diodato & Weterings, 2015; Du et al., 2019; Eraydin, 2016a; Martin et al., 2016; Martin & Gardiner, 2019). Nesse contexto, ressalta-se que a crise decorrente da pandemia de COVID-19 impactou repentinamente as cadeias de suprimentos, ocasionando a retenção de

contêineres e o declínio da atividade de transporte marítimo (Notteboom et al., 2021), com decorrente redução dos níveis de importações e exportações (Xu et al., 2021). Assim, os achados deste artigo corroboram pesquisas anteriores e destacam as especificidades do choque investigado, que teve maior impacto nas regiões mais conectadas globalmente (ver Hu et al., 2022; Sargento & Lopes, 2023; Tuysuz et al., 2022). Como tal, o presente estudo contribui ao considerar a proximidade dos portos, enquanto os estudos de Hu et al. (2022), Sargento e Lopes (2023) e Tuysuz et al. (2022) enfocaram nos níveis de exportação ou importação.

Adicionalmente, a infraestrutura tecnológica obteve relação negativa com a resiliência, refutando H4. Somado aos resultados dos modelos com preditores únicos e da análise exploratória, os resultados indicam que as regiões mais desenvolvidas socioeconomicamente tenham sido mais impactadas pela crise. Sabe-se que apenas a existência de infraestrutura de TIC pode não gerar vantagem tecnológica (van Aswegen & Retief, 2020). Os achados deste artigo somam-se a esse entendimento, indicando que apenas a infraestrutura de TIC também não prediz resiliência econômica. Em relação a parques tecnológicos, enquanto a estimativa pontual apresentou significância, a estimativa intervalar abarcou tanto resultados de associação negativa quanto positiva. Isso sugere que o comportamento dessa variável possa diferir ao considerar outras regiões, particularmente, regiões menos populosas, o que poderá ser investigado por outras pesquisas. Essa ressalva é sustentada por exemplos na literatura de resiliência regional a respeito de parques tecnológicos como meio de buscar por adaptação ou mudança estrutural (e.g. David, 2018; Simmie & Martin, 2010).

Por outro lado, foi encontrada associação positiva entre menor carga tributária e resiliência. Exemplos de outros determinantes da resiliência relacionados ao arranjo financeiro são estímulos fiscais (Davies, 2011), austeridade fiscal (Bell & Eiser, 2016), abertura de crédito para setores específicos (Hoffmann et al., 2017) e fundos públicos de financiamento (Arbolino &

Di Caro, 2021). No caso dos efeitos adversos decorrentes da pandemia de COVID-19, uma forma de reação foi a postergação de juros ou tributos, para que os recursos financeiros pudessem ser direcionados a medidas de absorção dos impactos do choque (ver Gong et al., 2020). Nesse contexto, os resultados do presente estudo mostraram que os municípios com menor peso da carga tributária no PIB também apresentaram maior probabilidade de resiliência regional. Ademais, destaca-se a *proxy* utilizada está a nível estadual, mais abrangente que o dos municípios.

Conclusão

Este estudo avaliou a relação entre inovação e resiliência econômica regional. Adicionalmente, foram verificadas outras variáveis referentes à capacidade de inovar, com controle para estrutura econômica, crescimento e desenvolvimento econômico, e carga tributária. O interesse de gestores públicos e de pesquisadores no porquê de algumas regiões resistirem ou se recuperarem de modo mais rápido que outras motivou esta investigação. Para operacionalizá-la, dados sobre os 101 municípios mais populosos do Brasil foram analisados, por meio de estatística descritiva e de regressão logística binária.

A partir da exploração empírica, foi apresentado que nos municípios mais populosos do Brasil, a inovação pré-choque não atuou como preditora da resiliência regional, considerando os efeitos econômicos adversos da COVID-19. Esse resultado indica que a capacidade de inovar não seja condição suficiente para a resiliência regional no curto prazo, particularmente considerando a dimensão de resistência. Ao tratar dessa relação, esta pesquisa lança luz sobre o contexto de um país emergente que não é líder em *rankings* globais de inovação e sobre particularidades de um choque pandêmico.

Em decorrência dos achados, são almeçadas contribuições práticas. Um primeiro apontamento é para o fortalecimento das capacidades regionais de inovação, que, se

subdesenvolvidas, parecem não ampliar a probabilidade de resiliência no curto prazo.

Adicionalmente, a consolidação de dados públicos governamentais pode fomentar a pesquisa científica e análises que gerem informações para tomada de decisão dos gestores. Essa disponibilidade possibilitará tratar das fontes de resiliência regional de modo preditivo e não apenas descritivo. Ademais, a associação entre menor carga tributária e resiliência regional possibilita subsidiar discussões sobre tributação e uso de recursos públicos no país.

Por fim, cabe ressaltar as limitações deste estudo. Como primeiro ponto, foram considerados os 101 municípios brasileiros mais populosos, devido ao acesso a dados sistematizados. Tendo em conta que as regiões urbanas, regiões rurais e antigas regiões industriais apresentam diferentes resiliências a choques econômicos (Ženka et al., 2019), estudos futuros podem ampliar a amostra, ou considerar regiões de outros países emergentes. Segundo, há a indicação de que a relação entre inovação e resiliência regional deve ser acompanhada de um alerta sobre as variáveis utilizadas, por resultados distintos terem sido encontrados a depender da operacionalização e do contexto (Viana et al., 2023). Nesse caso, a relação também pode ser revisitada por outras *proxies*.

Terceiro, pelo período temporal considerado, não foi possível segregar o resultado da resiliência regional nas dimensões relacionadas a desempenho. Assim, são sugeridos estudos futuros que analisem a relação investigada considerando resistência e recuperação econômica. Quarto, as ações de combate ao contágio da COVID-19 possibilitaram que alguns setores continuassem a transacionar, enquanto outros tiveram que interromper as atividades. Dessa forma, variáveis específicas para setores podem lançar luz nessas relações. Ademais, a partir de outras bases de dados, pode-se buscar por modelos com maior poder de explicação da variação na resiliência regional. Quinto, apesar da associação entre uma menor carga tributária e resiliência regional, faz-se necessário um aprofundamento na relação entre as variáveis. Por fim, esta

pesquisa não se aprofundou na dinâmica regional durante o choque. Uma questão aberta se refere à inovação como resposta à crise, como meio de subverter práticas existentes e de moldar regiões mais resilientes.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Contribuição	Viana, L. F. C.	Hoffmann, V. E.	Pinto, H.
Contextualização	X	–	–
Metodologia	X	–	–
Software	X	–	–
Validação	X	–	–
Análise formal	X	–	–
Investigação	X	–	–
Recursos	X	X	X
Curadoria de dados	X	X	X
Original	X	–	–
Revisão e edição	X	X	X
Visualização	X	X	X
Supervisão	–	X	X
Administração do projeto	X	X	X
Aquisição de financiamento	X	X	–

Referencias

Altman, D. G., & Bland, J. M. (1994a). Statistics notes: diagnostic tests 1: sensitivity and specificity. *British Medical Journal*, 308(6943), 1552.

<https://doi.org/10.1136/bmj.308.6943.1552>

Altman, D. G., & Bland, J. M. (1994b). Statistics notes: diagnostic tests 2: predictive values.

British Medical Journal, 309(6947), 102. <https://doi.org/10.1136/bmj.309.6947.102>

Arancegui, M. N., Martíns, J. J. G., Rodríguez, S. F., & Alonso, A. M. (2012). Territorial benchmarking methodology: the need to identify reference regions. In P. Cooke, M. D. Parrilli, & J. L. Curbelo (Eds.), *Innovation, global change and territorial resilience*. Edward Elgar Publishing.

Arbolino, R., & Di Caro, P. (2021). Can the EU funds promote regional resilience at time of Covid-19? Insights from the Great Recession. *Journal of Policy Modeling*, 43(1), 109–

126. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.10.001>

- Archibugi, D., & Filippetti, A. (2011). Is the economic crisis impairing convergence in innovation performance across Europe? *Journal of Common Market Studies*, 49(6), 1153–1182. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5965.2011.02191.x>
- Barnier, J., Briatte, F., & Larmarange, J. (2022). *questionr: functions to make surveys processing easier*. <https://cran.r-project.org/package=questionr>
- Bathelt, H., Munro, A. K., & Spiegel, B. (2013). Challenges of transformation: innovation, re-bundling and traditional manufacturing in Canada’s Technology Triangle. *Regional Studies*, 47(7), 1111–1130. <https://doi.org/10.1080/00343404.2011.602058>
- Bell, D. N. F., & Eiser, D. (2016). Migration and fiscal policy as factors explaining the labour-market resilience of UK regions to the Great Recession. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 9(1), 197–215. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsv029>
- Bendel, R. B., & Afifi, A. A. (1977). Comparison of stopping rules in forward “stepwise” regression. *Journal of the American Statistical Association*, 72(357), 46–53. <https://doi.org/10.2307/2286904>
- Brasil. Ministério da Economia. (2022). *Novo CAGED*. <http://pdet.mte.gov.br/novo-caged>
- Brasil. Ministério da Economia. (2023). *Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)*. <https://bi.mte.gov.br/bgcaged>
- Bristow, G., & Healy, A. (2018). Innovation and regional economic resilience: an exploratory analysis. *The Annals of Regional Science*, 60(2), 265–284. <https://doi.org/10.1007/s00168-017-0841-6>
- Caballini, C., Ghiara, H., & Persico, L. (2022). Analysis of the impacts of COVID-19 on selected categories of goods passing through the ports of Genoa and Savona, Italy. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2), 851–869. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.03.002>

- Calignano, G., & De Siena, L. (2020). Does innovation drive economic resistance? Not in Italy, at least! *Rivista Geografica Italiana*, 3, 31–49. <https://doi.org/10.3280/RGI2020-003002>
- Cefis, E., Bartoloni, E., & Bonati, M. (2020). Show me how to live: firms' financial conditions and innovation during the crisis. *Structural Change and Economic Dynamics*, 52, 63–81. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.10.001>
- Chernova, O. A., & Gridnev, D. S. (2023). Resilience of Russian regions in the face of COVID-19. *Regional Statistics*, 13(1), 76–93. <https://doi.org/10.15196/RS130104>
- Christopherson, S., Michie, J., & Tyler, P. (2010). Regional resilience: theoretical and empirical perspectives. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 3–10. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsq004>
- Clark, J., Huang, H.-I., & Walsh, J. P. (2010). A typology of “innovation districts”: what it means for regional resilience. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 121–137. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp034>
- Crescenzi, R., Luca, D., & Milio, S. (2016). The geography of the economic crisis in Europe: National macroeconomic conditions, regional structural factors and short-term economic performance. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 9(1), 13–32. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsv031>
- David, L. (2018). Agency and resilience in the time of regional economic crisis. *European Planning Studies*, 26(5), 1041–1059. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1448754>
- Davies, S. (2011). Regional resilience in the 2008-2010 downturn: comparative evidence from European countries. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 4(3), 369–382. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsr019>
- Davoudi, S. (2012). Resilience: a bridging concept or a dead end? *Planning Theory & Practice*, 13(2), 299–333. <https://doi.org/10.1080/14649357.2012.677124>

- Di Caro, P. (2017). Testing and explaining economic resilience with an application to Italian regions. *Papers in Regional Science*, 96(1), 93–113. <https://doi.org/10.1111/pirs.12168>
- Díez-Vial, I., & Montoro-Sánchez, Á. (2016). How knowledge links with universities may foster innovation: The case of a science park. *Technovation*, 50–51, 41–52.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.technovation.2015.09.001>
- Diodato, D., & Weterings, A. B. R. (2015). The resilience of regional labour markets to economic shocks: exploring the role of interactions among firms and workers. *Journal of Economic Geography*, 15(4), 723–742. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu030>
- Doran, J., & Fingleton, B. (2018). US Metropolitan Area Resilience: Insights from dynamic spatial panel estimation. *Environment and Planning A*, 50(1), 111–132.
<https://doi.org/10.1177/0308518X17736067>
- Du, Z., Zhang, H., Ye, Y., Jin, L., & Xu, Q. (2019). Urban shrinkage and growth: measurement and determinants of economic resilience in the Pearl River Delta. *Journal of Geographical Sciences*, 29(8), 1331–1345. <https://doi.org/10.1007/s11442-019-1662-6>
- Duschl, M. (2016). Firm dynamics and regional resilience: an empirical evolutionary perspective. *Industrial and Corporate Change*, 25(5), 867–883. <https://doi.org/10.1093/icc/dtw031>
- Enap. (2022). *Índice de cidades empreendedoras: Dados abertos*.
<https://ice.enap.gov.br/opendata>
- Eraydin, A. (2016a). Attributes and characteristics of regional resilience: defining and measuring the resilience of Turkish regions. *Regional Studies*, 50(4), 600–614.
<https://doi.org/10.1080/00343404.2015.1034672>
- Eraydin, A. (2016b). The role of regional policies along with the external and endogenous factors in the resilience of regions. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 9(1), 217–234. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsv026>

- Esteves, K., & Feldmann, P. R. (2016). Why Brazil does not innovate: a comparison among nations. *Revista de Administração e Inovação*, 13(1), 29–38.
<https://doi.org/10.11606/rai.v13i1.110635>
- Evenhuis, E. (2017). New directions in researching regional economic resilience and adaptation. *Geography Compass*, 11(11), e12333. <https://doi.org/10.1111/gec3.12333>
- Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27, 861–874.
<https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.10.010>
- Fernandes, A. A. T., Figueiredo Filho, D. B., Rocha, E. C. da, & Nascimento, W. da S. (2020). Read this paper if you want to learn logistic regression. *Revista de Sociologia e Política*, 28(74), e006. <https://doi.org/10.1590/1678-987320287406en>
- Ferrão, J., Pinto, H., Caldas, J. M. C., & Carmo, R. M. do. (2023). Vulnerabilidades territoriais, pandemia e emprego: Uma análise exploratória de perfis socioeconômicos municipais e impactos da COVID-19 em Portugal. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 63, 161–182.
- Field, Z., Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). *Discovering statistics using R*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.5860/choice.50-2114>
- Filippetti, A., Gkotsis, P., Vezzani, A., & Zinilli, A. (2020). Are innovative regions more resilient? Evidence from Europe in 2008–2016. *Economia Politica*, 37(3), 807–832.
<https://doi.org/10.1007/s40888-020-00195-4>
- Fox, J. (2016). *Applied regression analysis and generalized linear models* (3rd ed.). Sage Publications.
- Fox, J., & Weisberg, S. (2019). *An {R} companion to applied regression* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Fröhlich, K., & Hassink, R. (2018). Regional resilience: a stretched concept?*. *European*

- Planning Studies*, 26(9), 1763–1778. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1494137>
- Giannakis, E., & Bruggeman, A. (2017). Determinants of regional resilience to economic crisis: a European perspective. *European Planning Studies*, 25(8), 1394–1415.
<https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1319464>
- Gong, H., Hassink, R., Tan, J., & Huang, D. (2020). Regional resilience in times of a pandemic crisis: the Case of COVID-19 in China. *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie*, 111(3), 497–512. <https://doi.org/10.1111/tesg.12447>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2018). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning. <https://doi.org/10.1002/9781119409137.ch4>
- Holl, A., & Rama, R. (2016). Persistence of innovative activities in times of crisis: the case of the Basque Country. *European Planning Studies*, 24(10), 1863–1883.
<https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1204426>
- Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2000). *Applied logistic regression* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Hu, X., Li, L., & Dong, K. (2022). What matters for regional economic resilience amid COVID-19? Evidence from cities in Northeast China. *Cities*, 120, 103440.
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103440>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *População: Estimativas da população*. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>
- Kahn, K. B. (2018). Understanding innovation. *Business Horizons*, 61(3), 453–460.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.01.011>
- King, G., & Zeng, L. (2001). Logistic regression in rare events data. *Political Analysis*, 9(2), 137–163. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pan.a004868>
- Lagravinese, R. (2015). Economic crisis and rising gaps North-South: Evidence from the Italian

- regions. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(2), 331–342.
<https://doi.org/10.1093/cjres/rsv006>
- Lele, S. R., Keim, J. L., & Solymos, P. (2019). *ResourceSelection: resource selection (probability) functions for use-availability data*. <https://cran.r-project.org/package=ResourceSelection>
- Li, L., Zhang, P., & Li, X. (2019). Regional economic resilience of the old industrial bases in China - a case study of Liaoning Province. *Sustainability*, 11(3), 723.
<https://doi.org/10.3390/su11030723>
- Martin, R. (2012). Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks. *Journal of Economic Geography*, 12(1), 1–32. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr019>
- Martin, R., & Gardiner, B. (2019). The resilience of cities to economic shocks: a tale of four recessions (and the challenge of Brexit). *Papers in Regional Science*, 98(4), 1801–1832.
<https://doi.org/10.1111/pirs.12430>
- Martin, R., & Sunley, P. (2015). On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation. *Journal of Economic Geography*, 15(1), 1–42.
<https://doi.org/10.1093/jeg/lbu015>
- Martin, R., & Sunley, P. (2020). Regional economic resilience: evolution and evaluation. In G. Bristow & A. Healy (Eds.), *Handbook on regional economic resilience* (pp. 10–35). Edward Elgar Publishing.
- Martin, R., Sunley, P., Gardiner, B., & Tyler, P. (2016). How regions react to recessions: resilience and the role of economic structure. *Regional Studies*, 50(4), 561–585.
<https://doi.org/10.1080/00343404.2015.1136410>
- Miranda, N. da S. J., & Hoffmann, V. E. (2021). Regional resilience: a bibliometric study from the Web of Science. *Gestão & Regionalidade*, 37(111), 23–41.

<https://doi.org/10.13037/gr.vol37n111.6093>

- Miranda, N. da S. J., Hoffmann, V. E., & Filgueiras, R. C. (2023). How does a region react to different types of shocks? The case of a Brazilian T&C industrial region. *Innovation and Management Review*, 20(2), 103–118. <https://doi.org/10.1108/INMR-11-2021-0214>
- Miranda, N. da S. J., Viana, L. F. C., Carneiro, D. K. de O., Filgueiras, R. C., & Goulart, G. da S. (2022). Initial actions of the Brazilian regional innovation ecosystem against the COVID-19 pandemic. *International Journal of Innovation*, 10(2), 291–318. <https://doi.org/10.5585/iji.10i2.21576>
- Muštra, V., Šimundić, B., & Kuliš, Z. (2020). Does innovation matter for regional labour resilience? The case of EU regions. *Regional Science Policy and Practice*, 12(5), 949–964. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12348>
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. The Belknap Press of Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/2232409>
- Nemlioglu, I., & Mallick, S. (2021). Effective innovation via better management of firms: The role of leverage in times of crisis. *Research Policy*, 50(7), 104259. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104259>
- Notteboom, T., Pallis, T., & Rodrigue, J. P. (2021). Disruptions and resilience in global container shipping and ports: the COVID-19 pandemic versus the 2008–2009 financial crisis. *Maritime Economics and Logistics*, 23, 179–210. <https://doi.org/10.1057/s41278-020-00180-5>
- OECD. (2018). *Oslo Manual 2018: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4th ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- ONU. (2015). *Agenda 2030*. Organização das Nações Unidas (ONU). <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>

- Pinto, H., & Guerreiro, A. (2019). Resilience, innovation, and knowledge transfer. In *The Role of Knowledge Transfer in Open Innovation* (pp. 281–299). IGI Global.
<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5849-1.ch014>
- Pinto, H., Healy, A., & Cruz, A. R. (2019). Varieties of capitalism and resilience clusters: An exploratory approach to European regions. *Regional Science Policy & Practice*, 11(6), 913–933. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/rsp3.12183>
- R Core Team. (2021). *R: a language and environment for statistical computing*. <https://www.r-project.org/>
- Revelle, W. (2021). *psych: procedures for psychological, psychometric, and personality research*. <https://cran.r-project.org/package=psych>
- Rios, V., & Gianmoena, L. (2020). The link between quality of government and regional resilience in Europe. *Journal of Policy Modeling*, 42(5), 1064–1084.
<https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.02.005>
- Rizzi, P., Graziano, P., & Dallara, A. (2018). A capacity approach to territorial resilience: the case of European regions. *Annals of Regional Science*, 60(2), 285–328.
<https://doi.org/10.1007/s00168-017-0854-1>
- Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J.-C., & Müller, M. (2011). pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. *BMC Bioinformatics*, 12, 77.
- Romão, J. (2020). Tourism, smart specialisation, growth, and resilience. *Annals of Tourism Research*, 84(June), 102995. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.102995>
- RStudio Team. (2022). *RStudio: Integrated Development Environment for R*.
<http://www.rstudio.com/>
- Ryu, C. (2022). *dlookr: Tools for Data Diagnosis, Exploration, Transformation*. <https://cran.r->

project.org/package=dlookr

- Sargento, A., & Lopes, A. S. (2023). Territorial resilience on the aftermaths of COVID-19 crisis—An exploratory analysis on the role of innovation. *Regional Science Policy & Practice*. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12697>
- Schumpeter, J. A. (1934). The fundamental phenomenon of economic development. In *The theory of economic development* (2nd ed.). Harvard University Press.
- Sensier, M., Bristow, G., & Healy, A. (2016). Measuring regional economic resilience across Europe: operationalizing a complex concept. *Spatial Economic Analysis*, 11(2), 128–151. <https://doi.org/10.1080/17421772.2016.1129435>
- Simmie, J. (2014). Regional economic resilience: a Schumpeterian perspective. *Raumforschung Und Raumordnung*, 72(2), 103–116. <https://doi.org/10.1007/s13147-014-0274-y>
- Simmie, J., & Martin, R. (2010). The economic resilience of regions: Towards an evolutionary approach. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 27–43. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp029>
- Stognief, N., Walk, P., Schöttker, O., & Oei, P.-Y. (2019). Economic resilience of German lignite regions in transition. *Sustainability*, 11(21), 5991. <https://doi.org/10.3390/su11215991>
- Sunley, P. (2013). Innovation, global change and territorial resilience. *Regional Studies*, 47(4), 644–645. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.781754>
- Sutton, J., Arcidiacono, A., Torrisi, G., & Arku, R. N. (2023). Regional economic resilience: A scoping review. *Progress in Human Geography*, 47(4), 500–532. <https://doi.org/10.1177/03091325231174183>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Pearson.
- Tupy, I. S., Silva, F. F., Amaral, P. V. M., & Cavalcante, A. T. M. (2021). The spatial features of recent crises in a developing country: analysing regional economic resilience for the

Brazilian case. *Regional Studies*, 55(4), 693–706.

<https://doi.org/10.1080/00343404.2020.1851025>

Tuysuz, S., Baycan, T., & Altuğ, F. (2022). Economic impact of the COVID-19 outbreak in Turkey: Analysis of vulnerability and resilience of regions and diversely affected economic sectors. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 6(3), 1133–1158.

<https://doi.org/10.1007/s41685-022-00255-6>

van Aswegen, M., & Retief, F. P. (2020). The role of innovation and knowledge networks as a policy mechanism towards more resilient peripheral regions. *Land Use Policy*, 90, 104259. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104259>

Viana, L. F. C., Hoffmann, V. E., & Miranda, N. da S. J. (2023). Regional resilience and innovation: Paper profiles and research agenda. *Innovation & Management Review*, 20(2), 119–131. <https://doi.org/10.1108/INMR-11-2021-0225>

Walther, O., Schulz, C., & Dörry, S. (2011). Specialised international financial centres and their crisis resilience: the case of Luxembourg. *Geographische Zeitschrift*, 99(2–3), 123–142.

Wang, X., & Li, M. (2022). Determinants of regional economic resilience to economic crisis: Evidence from Chinese economies. *Sustainability*, 14(2), 809.

<https://doi.org/10.3390/su14020809>

Wenzel, M., Stanske, S., & Lieberman, M. B. (2020). Strategic responses to crisis. *Strategic Management Journal*, 42(2), 16–27. <https://doi.org/10.1002/smj.3161>

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Grolemond, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., ... Yutani, H. (2019).

Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686.

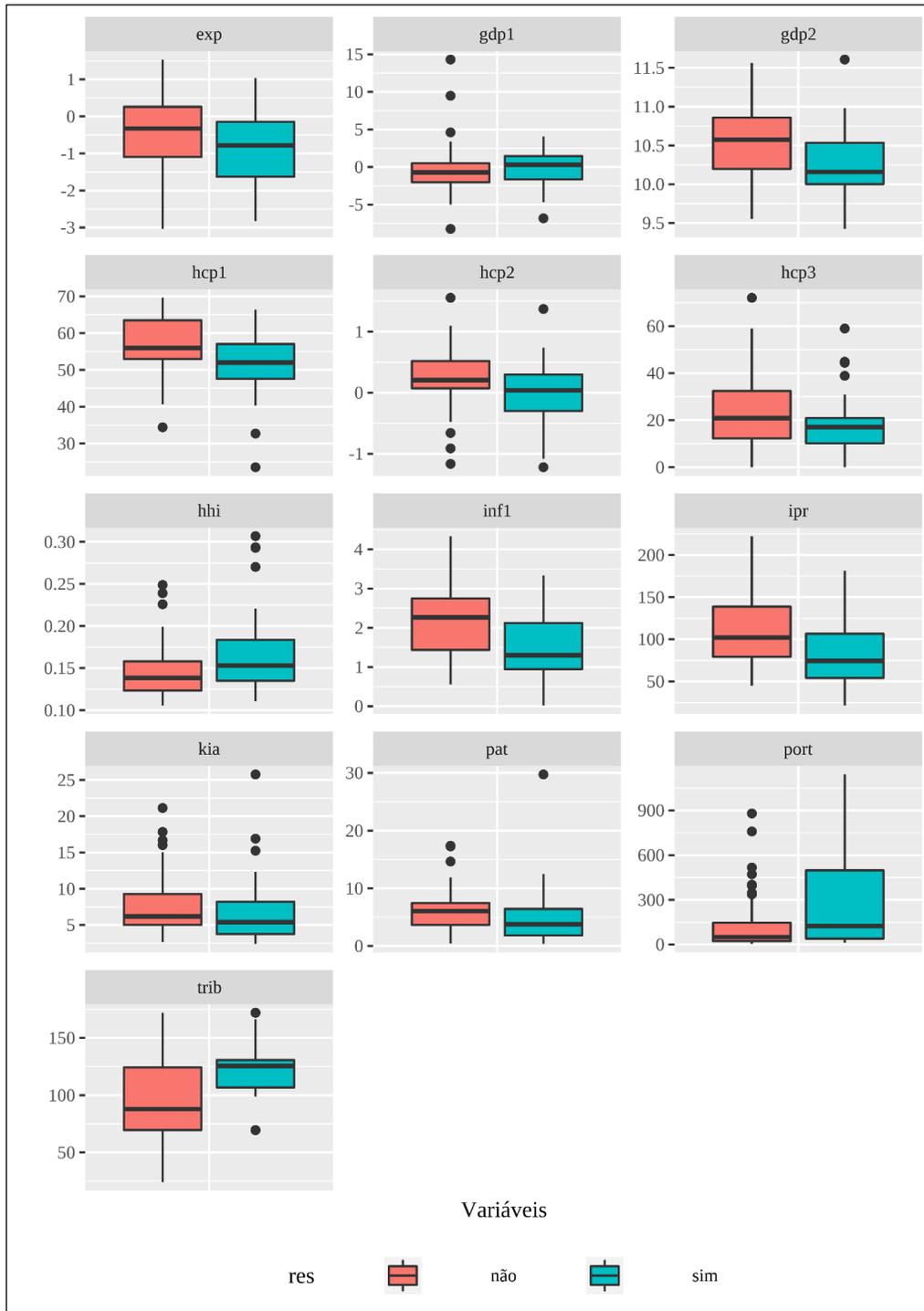
<https://doi.org/10.21105/joss.01686>

- Wolfe, D. A. (2010). The strategic management of core cities: path dependence and economic adjustment in resilient regions. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 139–152. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp032>
- Xu, L., Yang, S., Chen, J., & Shi, J. (2021). The effect of COVID-19 pandemic on port performance: Evidence from China. *Ocean & Coastal Management*, 209, 105660. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105660>
- Ženka, J., Slach, O., & Pavlík, A. (2019). Economic resilience of metropolitan, old industrial, and rural regions in two subsequent recessionary shocks. *European Planning Studies*, 27(11), 2288–2311. <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1638346>

Apêndice A

Figura A1

Boxplot das variáveis quantitativas independentes



Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela A1

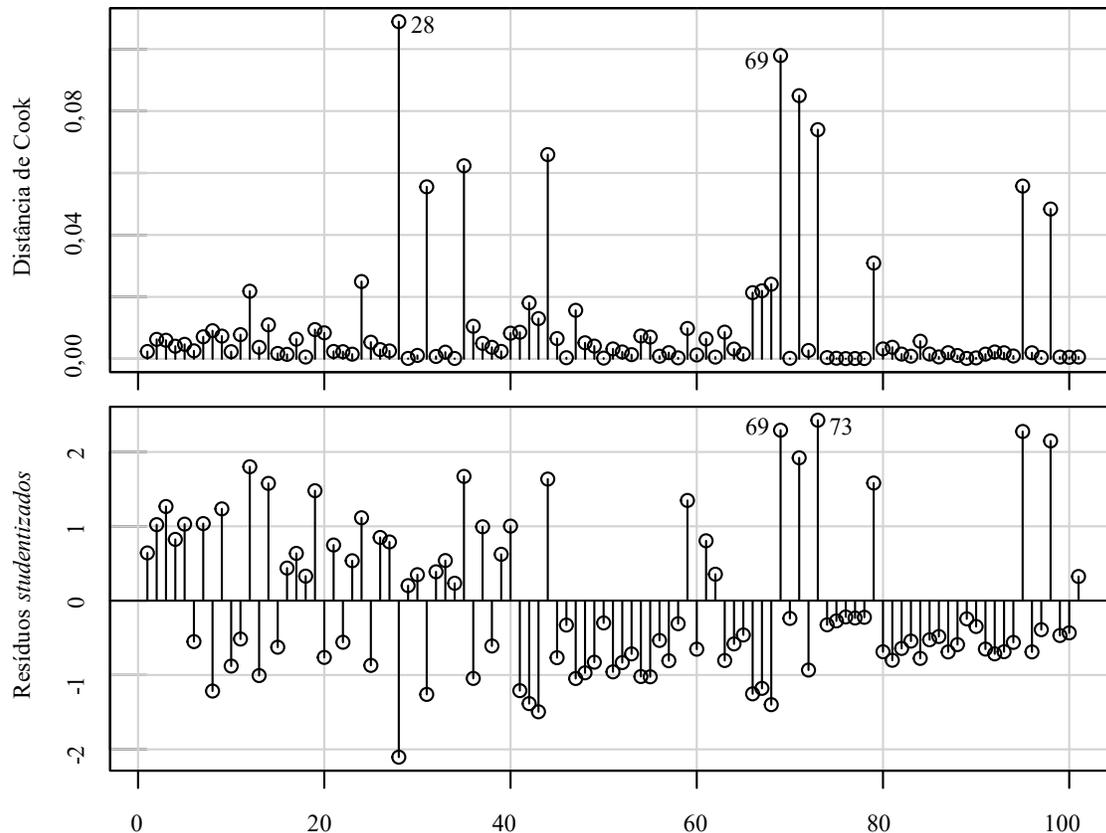
Análises univariadas

Variável	Coefficiente	Erro padronizado	Valor-z	p-valor
ipr	-0,020	0,006	-3,223	0,001
kia	-0,045	0,050	-0,910	0,363
pat	-0,082	0,060	-1,376	0,169
hcp1	-0,099	0,030	-3,227	0,001
hcp2	-1,103	0,454	-2,429	0,015
hcp3	-0,025	0,015	-1,651	0,099
exp	-0,348	0,206	-1,686	0,092
port	0,003	0,001	3,016	0,003
inf1	-1,013	0,286	-3,536	0,000
inf2sim	-1,540	0,663	-2,323	0,020
trib	0,027	0,008	3,438	0,001
gdp1	0,037	0,072	0,519	0,604
gdp2	-1,272	0,472	-2,696	0,007
hhi	15,101	5,672	2,662	0,008

Fonte: elaborada pelos autores.

Figura A2

Distância de Cook e resíduos studentizados



Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela A2

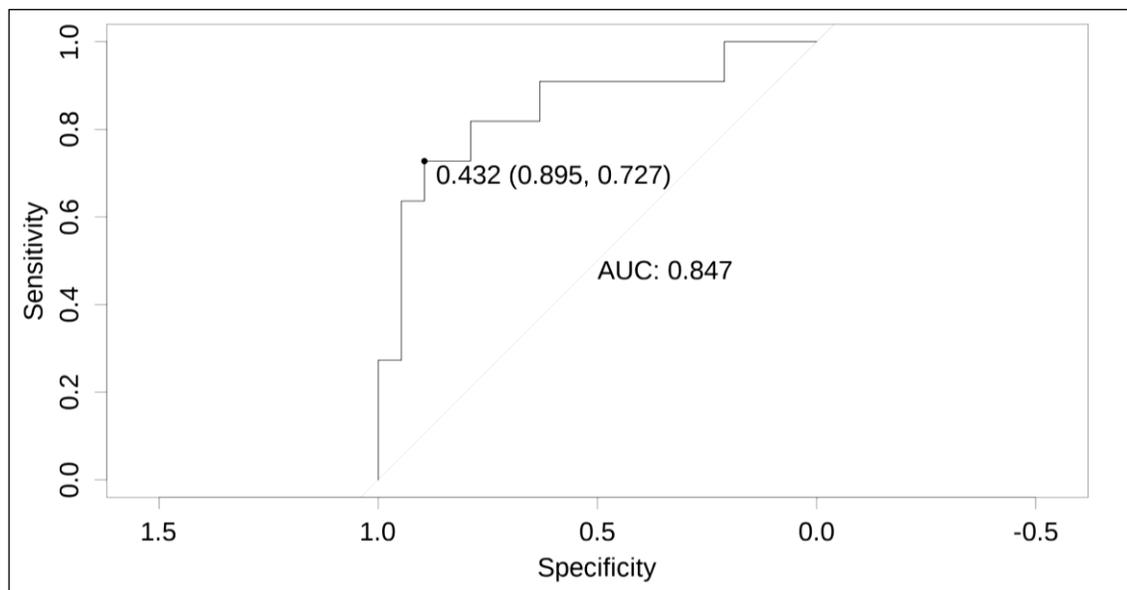
Estimação da regressão logística (modelo 3) para verificação de linearidade

Variável	Coefficiente	Erro padronizado	Valor-z	p-valor
(Intercept)	-5,977	7,542	-0,793	0,428
port	0,005	0,017	0,315	0,752
inf1	-2,871	2,119	-1,355	0,175
inf2sim	-1,212	0,785	-1,544	0,122
trib	0,351	0,371	0,947	0,343
port_int ¹	0,000	0,003	-0,139	0,889
inf1_int ¹	1,262	1,282	0,984	0,325
trib_int ¹	-0,057	0,065	-0,884	0,377

Nota: ¹interação entre o preditor e o respectivo log. Fonte: elaborada pelos autores.

Figura A3

Curva ROC



Fonte: elaborada pelos autores.