



08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

INOVAÇÃO PREDIZ RESILIÊNCIA REGIONAL? UM CASO DE REGIÕES BRASILEIRAS

LUIZ FERNANDO CAMARA VIANA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE BRASILIA (IFB)

VALMIR EMIL HOFFMANN

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)

Agradecimento à orgão de fomento:

Este trabalho foi financiado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB).

INOVAÇÃO PREDIZ RESILIÊNCIA REGIONAL? UM CASO DE REGIÕES BRASILEIRAS

1. 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 deve ser colocada à prova novamente com os impactos da guerra na Ucrânia, em 2022. 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 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 desenvolvidos¹. Os achados têm apresentado que as regiões mais inovadoras obtiveram melhor desempenho em emprego ou geração de riqueza, apesar de algumas exceções, como relatado em Calignano e De Siena (2020) e Romão (2020). 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). 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 um país emergente. Para alcançá-lo, foram utilizados dados secundários dos 101 municípios mais populosos do Brasil. 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, infraestrutura tecnológica e carga tributária. Ademais, o nível de riqueza gerada, o crescimento econômico e o nível de especialização econômica compuseram as análises.

Entre as contribuições do estudo, o artigo sugere o peso de uma menor carga tributária como fonte de resiliência regional. Adicionalmente, regiões marcadas pela proximidade com portos, por acesso à internet rápida e por parques tecnológicos tiveram maior probabilidade de serem relativamente menos resistentes que a economia nacional, o que se mostra contraintuitivo. De particular relevância para o objetivo da pesquisa, a inovação pré-crise não atuou como

variável de distinção entre as regiões mais ou menos resilientes. Finalmente, o fato de ter sido abordada a relação entre inovação e resiliência regional a partir de um país emergente é também uma contribuição deste estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E HIPÓTESES

Resiliência regional e inovação são construtos marcados pela inexistência de termos consensuais (Fröhlich & Hassink, 2018; Kahn, 2018). A resiliência pode ser entendida como a capacidade de uma economia regional reagir ou se recuperar de choques (Martin et al., 2016). Trata-se de um fenômeno que abrange (Martin & Sunley, 2015): vulnerabilidade (risco ao choque), resistência (impacto inicial do choque) e recuperação (trajetória de expansão pós-choque), ao considerar o curto prazo, e reorientação (ajuste de estrutura econômica) no longo prazo. Inovação pode ser definida como “produto ou processo (...) novo ou aprimorado (...) introduzido no mercado ou colocado em uso pela empresa” (OECD, 2018, p. 68). 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.

Na mesma toada, artigo de Bristow e Healy (2018) reforçou o apontamento de Sunley (2013) da escassez de resultados sobre a relação entre inovação e resiliência regional, ao tratar do curto prazo. Ainda, a partir de uma análise exploratória, esses autores mostraram que as regiões com maior capacidade de inovação também tiveram maior resistência ou recuperação (ver Bristow & Healy, 2018). De modo complementar, há alguns artigos que revelam associação positiva entre resiliência regional e inovação, ou capacidade de inovar, mensuradas pelas *proxies*: patentes, marcas, gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), emprego em atividade intensiva em conhecimento (KIA – *knowledge intensive activity*) (e.g. Filippetti et al., 2020; Pinto et al., 2019; Rizzi et al., 2018). O argumento é que as capacidades que possibilitam a

inovação sejam cruciais para a resposta em períodos de choque (Filippetti et al., 2020). Assim, é apresentada a primeira hipótese: **H1: Quanto maior o nível de inovação pré-choque, maior a probabilidade de a região ter sido resiliente.**

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 (Rios & Gianmoena, 2020; Rizzi et al., 2018; Wang & Li, 2022). 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 a região ter sido resiliente.**

Adicionalmente, cabe ressaltar a relação das regiões com mercados externos. 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, 2016b; Martin et al., 2016; Martin & Gardiner, 2019). 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). Como a crise de COVID-19 foi global, ela pode ter afetado mercados compradores também (Caballini et al., 2022), o que pode ter sido especialmente danoso para empresas próximas aos portos. Assim, sugere-se: **H3a. Quanto maior o número de empresas exportadoras, menor a probabilidade de a região ter sido resiliente. H3b: A proximidade com portos reduz a probabilidade de a região ter sido resiliente.**

A infraestrutura tecnológica também se refere à capacidade de inovar. Uma *proxy* é o acesso a banda larga, uma das variáveis de distinção das regiões turcas resilientes-transformadoras diante da crise de 2008-2010 (Eraydin, 2016a), 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). 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). Apesar de o uso dessa variável não ser comum em estudos tratando da interseção entre inovação e resiliência regional, a implementação desses parques apresenta-se como meio de buscar por adaptação ou adaptabilidade (David, 2018). Assim, sugere-se: **H4: Quanto mais desenvolvida a infraestrutura tecnológica, maior a probabilidade de a região ter sido resiliente.**

Pode-se, também, tratar da carga tributária e da disponibilidade de recursos financeiros. Estímulos fiscais e políticas de austeridade possuem impactos desiguais nas regiões, de acordo com o ambiente institucional (Davies, 2011) e com a estrutura econômica (Bell & Eiser, 2016).

De todo modo, há de se dizer que em momentos de crise, a ausência de linhas de crédito para setores específicos pode diminuir a capacidade de uma região em resistir a um choque (Hoffmann et al., 2017). Por outro prisma, a oferta de financiamento a custo reduzido pode auxiliar as empresas a manterem empregos mais facilmente em comparação com situações de escassez de crédito (Martin & Gardiner, 2019). Assim, a alocação de recursos financeiros de modo tempestivo para a reação à crise pode minimizar o impacto de um choque no mercado de trabalho (Arbolino & Di Caro, 2021). Diante do exposto, pode-se esperar, também, que em regiões com menor carga tributária, haja maior disponibilidade financeira para a reação dos atores regionais. Assim, sugere-se: **H5: Quanto menor carga tributária, maior a probabilidade de a região ter sido resiliente.**

Com exceção de H3a e H3b, espera-se uma associação positiva entre preditores e resiliência regional. Contudo, ressalta-se haver indicações na literatura de que a relação entre inovação pré-crise, ou capacidade de inovar, e resiliência não seja, necessariamente, positiva. Por exemplo, em Calignano e De Siena (2020), a taxa de variação do emprego nos setores de alta tecnologia esteve negativamente relacionada 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 com o turismo como atividade econômica prioritária, gastos em P&D e capital humano estiveram negativamente ligados à resiliência. Há de se considerar que o vínculo entre inovação e resposta a um choque pode estar relacionado a quanto cada região está presa a uma determinada trajetória tecnológica, efeito apontado por Sydow et al. (2009), no nível das organizações. Enfim, apresentadas pesquisas que antecederam o presente artigo, a seção seguinte abarca o método utilizado para o alcance do objetivo proposto.

3. MÉTODO

3.1. 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. Neste estudo, a disponibilidade de dados para as variáveis independentes justificou a escala utilizada e o recorte no quantitativo de regiões.

3.2. 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; Giannakis & Papadas, 2021; Lagravinese, 2015; Wang & Li, 2022): $res = [(\Delta E_r/E_r) - (\Delta E_n/E_n)]/|\Delta E_n/E_n|$, 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 fora mais resiliente que a economia regional, 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 independentes utilizadas no estudo

Cód.	Variável	Descrição	Referências
Variável dependente			
<i>res</i>	Resiliência	Taxa de crescimento do emprego regional, subtraída pela taxa nacional, com o resultado dividido pelo módulo da taxa nacional	Giannakis e Bruggeman (2017), Giannakis e Papadas (2021), Lagravinese (2015), Wang e Li (2022)
Variáveis independentes			
<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	Filippetti et al. (2020)
<i>kia</i>	Emprego em C&T	Trabalhadores em C&T dividido pelo emprego total no município (2019). Unidade: %	Li et al. (2019), Rizzi et al. (2018)
<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	Filippetti et al. (2020), Hu et al. (2022), Pinto et al. (2019)
<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*	Xiao e Drucker (2013)
<i>hcp2</i>	Ensino técnico	Matriculados no ensino técnico dividido pela população estimada com mais de 15 anos. Unidade: ln(%)	Eraydin (2016b)
<i>hcp3</i>	Graduados em cursos de alta qualidade	Estudantes com nota 4 ou 5 no ENADE**, de 2017 a 2019, dividido pelo total de concluintes. Unidade: %	Giannakis e Bruggeman (2017), Rios e Gianmoena (2020), Wang e Li (2022)
<i>exp</i>	Empresas exportadoras	Empresas exportadoras dividido pelo total de empresas no município (2019). Unidade: ln(%)	Eraydin (2016a), Holl e Rama (2016), Rios e Gianmoena (2020)
<i>port</i>	Distância portuária	Distância euclidiana do porto mais próximo do município. Unidade: km	Caballini et al. (2022)
<i>inf1</i>	Acesso à internet rápida	Número de pontos de internet acima de 12Mbps, ponderados pela estimativa populacional (2020). Unidade: Acessos/habitantes	Aswegen e Retief (2020), Stognief et al. (2019), van
<i>inf2</i>	Parque tecnológico	Dummy se o município está listado no projeto Parques Tecnológicos ou não (2018)	David (2018), Díez-Vial e Montoro-Sánchez (2016)
<i>trib</i>	Carga tributária***	Arrecadação estadual do ICMS em 2018 ponderada pelo PIB estadual de 2017. Unidade: Inverso do % x 10	Enap (2022)
Variáveis de controle			
<i>gdp1</i>	Crescimento do PIB	Crescimento real médio do PIB (2014 a 2018). Unidade: %	Calignano e De Siena (2020)
<i>gdp2</i>	PIB per capita	PIB municipal per capita em R\$ (2018). Unidade: ln	Tupy et al. (2021)
<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	Doran e Fingleton (2018), Tupy et al. (2021)

Fonte: elaborada pelos autores. Nota: *ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio; **ENADE – Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes; *** Inversão realizada, o que afeta a interpretação.

Os dados das variáveis independentes são provenientes majoritariamente de um banco de dados compilado pela Escola Nacional de Administração Pública (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). 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. Além disso, em relação à carga tributária, foi utilizada a arrecadação estadual do ICMS ponderada pelo PIB.

Três 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.

3.3. 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, 2020), do RStudio (RStudio Team, 2020), 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 (-2log verossimilhança, *-2loglikelihood*, ou -2LL), que quanto menor, melhor o ajuste (Hair et al., 2009). 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., 2009). 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: i) a ausência de casos extremos influentes (Fernandes et al., 2020). Para identificá-los, recorreu-se à distância de Cook, que mede a mudança causada nos coeficientes após a remoção de observações, com valores > 1 indicando pontos influentes (Stevens, 1984). Também foram observados os resíduos *studentizados*, com o indicativo de que menos de 5% das observações devem ultrapassar $\pm 1,96$ e menos de 1% extrapolar $\pm 2,58$ (Field et al., 2012); ii) a independência dos erros, por exemplo, sem a existência de respostas duplicadas ou de medidas repetidas (Stoltzfus, 2011). Além de cada região possuir apenas um registro, foi adotado o teste Durbin-Watson, com valores próximos a dois indicando inexistência de autocorrelação nos resíduos

(Fox, 2016); iii) a ausência de multicolinearidade. Para verificá-la, foi analisada a matriz de correlação das variáveis independentes, calculado o fator de inflação de variância (*variance inflation factor* – VIF) e a tolerância. Variáveis altamente correlacionadas (e.g., > 0,8) distorcem o modelo, valores VIF maiores que dez são preocupantes, uma média de VIF superior a um pode indicar análise enviesada, e tolerância menor que 0,1 indica problema grave (Hair et al., 2009; Tabachnick & Fidell, 2013); iv) a linearidade de cada preditor com o logito da variável dependente, examinado ao incluir em uma regressão logística a interação entre cada preditor e o respectivo logaritmo, que não deve ser significativa (Tabachnick & Fidell, 2013).

Verificados os pressupostos, avaliou-se o poder de predição, por meio de uma matriz de classificação, ou matriz de confusão (Figura 2), resultante da tabulação cruzada da variável dependente com as probabilidades estimadas pelo modelo de regressão logística.

Figura 2. Matriz de classificação para variável dependente binária

Valor estimado (predito)	Valor observado (real)	
	VP	FP
	FN	VN

Fonte: adaptado de Fawcett (2006). Nota: VP – verdadeiro positivo; FP: falso positivo; FN: falso negativo; e VN: verdadeiro negativo.

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, que podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3. Medidas calculadas a partir da matriz de classificação

Medida	Descrição	Fórmula
Acurácia	Proporção de predições corretas do modelo.	$ACC = \frac{VP + VN}{n}$
Sensitividade	Proporção de verdadeiros positivos identificados pelo modelo.	$SENS = \frac{VP}{VP + FN}$
Especificidade	Proporção de verdadeiros negativos identificados pelo modelo.	$ESP = \frac{VN}{VN + FP}$
Taxa de falso positivo	Falso positivos divididos pela soma pelos falsos positivos + verdadeiros negativos. Aqui também estamos olhando para a segunda coluna.	$TFP = \frac{FP}{FP + VN}$
Verdadeiro preditivo positivo (precisão)	Proporção de verdadeiros positivos corretamente previstos.	$VPP = \frac{VP}{VP + FP}$
Verdadeiro preditivo negativo	Proporção de verdadeiros negativos corretamente previstos.	$VPN = \frac{VN}{FN + VN}$
F-Measure	Média harmônica da precisão e da sensibilidade.	$F1 = \frac{2}{1/VPP + 1/SENS}$

Fonte: elaborada a partir de Altman e Bland (1994a, 1994b) e Fawcett (2006).

Uma terceira medida utilizada para avaliar a previsão do modelo foi a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), uma ferramenta gráfica bidimensional que representa a relação entre a sensibilidade e 1 menos a especificidade do modelo, cobrindo os diversos pontos de corte possíveis (Fawcett, 2006). A área sob a curva (*area under the curve* – AUC), ou estatística-C, 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 ≤ AUC < 0,8: aceitável; (iv) 0,8 ≤ AUC < 0,9: excelente; (v) AUC ≥ 0,9: excepcional.

4. MODELAGEM E RESULTADOS

Dos municípios amostrados, 38 foram classificados como resistentes e 63 como não resistentes. 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. Considerando a carga tributária, se destacam os municípios do Pará, com o menor peso das alíquotas de ICMS. Por outro lado, Brasília aparece como município de maior ICMS em relação ao PIB. Adicionalmente, 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 das dez mais bem colocadas 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>exp</i>	-3,04	-0,58	-0,47	1,54	1,03	-0,26	-0,58
<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>infl</i>	0,02	1,93	1,78	4,34	0,88	0,18	-0,60
<i>port</i>	5,00	200,71	70,00	1142,00	270,27	1,83	2,72
<i>trib</i>	24,11	106,41	108,31	171,96	31,39	0,11	-0,62
<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>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 foram calculadas as correlações (Tabela 2) e elaborados *boxplots*, dividindo os dados de acordo com as classes da variável dependente (omitidos para avaliação). 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 com maior carga tributária tenham sido menos resistentes 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>exp</i>	1												
2 <i>hcp1</i>	0,24	1											
3 <i>hcp2</i>	-0,05	0,35	1										
4 <i>hcp3</i>	0,07	0,35	0,42	1									
5 <i>infl</i>	0,23	0,63	0,28	0,53	1								
6 <i>port</i>	-0,18	0,06	-0,22	-0,03	-0,01	1							
7 <i>trib</i>	-0,21	-0,21	0,00	0,10	-0,20	0,15	1						
8 <i>gdp1</i>	0,02	0,06	-0,03	0,05	0,11	0,11	0,14	1					
9 <i>gdp2</i>	0,42	0,58	0,36	0,41	0,64	0,06	-0,26	0,17	1				
10 <i>ipr</i>	0,42	0,50	0,16	0,42	0,69	-0,06	-0,29	-0,05	0,63	1			
11 <i>kia</i>	0,62	0,18	0,05	0,15	0,17	-0,20	-0,07	0,01	0,52	0,26	1		
12 <i>pat</i>	0,14	0,23	0,30	0,37	0,35	-0,16	0,20	0,01	0,26	0,37	0,26	1	
13 <i>hhi</i>	0,15	-0,23	-0,32	-0,22	-0,37	0,12	0,18	0,02	-0,21	-0,33	0,21	-0,11	1

Fonte: elaborada pelos autores.

Considerando a análise de regressão logística, foram inicialmente calculados os modelos univariados (tabela omitida para avaliação). 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. Após as remoções, ainda de modo exploratório, foi rodado o modelo por entrada forçada, considerando todas as variáveis elencadas (Tabela 2). Os resultados da análise de desvios apresentam que a mudança na quantidade de informação explicada pelo modelo 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 2. 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
<i>exp</i>	0,026	0,320	0,547	1,027	1,948
<i>hcp1</i>	-0,064	0,045	0,853	0,938	1,021
<i>hcp2</i>	-0,343	0,691	0,173	0,710	2,702
<i>hcp3</i>	0,011	0,023	0,964	1,011	1,058
<i>infl</i>	-0,588	0,548	0,179	0,556	1,575
<i>inf2sim</i>	-1,036	0,858	0,056	0,355	1,760
<i>port</i>	0,003**	0,001	1,001	1,003	1,006
<i>trib</i>	0,021**	0,010	1,002	1,022	1,044
<i>ipr</i>	-0,004	0,011	0,973	0,996	1,018
<i>pat</i>	0,019	0,068	0,884	1,019	1,172
<i>gdp2</i>	0,168	0,889	0,200	1,182	6,954
<i>hhi</i>	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 3): *infl*, *inf2*, *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 resistente 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 *infl*, *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 3. 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
<i>infl</i>	-0,874**	0,351	0,201	0,417	0,804
<i>inf2sim</i>	-1,320*	0,774	0,049	0,267	1,105
<i>port</i>	0,003**	0,001	1,001	1,003	1,006
<i>trib</i>	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 omitida para avaliação). 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).

Quanto à capacidade de previsão do modelo, a Tabela 4 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 resistentes, 17 foram classificadas de modo correto e três erroneamente, representando uma taxa de verdadeiro preditivo negativo de 85%. Em relação ao grupo de resistentes, 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 4. Matriz de classificação

Predito	Real			
	Amostra de análise		Amostra de teste	
	Resistente	Não resistente	Resistente	Não resistente
Resistente	17	5	8	2
Não resistente	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 0,86, indicando um excelente poder de discriminação do modelo (ver Hosmer &

Lemeshow, 2000). Por fim, a próxima seção discute os resultados, apresenta conclusão e limitações.

5. DISCUSSÃO, CONCLUSÃO E LIMITAÇÕES

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. 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. Os achados adicionam nuances para a compreensão das possíveis fontes de resiliência regional, mais especificamente, considerando a dimensão de resistência.

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 vai ao encontro do estudo de Calignano e De Siena (2020) sobre regiões italianas. Considerando a Itália como um país inovador moderado para os padrões da União Europeia, e o Brasil como país emergente, nossos resultados ressaltam especificidades de regiões menos inovadoras. Nesse contexto, outros aspectos parecem ter maior peso na diferenciação entre as regiões, como no caso da estrutura econômica em relação às crises de 2008-2010 e 2015-2016 no Brasil (Tupy et al., 2021); com a ressalva de não ter sido obtido resultado significativo para especialização econômica ao tratar das regiões mais populosas do país, neste estudo.

Destarte, questiona-se o papel da inovação pré-choque, a partir das *proxies* elencadas, como condição suficiente para a resiliência. Ainda, as relações não significativas para variáveis referentes a capital humano e para o número de empresas exportadoras não possibilitam apoiar H2 e H3a. Talvez a magnitude da crise possa ter um impacto maior que, mesmo existindo inovação, ela não seja suficiente para vacinar essas regiões ante à crise, por um lado. Por outro lado, pode ser também uma questão relacionada à dependência de trajetória. Isto é, se todo o empenho em termos de inovação está preso em um determinado caminho (*lock-in*) (Sydow et al., 2009) e se a crise demandar mudança de trajetória, o esforço anterior de inovação pouco vai servir para ajudar a superar a crise. Ante o exposto, cabe, então, tratar das relações significativas.

Enquanto transações comerciais com outros países possibilita acesso a novos mercados e recursos (Bathelt et al., 2013; Walther et al., 2011), maior dependência de exportações também pode aumentar a vulnerabilidade de uma região (Diodato & Weterings, 2015; Du et al., 2019; Eraydin, 2016b; Martin et al., 2016; Martin & Gardiner, 2019). Os achados deste estudo mostraram que quanto mais distantes dos portos, maior a probabilidade de resistência econômica em relação ao país, apoiando H3b. Uma possível explicação é que a crise decorrente da pandemia de COVID-19 impactou repentinamente as cadeias de suprimentos, gerando retenção de contêineres e declínio da atividade de transporte marítimo (Notteboom et al., 2021), com

redução dos níveis de importações e exportações (Xu et al., 2021). Complementarmente, empresas que estão mais próximas aos portos podem ser mais internacionalizadas, já que o custo de transporte dos portões da firma ao porto seria menor. Como a crise de COVID-19 foi global, pode ter afetado mercados compradores também (Caballini et al., 2022), o que pode ter sido especialmente danoso para empresas próximas aos portos.

Adicionalmente, a infraestrutura tecnológica obteve relação negativa com a resistência, 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 resistência 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 adaptabilidade (e.g. David, 2018; Simmie & Martin, 2010).

Por outro lado, foi encontrada associação positiva entre menor carga tributária e resistência, suportando H5. Com isso, este estudo contribui empiricamente com a literatura a adicionar evidências sobre mais uma fonte relativa ao arranjo financeiro (Martin & Sunley, 2015; Miranda & Hoffmann, 2021). Exemplos de outros determinantes da resiliência pertencentes a esse subsistema 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). O entendimento é que a menor carga tributária fomenta o empreendedorismo e a geração de emprego. Em tempos de crise, despender menos recursos financeiros com impostos, em comparação com empresas de outras regiões do mesmo país, permite a manutenção de postos de trabalho e investimento em inovação como um remédio às consequências negativas. Ademais, cabe destacar que a variável utilizada (ICMS) está ao nível estadual, revelando aspectos de uma estrutura macrorregional.

A partir dos achados, são almejadas contribuições práticas. Em regiões mais populosas de países que não são líderes em inovação, a baixa capacidade de inovação tecnológica (em comparação com países desenvolvidos) parece não ser suficiente para impulsionar a resistência econômica a choques. Assim, um primeiro apontamento é para o fortalecimento dos sistemas regionais de inovação. Se por um lado há sugestão de que as capacidades que impulsionam a inovação sejam cruciais em tempos de choque (Filippetti et al., 2020), por outro, as mesmas capacidades, quando subdesenvolvidas, parecem não ampliar a probabilidade de resistência. 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. A iniciativa da Endeavor com a Enap (2022) e o corte em 101 municípios reforçam essa necessidade e a escassez da produção de dados sistematizados no Brasil. Ademais, a associação entre menor carga tributária e resistência regional possibilita subsidiar discussões sobre tributação e uso de recursos públicos no país, no que tange a políticas públicas.

Por fim, cabe ressaltar as limitações deste estudo. Como primeiro ponto, foram consideradas as 101 cidades brasileiras mais populosas, devido à disponibilidade de dados. 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 poderiam ampliar a amostra, ou considerar regiões de outros países emergentes. Segundo, a literatura tem apresentado outras possíveis fontes de resiliência regional. Desse modo, a partir de outras bases

de dados, pode-se buscar por modelos com maior poder de explicação da variação na resiliência regional. Terceiro, esta pesquisa não foi capaz de se aprofundar na dinâmica regional durante o choque. Uma questão aberta se refere à inovação como resposta à crise, sobretudo, por meio da introdução de novos produtos ou processos.

NOTAS

¹ Referência omitida para o processo de avaliação por se tratar de um artigo não publicado.

REFERÊNCIAS

- Altman, D. G., & Bland, J. M. (1994a). Statistics notes: diagnostic tests 1: sensitivity and specificity. *British Medical Journal*, *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*.
- 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.
- 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*.
- Bathelt, H., Munro, A. K., & Spigel, 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.
- Brasil. Ministério da Economia. (2022a). *Novo CAGED*. <http://pdet.mte.gov.br/novo-caged>
- Brasil. Ministério da Economia. (2022b). *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. *Annals of Regional Science*, *60*(2), 265–284.
- 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.
- Christopherson, S., Michie, J., & Tyler, P. (2010). Regional resilience: theoretical and empirical perspectives. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, *3*(1), 3–10.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Enap. (2022). *Índice de cidades empreendedoras: Dados abertos*. <https://ice.enap.gov.br/opendata>
- Eraydin, A. (2016a). 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>
- Eraydin, A. (2016b). Attributes and characteristics of regional resilience: defining and measuring the resilience of Turkish regions. *Regional Studies*, 50(4), 600–614.
- Esteves, K., & Feldmann, P. R. (2016). Why Brazil does not innovate: a comparison among nations. *Revista de Administração e Inovação*, 13(1), 29–38.
- Evenhuis, E. (2017). New directions in researching regional economic resilience and adaptation. *Geography Compass*, 11(11), e12333. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gec3.12333>
- Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27, 861–874.
- 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>
- Field, Z., Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). Discovering statistics using R. In *Choice Reviews Online* (Vol. 50, Issue 04). <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.
- 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* (Third). Sage.
- 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.
- Giannakis, E., & Papadas, C. T. (2021). Spatial connectivity and regional economic resilience in turbulent times. *Sustainability (Switzerland)*, 13(20), 11289.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados* (6th ed.). Bookman.
- Hoffmann, V. E., Belussi, F., Martínez-Fernández, M. T., & Reyes, E. (2017). United we stand,

- divided we fall? Clustered firms' relationships after the 2008 crisis. *Entrepreneurship & Regional Development*, 29(7–8), 735–758. <https://doi.org/10.1080/08985626.2017.1343869>
- 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.
- 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.
- IBGE. (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.
- 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.
- Lele, S. R., Keim, J. L., & Solymos, P. (2019). *ResourceSelection: resource selection (probability) functions for use-availability data*.
- 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.
- 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.
- Martin, R., & Sunley, P. (2015). On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation. *Journal of Economic Geography*, 15(1), 1–42.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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. In *Maritime Economics and Logistics* (Vol. 23). Palgrave Macmillan UK.
- 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., 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. (2020). *R: a language and environment for statistical computing*.
- 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.
- 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.

- 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. (2020). *RStudio: Integrated Development Environment for R*.
- Ryu, C. (2022). *dlookr: Tools for Data Diagnosis, Exploration, Transformation*.
- 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.
- 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.
- Stevens, J. P. (1984). Outliers and influential data points in regression analysis. *Psychological Bulletin*, 95(2), 334–344. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.95.2.334>
- Stognief, N., Walk, P., Schöttker, O., & Oei, P.-Y. (2019). Economic resilience of German lignite regions in transition. *Sustainability*, 11(21), 5991.
- Stoltzfus, J. C. (2011). Logistic regression: a brief primer. *Academic Emergency Medicine*, 18(10), 1099–1104. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2011.01185.x>
- Sunley, P. (2013). Innovation, global change and territorial resilience. *Regional Studies*, 47(4), 644–645. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.781754>
- Sydow, J., Schreyögg, G., & Koch, J. (2009). Organizational path dependence: Opening the black box. *Academy of Management Review*, 34(4), 689–709.
- 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.
- 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(June 2019), 104259. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104259>
- Walther, O., Schulz, C., & Dörny, 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.
- 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., Golemund, 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.
- 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>
- Xiao, Y., & Drucker, J. (2013). Does economic diversity enhance regional disaster resilience? *Journal of the American Planning Association*, 79(2), 148–160.
- 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.
- 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>