

Análise espacial exploratória dos acidentes de trabalho no Brasil¹

Danny de Castro Soares

Analista de Planejamento e Orçamento no Ministério Público do Trabalho. Doutorando em Economia pela Universidade Católica de Brasília. Mestre em Economia pela Universidade de Brasília.

Resumo: A Organização Internacional do Trabalho (OIT) considera a proteção do trabalhador contra as doenças e os acidentes de trabalho um elemento fundamental da justiça social. Acidentes de trabalho são eventos inesperados que implicam uma interrupção das operações diárias da empresa e, em última análise, prejudicam as atividades estratégicas de valor agregado e o desempenho financeiro de longo prazo. Considerando a complexidade para entender os fenômenos sociais, estudar a dinâmica espacial auxilia a compreensão dessas variáveis. Assim, este artigo realiza uma análise espacial exploratória, com uso do índice LISA, para verificar a concentração espacial dos acidentes de trabalho no Brasil por meio de dados do Smartlab – Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho. Os resultados indicaram uma concentração Alta-Alta na Região Sudeste, em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e no norte do Rio Grande do Sul. Por sua vez, as regiões Nordeste e Norte apresentam baixa concentração de acidentes.

Palavras-chave: Acidentes de trabalho. Concentração espacial. LISA.

Abstract: The ILO considers that the protection of the worker from illness and occupational accidents is a fundamental element of social justice. Work-related accidents are unexpected events that entail a disruption of the company's daily operations and ultimately undermine strategic value-added activities and long-term financial performance. Considering the complexity to understand the

1 O autor agradece o apoio do Professor Doutor Wilfredo Sosa Sandoval, do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Católica de Brasília (UCB).

social phenomena, studying the spatial dynamics helps with the understanding of these variables. Thus, this research performs an exploratory spatial analysis using the LISA index to verify the spatial concentration of occupational accidents in Brazil based on data from the Smartlab – Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho. The results indicated a High-High concentration in the Southeastern Region, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul and northern Rio Grande do Sul. In turn, the Northeastern and North Regions present a low concentration of accidents.

Keywords: Occupational accidents. Spatial concentration. LISA.

Sumário: 1 Introdução. 2 Breve revisão de literatura – conceito dos acidentes de trabalho e suas consequências. 3 Metodologia. 3.1 Base de dados. 3.2 Método de pesquisa. 4 Resultados e discussão. 4.1 Análise do *cluster* Alto-Alto. 4.2 Análise do *cluster* Baixo-Baixo. 5 Conclusão.

1 Introdução

“De 2012 até 2017, cerca de 15 mil trabalhadores não voltaram para casa, no Brasil, entrando para a estatística de vítimas de acidentes de trabalho fatais” (MPT, 2018). Notícias como essa são bastante comuns no Brasil. Os acidentes de trabalho são um dos maiores agravos para a saúde dos trabalhadores e uma das principais moléstias destes (CORDEIRO *et al.*, 2005).

Desde 1970, quando começaram os registros sistemáticos em âmbito nacional, mais de 30 milhões de acidentes foram notificados, provocando mais de 100 mil óbitos evitáveis entre brasileiros jovens e produtivos (CORDEIRO *et al.*, 2005). Somente no ano de 2001, foram notificados 339.645 acidentes do trabalho no Brasil (CORDEIRO *et al.*, 2005). Além disso, o sofrimento humano para a pessoa lesada e suas famílias e colegas fornece custos indiretos que são difíceis de estimar (MANUELE, 2013). Outros países com alto nível de desenvolvimento, como Estados Unidos e Japão, demonstram que é possível conquistar crescimento sem prejudicar a vida de sua população trabalhadora (MANUELE, 2013).

Os significados de “violência” na área da saúde do trabalhador tendem a ter um sentido mais abrangente quando se consideram

também as implicações dessa violência. Os acidentes de trabalho, por exemplo, são uma forma de violência à qual está submetido o trabalhador, o que significa que os agravos físicos, a morte, os agravos psicológicos e os distúrbios de desenvolvimento ou privação devem ser atribuídos à violência sofrida por esse trabalhador (OLIVEIRA; MENDES, 1997). Segundo Pignati e Machado (2005), entender o acidente como uma forma de violência transforma esse objeto aparentemente indefinido em algo visível e inaceitável.

Quando se analisam espacialmente os dados de acidente de trabalho, a geotecnologia, conhecida como geoprocessamento, permite a manipulação e a representação de informações referenciadas geograficamente (SLUTER, 2001). Essa ferramenta pode ser empregada para observar a distribuição espacial de fatores de saúde e as questões de planejamento urbano (BARCELLOS; RAMALHO, 2002).

Segundo Tobler (1970), “everything depends on everything else, but closer things more so”. Nesse sentido, surgem os estudos da análise espacial exploratória, que buscam verificar a concentração espacial de fenômenos (ANSELIN, 1995). Além disso, considerando cada vez mais a complexidade de compreender os fenômenos sociais, estudar a dinâmica espacial auxilia o entendimento dessas variáveis (ALMEIDA, 2012).

Esta pesquisa, portanto, pretende realizar uma análise espacial exploratória dos acidentes de trabalho no Brasil e observar sua concentração no espaço brasileiro, com o uso dos dados do Smartlab – Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho. Inicialmente, apresenta-se breve revisão de literatura sobre o tema. A seção seguinte descreverá o método e a base de dados utilizada. Posteriormente, surgirão a análise e a conclusão.

2 Breve revisão de literatura – conceito dos acidentes de trabalho e suas consequências

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) considera que a proteção do trabalhador contra as doenças e os acidentes de trabalho é um elemento fundamental da justiça social (ALVES; GUIMARÃES, 2012). A definição legal de acidente de trabalho no Brasil surge do art. 19 da Lei n. 8.213, de 24 de julho de 1991:

Art. 19. Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. (Redação dada pela Lei Complementar n. 150, de 2015).

Acidentes de trabalho são eventos inesperados que implicam uma interrupção das operações diárias da empresa e, em última análise, prejudicam as atividades estratégicas de valor agregado e o desempenho financeiro de longo prazo. Assim, podem causar desde um simples afastamento, a redução da capacidade para o trabalho, até mesmo a morte do segurado. Com a grande relevância do tema, surgem vários estudos. No campo econômico, não é diferente: a atenção acadêmica dada aos acidentes no local de trabalho sempre foi acompanhada pelo exame do impacto econômico (ARGILÉS-BOSCH *et al.*, 2014).

De forma mais ampla, Weil (2001) realiza uma revisão de estudos anteriores que examinam as consequências econômicas de lesões e doenças no trabalho. Em geral, os estudos que ele analisa concentram-se na economia como um todo e consideram os gastos com custos médicos e a perda de rendimentos nos domicílios de trabalhadores acidentados. Barth *et al.* (2007) relatam que um aumento na taxa de produto interno bruto está associado a um declínio nas lesões ocupacionais.

No âmbito das firmas, Breslin *et al.* (2007) e Crichton, Stillman e Hyslop (2011), por exemplo, relatam as consequências econômicas negativas de acidentes de trabalho para trabalhadores individuais. Argilés-Bosch *et al.* (2014) analisam empresas espanholas e observam os resultados negativos das firmas que tiveram mais trabalhadores afastados por acidente.

Múltiplas circunstâncias influenciam a incidência de acidentes ocupacionais, e muitos fatores têm sido propostos como contribuintes para tais perigos (CHENG; LIN; LEU, 2010). Embora os fatores mais importantes que influenciam as taxas de acidentes pareçam ser econômicos (WOODEN, 1989), eles são normalmente ignorados na maioria das análises (ARGILÉS-BOSCH *et al.*, 2014).

Uma condição prévia estabelecida pelas empresas para promover a segurança é que os benefícios econômicos de tal medida sejam visíveis e quantificáveis. No entanto, os custos e as perdas atribuíveis ao trabalho inseguro geralmente não são visíveis na contabilidade de uma empresa, e os ganhos potenciais de promover a segurança são incertos. Como tal, a segurança é suscetível de ser sacrificada quando a gerência faz uma troca entre os custos e benefícios da segurança no local de trabalho (ARGILÉS-BOSCH *et al.*, 2014; PIETILÄ *et al.*, 2018).

Ainda na ótica das causas dos acidentes de trabalho, Wallace e Chen (2005) descobriram que o estresse associado à disfunção cognitiva é a principal causa de acidentes, e não a propensão ao acidente do funcionário. Além disso, foram identificadas fortes relações entre condições de higiene ocupacional e acidentes de trabalho (GARCÍA-HERRERO *et al.*, 2012).

3 Metodologia

3.1 Base de dados

Os dados de acidente de trabalho foram coletados no Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho – disponível em <https://observatoriosst.mpt.mp.br/> –, por meio de uma construção conjunta a partir da iniciativa do fórum Smartlab de Trabalho Decente da OIT, unindo o saber acumulado pelo Ministério Público do Trabalho (MPT) e a parceria com a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP).

Dessa base, foram utilizados os dados individuais de acidentes de trabalho no Brasil. O período dos dados selecionados foi de 2012 a 2017. Os dados foram agregados na base de microrregião do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Como destacado em Lima e Lima (2016), agregar os municípios em microrregiões facilita, visualmente, a análise regional espacial, além de agrupar municípios com características semelhantes.

No entanto, registra a crítica de Santana, Nobre e Waldvogel (2005) que os dados de acidentes de trabalho muitas vezes são subnotificados por causa do não registro de informações e da informalidade do trabalho.

3.2 Método de pesquisa

Esta pesquisa utiliza a análise exploratória de dados espaciais (Exploratory Spatial Data Analysis – ESDA), que consiste em técnicas para identificar possíveis padrões de associação espacial (*spatial clusters*) e observações não típicas (*outliers*). Essa técnica é amplamente utilizada na análise de dinâmicas territoriais no âmbito da Geografia, Economia e Demografia (ANSELIN; BERA, 1998; ALMEIDA, 2012).

Alguns exemplos de pesquisas espaciais analisam desde a criminalidade (WANG *et al.*, 2017) e as causas de suicídio (SANTOS; BARBOSA, 2017) até o trânsito (MENDONÇA; SILVA; CASTRO, 2017) e a migração de pessoas (BIVAND; WILK; KOSSOWSKI, 2017; MACLAURIN; LEYK; HUNTER, 2015).

A maioria das pesquisas analisa a correlação espacial por meio do Local Indicators of Spatial Association (LISA), derivado do I de Moran como uma forma de identificar *clusters* locais e *outliers* espaciais (ANSELIN, 1995). O índice global de Moran para correlação espacial é dado por:

$$I = \frac{N}{W} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

O índice LISA (ANSELIN, 1995) calcula um índice I de Moran local para cada unidade espacial e avalia a significância estatística para cada I_i . Da equação anterior, surge o índice dado por:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{N}} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

$$I = \sum_i \frac{I_i}{N}$$

Onde N é o número de unidades espaciais indexadas por i e j ; x é a variável de interesse; \bar{x} é a média da variável de interesse; w_{ij} é a matriz espacial de pesos com zeros na diagonal; e W é a soma

total da matriz w_{ij} . A matriz w_{ij} neste estudo seguirá o processo *queen contiguity*, semelhante ao utilizado por Shaker (2015).

Conforme Almeida (2012), os valores do LISA podem ser alocados em um *Moran Scatterplot* (Diagrama de Dispersão de Moran). Isso permite uma classificação dos locais significativos como *clusters* espaciais *High-High* (Alto-Alto) e *Low-Low* (Baixo-Baixo) e *outliers* espaciais *High-Low* (Alto-Baixo) e *Low-High* (Baixo-Alto), conforme quadro a seguir:

Quadro 1: *Clusters*

<i>Cluster</i>	Variável de interesse	Variável de interesse dos municípios vizinhos
Alto-Alto (AA)	Alto	Alto
Baixo-Alto (BA)	Baixo	Alto
Baixo-Baixo (BB)	Baixo	Baixo
Alto-Baixo (AB)	Alto	Baixo

Não obstante, Assunção e Reis (1999) propõem a padronização Empírica de Bayes (EB) para corrigir a estatística de teste de autocorrelação espacial de Moran para diferentes densidades populacionais em unidades observacionais, quando a variável de interesse é uma taxa ou proporção. Essa padronização pega emprestado ideias do estimador de encolhimento bayesiano delineado na discussão do alisamento empírico de Bayes. Assim, nesta pesquisa, os valores do indicador LISA serão corrigidos pela estimação bayesiana de Assunção e Reis (1999), em que o indicador base será a estimativa populacional da regional analisada. Os aspectos técnicos podem ser observados em Assunção e Reis (1999).

4 Resultados e discussão

Inicialmente, é realizada uma estatística descritiva para entender os dados coletados no Smartlab. Como esperado, o Estado de São Paulo foi o que apresentou a maior quantidade de acidentes de trabalho, seguido

por Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. Essa estatística traz indícios da concentração espacial nas regiões Sul e Sudeste.

Tabela 1: Distribuição dos acidentes de trabalho

UF	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Acre	558	593	560	556	499	548	3.314 (0,11%)
Alagoas	5.647	4.190	3.909	3.620	3.042	2.801	23.209 (0,77%)
Amapá	714	704	481	424	411	352	3.086 (0,1%)
Amazonas	6.584	6.215	6.423	5.558	4.563	4.476	33.819 (1,12%)
Bahia	13.690	12.777	13.166	11.395	10.595	10.332	71.955 (2,38%)
Ceará	8.213	8.644	9.067	8.724	9.232	8.674	52.554 (1,74%)
Distrito Federal	6.145	6.217	6.356	5.839	5.610	5.133	35.300 (1,17%)
Espírito Santo	11.588	11.937	13.155	12.004	10.742	10.405	69.831 (2,31%)
Goiás	13.516	14.422	14.691	13.335	13.287	13.007	82.258 (2,72%)
Maranhão	3.368	3.284	3.261	3.092	2.727	2.564	18.296 (0,6%)
Mato Grosso	9.661	10.413	10.885	9.862	9.426	10.101	60.348 (2%)
Mato Grosso do Sul	8.411	8.574	8.323	7.651	7.878	8.091	48.928 (1,62%)
Minas Gerais	55.524	56.603	55.180	48.610	46.071	44.448	306.436 (10,13%)
Pará	9.236	9.162	9.832	8.877	7.561	7.308	51.976 (1,72%)
Paraíba	2.651	2.939	3.218	2.689	2.647	2.604	16.748 (0,55%)
Paraná	38.639	40.804	41.928	39.045	35.914	35.107	231.437 (7,65%)

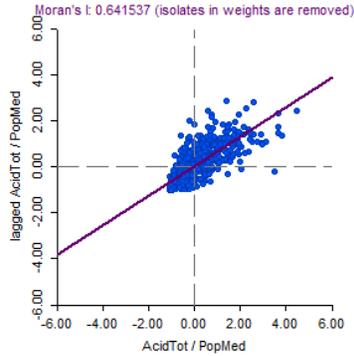
UF	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Pernambuco	12.425	13.156	13.181	11.294	10.595	9.529	70.180 (2,32%)
Piauí	1.269	1.600	1.609	1.481	1.412	1.209	8.580 (0,28%)
Rio de Janeiro	41.981	42.957	44.351	40.971	36.684	32.649	239.593 (7,92%)
Rio Grande do Norte	4.152	4.425	4.729	4.802	3.987	3.624	25.719 (0,85%)
Rio Grande do Sul	38.747	42.276	44.042	39.353	38.473	36.828	239.719 (7,93%)
Rondônia	4.468	4.350	3.850	3.147	2.946	2.858	21.619 (0,71%)
Roraima	406	531	626	441	534	580	3.118 (0,1%)
Santa Catarina	25.105	27.742	28.596	25.975	24.737	25.233	157.388 (5,2%)
São Paulo	200.445	207.668	203.604	179.343	172.027	165.940	1.129.027 (37,33%)
Sergipe	2.476	2.419	2.423	2.099	2.068	1.931	13.416 (0,44%)
Tocantins	1.119	1.056	1.151	1.117	1.212	1.156	6.811 (0,23%)
Total	526.738	545.658	548.597	491.304	464.880	447.488	3.024.665 (100%)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme método descrito na seção anterior, foi realizada a correlação espacial do índice LISA com o critério bayesiano de Assunção e Reis (1999) por microrregião e com os dados acumulados de acidentes de trabalho entre 2012 e 2017. O consolidado da população foi a média da microrregião entre o período, retirados dos dados de estimativa populacional do IBGE. A *Figura 1* aponta que o indicador *I* de

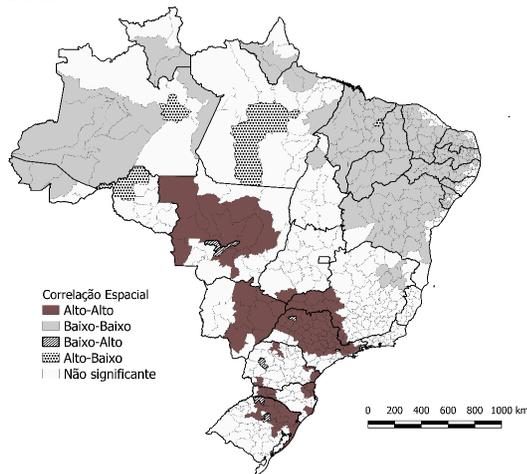
Moran foi de 0.64 e indica uma alta correlação espacial, consoante com Almeida (2012) e Monastério e Reis (2008).

Figura 1: Índice de Moran



Essa alta correlação espacial indica que os acidentes de trabalho estão concentrados espacialmente e, com isso, as políticas para o seu combate devem levar em conta a dimensão espacial na sua concepção (MONASTÉRIO; REIS, 2008).

Mapa 1: Índice LISA

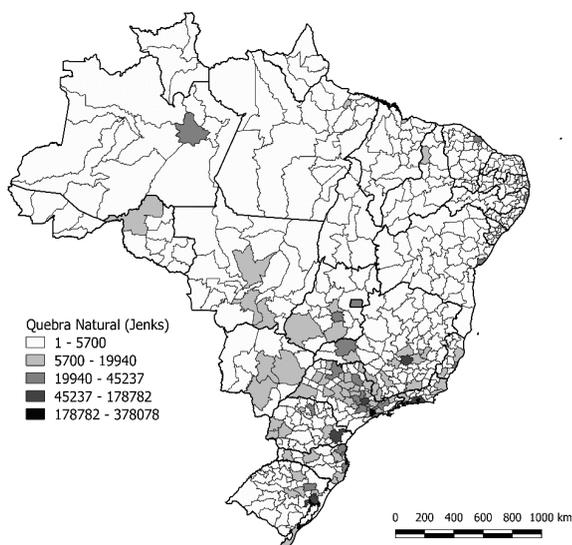


Na análise do *Mapa 1*, observa-se claramente a segmentação dos estados que estão no *cluster* Alto-Alto – concentrados em São

Paulo, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso – e no *cluster* Baixo-Baixo – Região Nordeste e grande parte da Região Norte.

Para facilitar a análise dos dados, o *Mapa 2* foi elaborado com o *Jenks natural breaks classification method* (JENKS, 1967), que separa valores absolutos em *clusters*. Optou-se pela separação em cinco classes.

Mapa 2: Mapa de acidentes de trabalho



4.1 Análise do *cluster* Alto-Alto

Pode-se analisar a concentração espacial Alto-Alto (AA) como microrregiões que possuem elevados níveis de acidentes de trabalho, do mesmo modo que seus vizinhos. Nesse sentido, percebem-se duas principais regiões AA. A primeira é uma faixa industrial, que envolve regiões de São Paulo, o sul de Minas Gerais, o norte do Rio Grande do Sul e a zona industrial de Santa Catarina (nos arredores de Joinville). A segunda é uma região predominantemente agrícola, que envolve Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

A concentração de acidentes em áreas industriais já era esperada. Segundo Gonçalves, Sakae e Magajewski (2018), a indústria é a maior responsável pelos acidentes de trabalho no País. São Paulo é o maior polo industrial do Brasil e, conseqüentemente, possui a maior concentração de acidentes de trabalho (mesmo com a correção bayesiana de população). Percebe-se a ausência de correlação espacial na zona industrial do Rio de Janeiro. Esse fato não pode ser interpretado como ausência de acidentes de trabalho nessa região. A microrregião de Macaé-RJ é a sexta colocada na proporção de acidentes por 100 mil habitantes (42,92). Foram registrados, ainda, 178.782 acidentes (14,89/100 mil habitantes) na microrregião da capital do Rio de Janeiro, o segundo maior total absoluto. Não obstante, parece que os acidentes são focados nessa microrregião, e não foi encontrada correlação espacial com os seus vizinhos. A mesma análise vale para a microrregião de Belo Horizonte.

Dentro da área industrial, a metalurgia e a metalmeccânica se destacam pela proporção de afastamentos decorrentes de acidentes (GONÇALVES; SAKAE; MAGAJEWSKI, 2018). Nesse setor, houve um crescimento significativo, em especial nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para as áreas ao redor de Joinville-SC, o norte do Rio Grande do Sul e São Paulo (VEIGA; XAVIER; LENZI, 2012).

Segundo Sousa e Santana (2016), o trabalho na agropecuária é considerado como de alto risco para acidentes em todo o mundo. Não obstante, esperava-se que Mato Grosso e Mato Grosso do Sul estivessem no *cluster* Baixo-Baixo. A agropecuária se desenvolve principalmente em áreas rurais – pouco povoadas –, e são comuns a precariedade da oferta de serviços públicos e a informalidade do trabalho (SOUSA; SANTANA, 2016). Nesse contexto, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul possuem o maior percentual de participação da agropecuária em razão do PIB estadual. Contudo, a *Tabela 2* apresenta a correlação espacial da informalidade do Brasil com dados do Censo 2010 e nela se observa que não há tanta informalidade nas regiões de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Uma possível explicação para essa concentração positiva dos acidentes

de trabalho pode residir no crescimento da industrialização nesses estados (VASCONCELLOS; PIGNATTI; PIGNATI, 2009).

Tabela 2: Microrregiões *cluster* Alto-Alto

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
GO - Quirinópolis	13,41	0,309*
MS - Alto Taquari	16,53	0,547*
MS - Campo Grande	20,36	1,002*
MS - Cassilândia	19,68	0,976*
MS - Paranaíba	24,53	1,887*
MS - Três Lagoas	34,32	2,777**
MS - Nova Andradina	27,81	2,062*
MS - Dourados	14,85	0,446*
MT - Aripuanã	12,8	0,386*
MT - Parecis	29,04	1,771*
MT - Arinos	21,2	1,367**
MT - Alto Teles Pires	31,79	2,805**
MT - Sinop	22,92	1,581**
MT - Paranatinga	38,46	2,955*
MT - Canarana	13,5	0,371*
MT - Alto Guaporé	18,76	0,918*
MT - Cuiabá	16,46	0,617*
MT - Primavera do Leste	24,62	1,557*
MG - Ituiutaba	17,09	1,099*
MG - Uberlândia	28,92	1,827*
MG - Patrocínio	17	0,572*
MG - Frutal	22,41	2,336***
MG - Uberaba	23,82	1,554*
MG - Araxá	16,85	0,597*
MG - Passos	11,75	0,087*
MG - São Sebastião do Paraíso	23,64	1,001*
MG - Poços de Caldas	16,3	0,784**
MG - Pouso Alegre	16,86	0,611**

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
SP - Jales	16,21	0,701*
SP - Fernandópolis	28,33	2,464**
SP - Votuporanga	46,75	5,37**
SP - São José do Rio Preto	45,34	6,229***
SP - Catanduva	25,04	2,796***
SP - Nhandeara	17,65	1,728***
SP - Novo Horizonte	16,2	1,454***
SP - Barretos	27,11	2,832**
SP - São Joaquim da Barra	21,46	1,431**
SP - Ituverava	16,46	0,732*
SP - Franca	19,77	0,97**
SP - Jaboticabal	16,28	1,045***
SP - Ribeirão Preto	26,66	2,339**
SP - Batatais	25,97	1,943**
SP - Andradina	29,52	1,992*
SP - Araçatuba	40,43	3,441*
SP - Birigui	29,03	2,97**
SP - Lins	30,92	3,628**
SP - Bauru	31,1	3,043***
SP - Jaú	23,93	4,042***
SP - Avaré	15,15	0,566*
SP - Botucatu	32,83	3,847**
SP - Araraquara	35,15	3,688**
SP - São Carlos	28,94	4,396***
SP - Rio Claro	53,14	10,723***
SP - Limeira	35,14	7,311***
SP - Piracicaba	45,29	8,451***
SP - Pirassununga	17,82	1,679***
SP - São João da Boa Vista	18,37	1,33**
SP - Mogi Mirim	46,68	5,053**
SP - Campinas	31,85	5,739***
SP - Amparo	19,39	1,833***

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
SP - Dracena	18,82	0,97*
SP - Adamantina	17,27	1,06**
SP - Tupã	15,78	0,69**
SP - Marília	23,09	1,628**
SP - Ourinhos	14,57	0,429**
SP - Itapetininga	13,26	0,269*
SP - Tatuí	26,92	3,372***
SP - Sorocaba	22,95	2,028***
SP - Jundiá	38,08	4,044**
SP - Bragança Paulista	33,34	3,565***
SP - Campos do Jordão	14,02	0,438*
SP - São José dos Campos	28,86	1,943**
SP - Paraibuna/Paraitinga	12,21	0,123*
SP - Osasco	18,68	1,065*
SP - Guarulhos	24,64	1,869**
SP - Mogi das Cruzes	13,3	0,317*
PR - Astorga	16,5	0,604*
PR - Apucarana	17,68	0,707*
PR - Francisco Beltrão	10,49	0,007*
PR - Cerro Azul	12,1	0,208*
PR - Paranaguá	16,9	0,929**
RS - Erechim	26,49	1,384*
RS - Sananduva	12,89	0,22*
RS - Carazinho	17,98	0,915*
RS - Passo Fundo	27,96	1,199*
RS - Cruz Alta	14,93	0,324*
RS - Guaporé	16,16	0,754**
RS - Vacaria	14,03	0,401**
RS - Caxias do Sul	38,82	2,938*
RS - Lajeado/Estrela	26,18	1,674*
RS - Montenegro	24,48	2,272**
RS - Gramado/Canela	18,75	1,136*

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
RS - São Jerônimo	15,59	0,517*
RS - Osório	11,4	0,079*
SC - Chapecó	24,91	1,078*
SC - Xanxerê	18,13	0,737*
SC - Concórdia	19,12	0,89*
SC - São Bento do Sul	20,12	0,929*
SC - Joinville	35,85	2,957*
SC - Blumenau	20,87	1,107**
SC - Itajaí	23,33	2,521**
SC - Tubarão	18,57	0,821*

* p = 0,10 ** p = 0,05 *** p = 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Análise do *cluster* Baixo-Baixo

Não obstante, Rios *et al.* (2015) destacam que, na economia informal do País, as pessoas trabalham por conta própria e raramente notificam a ocorrência de acidentes de trabalho. O trabalho informal se caracteriza como aquele que abarca atividades executadas à margem da lei. De maneira geral, as condições de trabalho no setor informal são perigosas e insalubres, observando-se nelas a presença de múltiplos fatores de risco para a saúde e a ausência de dispositivos e mecanismos básicos de proteção. A esses fatores somam-se a falta de proteção legal advinda da informalização do contrato trabalhista, o descumprimento de normas básicas de segurança, a ausência de fiscalização, além da falta de cobertura do seguro social e de acidentes do trabalho (SILVA *et al.*, 2011).

No *Mapa 3*, apresenta-se o índice LISA do trabalho informal com os dados do Censo de 2010. Observa-se que a região com maior concentração Alta-Alta de trabalho informal é a que surge no *cluster* Baixo-Baixo dos acidentes de trabalho. Assim, infere-se que grande parte dos dados de acidentes nas regiões Norte e Nordeste

podem estar subestimados. Com isso, pode surgir uma falsa conclusão de que nessas regiões ocorrem poucos acidentes de trabalho.

Mapa 3: Correlação espacial do trabalho informal

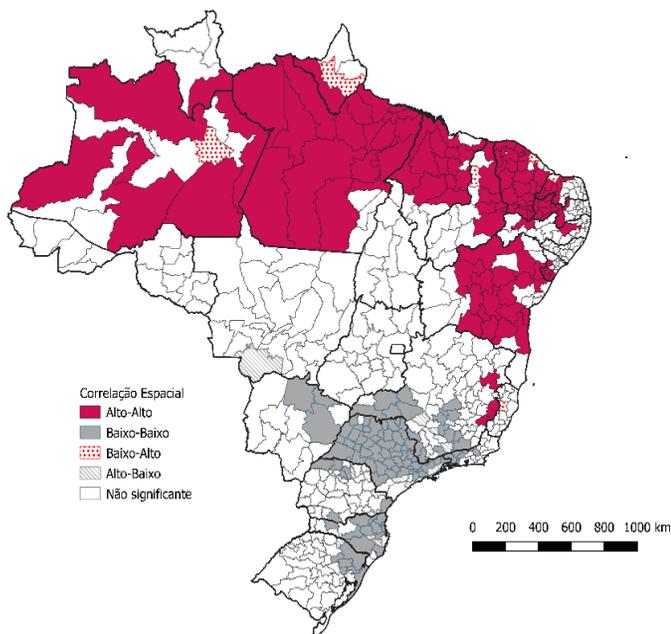


Tabela 3: Microrregiões *cluster* Baixo-Baixo

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
AL - Serrana do Sertão Alagoano	1,12	0,964***
AL - Alagoana do Sertão do São Francisco	1,27	0,907***
AL - Santana do Ipanema	0,6	0,991***
AL - Batalha	0,47	0,977***
AL - Palmeira dos Índios	1,5	0,538*
AL - Traipu	0,34	0,675*
BA - Barreiras	7,49	0,263**
BA - Cotegipe	1,51	0,777**

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
BA - Juazeiro	5,41	0,444***
BA - Paulo Afonso	2,61	0,66**
BA - Barra	0,7	0,919**
BA - Bom Jesus da Lapa	1,02	0,926**
BA - Senhor do Bonfim	2,1	0,689*
BA - Irecê	0,97	0,825**
BA - Jacobina	2,11	0,746**
BA - Itaberaba	1,75	0,713*
BA - Feira de Santana	5	0,407*
BA - Jeremoabo	1,49	0,956**
BA - Euclides da Cunha	0,52	0,837***
BA - Ribeira do Pombal	0,85	0,872***
BA - Serrinha	1,76	0,742**
BA - Alagoinhas	4,91	0,463**
BA - Boquira	0,58	0,981***
BA - Seabra	1,67	0,8***
BA - Jequié	2,27	0,656**
BA - Livramento do Brumado	0,52	0,921*
BA - Guanambi	2,1	0,842**
BA - Brumado	3,31	0,725**
BA - Vitória da Conquista	3,09	0,625**
BA - Ilhéus/Itabuna	3,07	0,574*
CE - Litoral de Camocim e Acaraú	1,06	0,729*
CE - Ibiapaba	1,11	0,81**
CE - Coreauá	1,25	0,692*
CE - Sobral	9,32	0,064***
CE - Ipu	0,4	0,844*
CE - Santa Quitéria	0,49	0,821**
CE - Canindé	1,22	0,605*
CE - Sertão de Crateús	1,19	0,966***
CE - Sertão de Quixeramobim	1,17	0,902***
CE - Sertão de Inhamuns	0,6	1,015***

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
CE - Sertão de Senador Pompeu	1,12	0,937***
CE - Baixo Jaguaribe	4,46	0,473**
CE - Médio Jaguaribe	0,67	0,884**
CE - Serra do Pereiro	0,77	0,892**
CE - Iguatu	2,25	0,836***
CE - Várzea Alegre	0,92	0,962***
CE - Lavras da Mangabeira	0,42	0,981**
CE - Chapada do Araripe	0,33	0,961***
CE - Caririçu	0,93	0,952**
CE - Barro	1,22	0,898***
CE - Cariri	4,86	0,566***
CE - Brejo Santo	2,56	0,71*
MA - Litoral Ocidental Maranhense	0,52	0,827*
MA - Aglomeração Urbana de São Luís	7	0,336*
MA - Rosário	2,22	0,782**
MA - Lençóis Maranhenses	0,3	1,022**
MA - Baixada Maranhense	0,47	0,993***
MA - Itapecuru Mirim	1,25	0,951***
MA - Gurupi	1,31	0,837**
MA - Pindaré	0,99	0,86**
MA - Imperatriz	6,1	0,433**
MA - Médio Mearim	1,23	0,945***
MA - Alto Mearim e Grajaú	1,04	0,871***
MA - Presidente Dutra	1,77	0,932***
MA - Baixo Parnaíba Maranhense	0,78	1,07***
MA - Chapadinha	0,65	0,85**
MA - Codó	1,66	0,747*
MA - Caxias	1,41	0,654*
MA - Chapadas do Alto Itapecuru	0,61	0,949***
MA - Porto Franco	1,98	0,649*
MA - Gerais de Balsas	4,05	0,503*
MA - Chapadas das Mangabeiras	1,98	0,751**

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
PB - Catolé do Rocha	0,68	0,88**
PB - Cajazeiras	1,41	0,878***
PB - Sousa	1,29	0,878***
PB - Patos	2,64	0,767***
PB - Piancó	0,98	0,912***
PB - Itaporanga	0,81	0,897***
PB - Serra do Teixeira	0,69	0,94**
PB - Seridó Ocidental Paraibano	1,52	0,813**
PB - Seridó Oriental Paraibano	0,85	0,936**
PB - Cariri Ocidental	1,21	0,887***
PB - Cariri Oriental	1,02	0,815**
PB - Curimataú Ocidental	0,66	0,876***
PB - Curimataú Oriental	0,58	0,966**
PB - Brejo Paraibano	0,99	0,82**
PB - Guarabira	2,21	0,822**
PB - Campina Grande	8,27	0,232**
PB - Itabaiana	1,6	0,663*
PB - Umbuzeiro	0,99	0,715*
PB - Litoral Norte	2,61	0,53*
PE - Araripina	1,28	0,715*
PE - Salgueiro	1,86	0,731**
PE - Pajeú	1,42	0,883***
PE - Sertão do Moxotó	1,46	0,863**
PE - Petrolina	7,18	0,26**
PE - Itaparica	1,1	0,798**
PE - Vale do Ipanema	0,79	0,933**
PE - Vale do Ipojuca	3,49	0,594***
PE - Alto Capibaribe	1,05	0,91**
PE - Garanhuns	1,81	0,703**
PE - Mata Setentrional Pernambucana	8,06	0,134*
PI - Baixo Parnaíba Piauiense	0,46	0,741*
PI - Litoral Piauiense	1,27	0,956***

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
PI - Teresina	6,77	0,322**
PI - Campo Maior	0,89	0,894***
PI - Médio Parnaíba Piauiense	0,76	0,849**
PI - Valença do Piauí	0,98	0,896***
PI - Alto Parnaíba Piauiense	5,3	0,47*
PI - Bertolínia	1,83	0,707**
PI - Floriano	2,24	0,802***
PI - Alto Médio Gurguéia	2,71	0,572*
PI - São Raimundo Nonato	1,2	0,75*
PI - Chapadas do Extremo Sul Piauiense	0,95	0,722*
PI - Picos	1,68	0,865***
PI - Pio IX	0,74	0,969***
PI - Alto Médio Canindé	1,63	0,735***
RN - Mossoró	8,5	0,129*
RN - Chapada do Apodi	1,94	0,689**
RN - Médio Oeste	1,55	0,682*
RN - Vale do Açu	5	0,385**
RN - Serra de São Miguel	0,93	0,929**
RN - Pau dos Ferros	1,11	0,914***
RN - Umarizal	0,82	0,918**
RN - Macau	9,4	0,019*
RN - Angicos	2,64	0,604*
RN - Serra de Santana	1,41	0,736**
RN - Seridó Ocidental	2,28	0,746**
RN - Seridó Oriental	2,5	0,777**
RN - Borborema Potiguar	1,99	0,859***
RN - Agreste Potiguar	1,19	0,724***
SE - Sergipana do Sertão do São Francisco	0,78	0,938***
SE - Carira	1,99	0,807***
SE - Nossa Senhora das Dores	2,4	0,689**
SE - Tobias Barreto	2,9	0,676**

Microrregião	Acidentes por 1.000 hab	LISA
SE - Agreste de Lagarto	2,03	0,708**
SE - Propriá	2,31	0,549*
SE - Boquim	0,82	0,694*
SE - Estância	5,12	0,372*
AC - Cruzeiro do Sul	1,15	0,99****
AC - Tarauacá	0,41	0,993**
AC - Sena Madureira	1,71	0,757*
AM - Alto Solimões	0,29	1,043****
AM - Juruá	1,52	1,019****
AM - Tefé	1,26	0,892**
AM - Coari	5,39	0,419*
AM - Parintins	0,36	0,771*
AM - Boca do Acre	1,14	0,867**
AM - Purus	0,38	0,625*
AP - Macapá	4,25	0,569****
AP - Mazagão	2,79	0,535*
PA - Furos de Breves	0,72	0,899**
PA - Arari	0,35	0,686*
PA - Paragominas	5,76	0,361*
RR - Caracarái	2,02	0,628*
RR - Sudeste de Roraima	4,18	0,673**
TO - Araguaína	4,16	0,419*
MG - Grão Mogol	13,17	0,084*
MG - Capelinha	3,06	0,386*
MG - Araçuaí	2,08	0,587*
MG - Pedra Azul	2,49	0,708*
MG - Teófilo Otoni	5,02	0,334*

* p = 0,10 ** p = 0,05 **** p = 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 Conclusão

Os acidentes de trabalho, além de representarem grave violência aos trabalhadores, causam grandes perdas para a economia brasileira. Esta pesquisa realizou análise espacial exploratória para observar a concentração dos acidentes entre 2012 e 2017. Constatou-se, mesmo depois de se realizar a correção bayesiana pela população, uma concentração na Região Sudeste, Mato Grosso, em Mato Grosso do Sul e no norte do Rio Grande do Sul. Por sua vez, as regiões Nordeste e Norte apresentam baixa concentração de acidentes. Ao analisar os índices de informalidade da região, infere-se que esse número pode estar subestimado.

Este estudo contribui de duas maneiras para o mundo acadêmico. Em primeiro lugar, por explorar tema tão importante para a construção de políticas que impactem significativamente a vida dos trabalhadores brasileiros. Em segundo lugar, por utilizar base de dados nova, desenvolvida em parceria entre o Ministério Público do Trabalho e a OIT.

Por fim, apresentam-se indicações para estudos futuros que podem explorar quantitativamente as causas e consequências dos acidentes de trabalho escravo. Esses estudos poderão inserir a variável espacial devido à alta correlação verificada nesta pesquisa. Considerar os níveis de informalidade também pode ser fundamental para explicar melhor o tema.

Referências

- ALMEIDA, E. *Econometria espacial aplicada*. Campinas: Alínea, 2012.
- ALVES, R.A.; GUIMARÃES, M. C. De que sofrem os trabalhadores rurais? Análise dos principais motivos de acidentes e adoecimentos nas atividades rurais. *Informe Gepec*, Toledo-PR, v. 16, n. 2, p. 39-56, 2012.
- ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, Columbus, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

ANSELIN, L.; BERA, A. K. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. In: ULLAH, A.; GILES, D. E. A. *Handbook of applied economic statistics*. New York: CRC Press, 1998. p. 237-289. (Statistics: textbooks and monographs, v. 155).

ARGILÉS-BOSCH, J. M. *et al.* Empirical analysis of the incidence of accidents in the workplace on firms' financial performance. *Safety Science*, Amsterdam, v. 70, p. 123-132, 2014.

ASSUNÇÃO, R. M.; REIS, E. A. A new proposal to adjust Moran's I for population density. *Statistics in Medicine*, Chichester, v. 18, n. 16, p. 2147-2162, 1999.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. *Informática Pública*, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 221-230, 2002.

BARTH, A. *et al.* Economic growth and the incidence of occupational injuries in Austria. *Wiener Klinische Wochenschrift*, Heidelberg, v. 119, n. 5, p. 158-163, 2007.

BIVAND, R. S.; WILK, J.; KOSSOWSKI, T. Spatial association of population pyramids across Europe: the application of symbolic data, cluster analysis and join-count tests. *Spatial Statistics*, Amsterdam, v. 21, part B, p. 339-361, 2017.

BRESLIN, F.C. *et al.* Work disability absence among young workers with respect to earnings losses in the following year. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Helsinki, v. 33, n. 3, p. 192-197, 2007.

CHENG, C.-W.; LIN, C.-C.; LEU, S.-S. Use of association rules to explore cause-effect relationships in occupational accidents in the Taiwan construction industry. *Safety Science*, Amsterdam, v. 48, n. 4, p. 436-444, 2010.

CORDEIRO, R. *et al.* O sistema de vigilância de acidentes do trabalho de Piracicaba. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 5, p. 1574-1583, 2005.

CRICHTON, S.; STILLMAN, S.; HYSLOP, D. Returning to work from injury: longitudinal evidence on employment and earnings. *Industrial and Labor Relations Review*, Ithaca, v. 64, n. 4, p. 765-785, 2011.

GARCÍA-HERRERO, S. *et al.* Working conditions, psychological/physical symptoms and occupational accidents. Bayesian network models. *Safety Science*, Amsterdam, v. 50, n. 9, p. 1760-1774, 2012.

GONÇALVES, S. B. B.; SAKAE, T. M.; MAGAJEWSKI, F. L. Prevalência e fatores associados aos acidentes de trabalho em uma indústria metalmeccânica. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 26-35, 2018.

JENKS, G. F. The data model concept in statistical mapping. *International Yearbook of Cartography*, London, v. 7, p. 186-190, 1967.

LIMA, R. C.; LIMA, J. P. R. Distribuição do PIB *per capita* nas microrregiões brasileiras: uma análise exploratória espacial. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, v. 47, p. 305-329, jul./dez. 2016.

MACLAURIN, G.; LEYK, S.; HUNTER, L. M. Understanding the combined impacts of aggregation and spatial non-stationarity: the case of migration-environment associations in rural South Africa. *Transactions in GIS: TG*, Oxford, v. 19, n. 6, p. 877-895, Dec. 2015.

MANUELE, F. A. Reviewing Heinrich: dislodging two myths from the practice of safety. In: MANUELE, F. A. *On the practice of safety*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013. p. 234-256.

MENDONÇA, M. F.; SILVA, A. P.; CASTRO, C. C. L. Análise espacial dos acidentes de trânsito urbano atendidos pelo Serviço de Atendimento

Móvel de Urgência: um recorte no espaço e no tempo. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 727-741, 2017.

MONASTÉRIO, L.; REIS, E. J. Mudanças na concentração espacial das ocupações nas atividades manufatureiras no Brasil – 1872-1920. *Ipea – Texto para Discussão*, Rio de Janeiro, n. 1.361, nov. 2008.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO. Perdas com acidentes de trabalho custam mais de R\$ 26 bi da Previdência. *MPT Notícias*, Brasília, 5 mar. 2018. Disponível em: http://portal.mpt.mp.br/wps/portal/portal_mpt/mpt/sala-imprensa/mpt-noticias/57067f73-133e-4a0a-aed0-9cb43a1332d1. Acesso em: 9 jan. 2019.

OLIVEIRA, P. A. B.; MENDES, J. M. Acidentes de trabalho: violência urbana e morte em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 73-83, 1997.

PIETILÄ, J. *et al.* Characteristics and determinants of recurrent occupational accidents. *Safety Science*, Amsterdam, v. 108, p. 269-277, 2018.

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H. Riscos e agravos à saúde e à vida dos trabalhadores das indústrias madeireiras de Mato Grosso. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 961-973, 2005.

RIOS, M. A. *et al.* Fatores associados a acidentes de trabalho envolvendo trabalhadores informais do comércio. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 6, p. 1199-1212, 2015.

SANTANA, V.; NOBRE, L.; WALDVOGEL, B. C. Acidentes de trabalho no Brasil entre 1994 e 2004: uma revisão. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 841-855, 2005.

SANTOS, E. G.; BARBOSA, I. R. Conglomerados espaciais da mortalidade por suicídio no nordeste do Brasil e sua relação com indicadores socioeconômicos. *Cadernos de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 371-378, 2017.

SHAKER, R. R. The spatial distribution of development in Europe and its underlying sustainability correlations. *Applied Geography*, Oxford, v. 63, p. 304-314, 2015.

SILVA, A. I. D. *et al.* Acidentes com material biológico relacionados ao trabalho: análise de uma abordagem institucional. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 36, n. 124, p. 265-273, 2011.

SLUTER, C. R. Sistema especialista para geração de mapas temáticos. *Revista Brasileira de Cartografia*, Brasília, v. 53, n. 1, p. 45-64, dez. 2001.

SOUSA, F. N.; SANTANA, V. S. Mortalidade por acidentes de trabalho entre trabalhadores da agropecuária no Brasil, 2000-2010. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 4, 2016.

TOBLER, W. R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, Worcester, v. 46, sup. 1, p. 234-240, 1970.

VASCONCELLOS, M. C.; PIGNATTI, M. G.; PIGNATI, W. A. Emprego e acidentes de trabalho na indústria frigorífica em áreas de expansão do agronegócio, Mato Grosso, Brasil. *Saúde e Sociedade [online]*, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 662-672, 2009.

VEIGA, R. A.; XAVIER, E.; LENZI, F. C. Uma análise do processo produtivo e das condições ergonômicas do trabalho na Mefaro Indústria Metal-Mecânica. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, Londrina, v. 7, n. 7, p. 97-106, 2012.

WALLACE, J. C.; CHEN, G. Development and validation of a work-specific measure of cognitive failure: implications for occupational safety. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, London, v. 78, n. 4, p. 615-632, Dec. 2005.

WANG, F. *et al.* Local indicator of colocation quotient with a statistical significance test: examining spatial association of crime and facili-

ties. *Professional Geographer*, Washington, D.C., v. 69, n. 1, p. 22-31, Jan. 2017.

WEIL, D. Valuing the economic consequences of work injury and illness: a comparison of methods and findings. *American Journal of Industrial Medicine*, Hoboken, v. 40, n. 4, p. 418-437, 2001.

WOODEN, M. Workers' compensation, unemployment and industrial accidents: an inter-temporal analysis. *Australian Economic Papers*, Carlton, v. 28, n. 53, p. 219-235, 1989.