



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

VICENZO TEIXEIRA MENSATO

**MENSURAÇÃO DAS AGLOMERAÇÕES INDUSTRIALIS DO TOCANTINS A
PARTIR DO QUOCIENTE LOCACIONAL PADRONIZADO: UMA ABORDAGEM
PARAMÉTRICA COM SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO PARA O ANO DE 2023**

PALMAS (TO)

2025

Vicenzo Teixeira Mensato

**Mensuração das aglomerações industriais do Tocantins a partir do Quociente
Locacional Padronizado: uma abordagem paramétrica com simulação de Monte Carlo
para o ano de 2023**

Trabalho apresentado à Universidade Federal
do Tocantins como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em Ciências
Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Waldecy Rodrigues

PALMAS (TO)

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

M548m Mensato, Vicenso Teixeira.

Mensuração das aglomerações industriais do Tocantins a partir
do Quociente Locacional Padronizado: uma abordagem paramétrica
com simulação de Monte Carlo para o ano de 2023. / Vicenso Teixeira
Mensato. – Palmas, TO, 2025.

43 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Ciências Econômicas,
2025.

Orientador: Waldecy Rodrigues

1. Economia Aplicada. 2. Economia Regional. 3. Economia
Tocantinense. 4. Clusterização. I. Título

CDD 330

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde
que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime
estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha
catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Vicenzo Teixeira Mensato

**Mensuração das aglomerações industriais do Tocantins a partir do Quociente
Locacional Padronizado: uma abordagem paramétrica com simulação de Monte Carlo
para o ano de 2023**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas, Curso de Ciências Econômicas, foi avaliada para a obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 15 / 12 / 2025

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Waldecy Rodrigues, UFT

Profa. Dra. Verônica de Castro Lameira, UFT

Profa. Dra. Juliana Aguiar de Melo, UFT

A todos os gigantes que me
cederam os ombros sobre os
quais me apoiei.

AGRADECIMENTOS

Todas as pessoas com quem convivi, situações com as quais me deparei e apuros que passei têm, de uma forma ou de outra, sua contribuição para este trabalho. Porém, existem sempre aquelas que nos movem, nos marcam, e adoçam. É a todos vocês que sou eternamente grato.

Agradeço a todos os professores que me estimularam, apoiaram, acolheram e, principalmente, me salvaram. Aos professores Waldecy, Wainesten e Marcleiton, às professoras Juliana, Verônica, Gisele e Aline, especialmente, dedico distinta gratidão. Por todas as vezes em que fui ajudado, aconselhado, incentivado, e até sacudido, gratidão é um eufemismo. Não posso também de deixar de notar especialmente meu orientador, o professor Waldecy, que tomo como um verdadeiro gigante da universidade que sempre me tratou com muita autonomia, liberdade e autenticidade, e através de quem pude conhecer o que nunca antes concebi. Ao professor Wainesten reitero minhas considerações por ter me apresentado a um instituto tão maravilhoso e impactante quanto o Instituto de Pesquisa e Extensão em Desenvolvimento Regional, local em que trabalhei, estudei e desenvolvi muito do que aqui expus.

Sou grato às boas companhias de caminhada no curso, como os Lucas Ruan e Glória, o Paulo Palmeira - Paulo Bala Baiana - e Matheus Gonçalves. Dedico especial agradecimento ao Matheus, pois suas anotações sobre as aulas de QGIS da disciplina de Economia Regional e Urbana foram imprescindíveis para que eu conseguisse fazer os mapas apresentados com grande facilidade. Agradeço ao professor Francisco, cujas aulas de QGIS, registradas pelo Matheus, me tornaram remotamente capaz de fazer mapas decentes.

Duas mulheres presenciaram de muito perto os meus dias de luta, minhas aflições, meus conflitos e, no fim, minhas superações. Dedico estes registros à Lara, a melhor e inconfundível companhia, que me acompanhou e incentivou diversas vezes nos estudos, nas preparações e nas inquietações. Jamais teria chegado tão longe neste texto e na prova de mestrado se não fosse por você. Dedico meu último e mais importante agradecimento à minha mãe, Daniella, que me deu a vida, o sangue, a educação e sem a qual nada, desde o meu primeiro passo, teria sido possível. Sou um homem feito de muitas mulheres, e a todas as mulheres de minha linhagem, cujo talento da vida permitiu que eu desenvolvesse os meus talentos, deixo como um modesto, mas muito sincero agradecimento, as notas que se seguem.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo identificar e mensurar aglomerações setoriais de emprego formal nos municípios do estado do Tocantins em 2023, distinguindo concentrações produtivas persistentes daquelas explicáveis por aleatoriedade ou pelo porte reduzido dos municípios. Utilizam-se dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para os 139 municípios tocantinenses, agregados em oito grandes setores da classificação de Contas Nacionais do IBGE. A estrutura produtiva é analisada inicialmente por meio do Quociente Locacional (QL) e, em seguida, pelo Quociente Locacional Padronizado (QLP), obtido via padronização setorial. Foi utilizado um procedimento de significância baseado em simulação Monte Carlo paramétrica multinomial em que os empregos setoriais são redistribuídos entre os municípios proporcionalmente ao seu peso no emprego total, gerando limiares críticos de QLP para cada setor. Os resultados mostram que, a depender do critério adotado, o QL superestima o número de aglomerações, enquanto a abordagem com QLP reduz substancialmente o número de municípios classificados como especializados, mas preserva núcleos que concentram parcelas expressivas do emprego setorial. Em setores como construção civil, indústria de transformação, extractiva mineral e serviços, a maior parte do emprego do estado permanece localizada em poucos municípios estatisticamente persistentes.

Palavra-chave: Quociente Locacional Padronizado. Clusterização. Monte Carlo.

ABSTRACT

This study aims to identify and measure sectoral agglomerations of formal employment in the municipalities of the state of Tocantins in 2023, distinguishing persistent productive concentrations from those that can be explained by randomness or by the small size of municipalities. Data from the Annual Social Information Report (RAIS) are used for the 139 municipalities of Tocantins, aggregated into eight broad sectors according to the IBGE National Accounts classification. The productive structure is first analyzed using the Location Quotient (LQ) and then through the Standardized Location Quotient (SLQ), obtained via within-sector standardization. A significance procedure based on a parametric multinomial Monte Carlo simulation was employed, in which sectoral employment is redistributed across municipalities proportionally to their share in total employment, generating sector-specific critical SLQ thresholds. The results show that, depending on the criterion adopted, the LQ overestimates the number of agglomerations, whereas the SLQ approach substantially reduces the number of municipalities classified as specialized, while preserving cores that concentrate expressive shares of sectoral employment. In sectors such as construction, manufacturing, mining and services, most of the state's employment remains concentrated in a small group of statistically persistent municipalities.

Keywords: Standardized Location Quotient. Clustering. Monte Carlo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Comércio no Tocantins em 2023	30
Figura 2 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Administração Pública no Tocantins em 2023	31
Figura 3 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca no Tocantins em 2023	32
Figura 4 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Construção Civil no Tocantins em 2023	33
Figura 5 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Extrativismo mineral no Tocantins em 2023	35
Figura 6 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado da Indústria de transformação no Tocantins em 2023	36
Figura 7 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Serviços Industriais de Utilidade Pública no Tocantins em 2023 .	37
Figura 8 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Serviços no Tocantins em 2023	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas descritivas do Quociente Locacional dos municípios tocantinenses por setor em 2023	26
Tabela 2 – Estatísticas descritivas do Quociente Locacional Padronizado dos municípios tocantinenses por setor em 2023	27
Tabela 3 – Teste de Kolmogorov-Smirnov para Normalidade dos QLs Padronizados	28
Tabela 4 – Teste de Shapiro-Wilk para Normalidade dos QLs Padronizados . . .	28
Tabela 5 – Municípios com localização setorial em 2023 - QL superior ou igual 1	29
Tabela 6 – Municípios com localização setorial em 2023 - QLP mínimo estatisticamente significante	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Desenvolvimento regional	14
2.2	Clusterização, concentração industrial e indicadores da análise regional	17
2.2.1	Clusters e aglomerações industriais	17
2.2.2	Indicadores de localização: o quociente locacional	18
2.2.3	Significância estatística na identificação de clusters	20
2.2.4	Diagnóstico e políticas de desenvolvimento regional	21
3	METODOLOGIA	22
3.1	Formulação do Teste de Hipóteses	23
3.1.1	Hipótese nula	23
3.1.2	Hipótese alternativa	24
3.2	Simulação Monte Carlo da Distribuição Nula	24
3.3	Regra de Decisão	25
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	26
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A existência de desigualdades regionais atrai ampla atenção de economistas, especialmente nos estudos denominados de economia regional, geografia econômica ou simplesmente a ciência regional, como fundada por Isard (1956). A forma como atividades econômicas se concentram no espaço é tida por uma série de teóricos como elemento central para compreender por que algumas regiões se tornam polos dinâmicos enquanto outras se veem com baixo dinamismo produtivo.

Com especial relevância para o desenvolvimento regional, uma série de indicadores típicos de especialização e localização foram desenvolvidos como forma de mensurar e comparar a distância econômica, o dinamismo ou o grau de concentração entre distintas regiões. Destes, o mais utilizado pela literatura é o Quociente Locacional (QL), empregado como forma de medir a concentração relativa das atividades produtivas uma região e outra região de referência (PAIVA, 2006; MONASTERIO, 2011).

Entretanto, como notam Strotebeck (2010) e Crawley, Beynon e Munday (2013), a interpretação desse indicador exige cautela uma vez que é sensível ao porte do município ou dos estabelecimentos que empregam no setor. Uma concentração relativamente baixa em um município de pequeno porte, frente à comparação a uma região de referência maior e mais diversificada, pode produzir um quociente locacional alto a despeito da grande variância à qual está sujeito o indicador em um município relativamente pequeno.

Tal observação suscita um questionamento de natureza quantitativa no que concerne à sensibilidade do indicador frente a essa variabilidade no porte de estabelecimentos ou regiões. Sendo o indicador altamente sensível, a utilização de diferentes valores de referência para caracterização de aglomerações setoriais produziria substancial diferença entre resultados.

Nesse contexto, o presente trabalho se propõe a analisar em que medida o uso de indicadores locacionais permite encontrar localizações setoriais estatisticamente persistentes. Dessa forma, e de maneira mais específica, o objetivo geral deste estudo é identificar e mensurar aglomerações setoriais de emprego formal nos municípios do estado do Tocantins em 2023, empregando o Quociente Locacional Padronizado (QLP) e um procedimento estatístico de significância baseado em simulação Monte Carlo, de modo a distinguir concentrações produtivas persistentes daquelas explicadas por efeitos aleatórios ou pelo porte reduzido dos municípios.

Para cumprir esse objetivo geral é necessário estabelecer os objetivos específicos da pesquisa, sendo estes: i) verificar as especializações locacionais das atividades produtivas dos municípios tocantinenses através do Quociente Locacional Padronizado; ii) avaliar as limitações interpretativas do QL tradicional e seu uso na mensuração e identificação

de clusters; iii) testar a persistência dos resultados setoriais obtidos, comparando-os aos resultados de um procedimento padrão da literatura de economia regional.

O presente trabalho, portanto está dividido em cinco seções. Além desta, a seção dois resgata o referencial de desenvolvimento regional voltado à conceituação e explicação de aglomerações industriais, bem como os indicadores de localização voltados à mensuração e identificação desses *clusters* e sua importância diagnóstica para o desenvolvimento regional; a seção três descreve o método empregado para estimação de um indicador padronizado e persistente frente à aleatoriedade em função do tamanho dos municípios. A quarta seção apresenta e discute os resultados obtidos a partir do método, sendo concluído o trabalho na quinta seção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a fundamentação teórica sobre a qual se apoia o método deste estudo. A primeira seção contextualiza o estudo a partir do programa e das teorias do desenvolvimento regional, com foco na temática da aglomeração industrial; a segunda trata da análise de *clusters* e dos indicadores típicos da economia regional, relacionando-os às questões de identificação de aglomerações industriais, sua importância para políticas públicas e a literatura crítica desses indicadores, voltada à caracterização de concentrações setoriais estatisticamente significantes.

2.1 Desenvolvimento regional

O estudo da diferenciação no desenvolvimento e na dinâmica das economias no espaço passou a receber especial atenção no período que sucedeu o fim da Segunda Guerra Mundial (LIMA; SIMÕES, 2010). Conceitos como espaço e região são noções fundamentais a diversos campos que exploram, analisam e mensuram as relações socioeconômicas em imbricação com o território, como o desenvolvimento regional, a economia espacial e a geografia econômica.

Conforme Monasterio e Cavalcante (2011), dois grandes campos teóricos podiam ser identificados dentro dessa temática no período: as teorias clássicas da localização e as teorias de aglomeração e concentração industrial; estas remontando aos trabalhos de Perroux (1955), Myrdal (1957), Hirschmann (1958) e North (1959), aquelas remontando ao desenvolvimento teórico ocorrido de Thünen (1966) a Isard (1956).

Apesar de utilizados em ambos os campos e constituírem categorias fundamentais aos estudos regionais, Monasterio e Cavalcante (2011) destacam que o próprio conceito de região não comporta consenso na literatura uma vez que é amplamente dependente do enfoque adotado ao analisar o espaço, enquanto Ferreira (1974) nota que:

Muitos cientistas aceitam que o conceito de região, a escolha de um dado conjunto de regiões, de seus limites, de sua estrutura interna e hierarquização, etc., dependem do problema particular a ser examinado.

[...] O conceito de região deve ser dinâmico, pois os limites da região, sua estrutura interna e o sistema ou conjunto das regiões, se alteram com o decorrer do tempo. (FERREIRA, 1974, p. 152)

Ressalvando a arbitrariedade do recorte que é produzido ao se delimitar uma região, Lima e Simões (2010) a conceituam como "um conjunto de pontos do espaço que tenham maior integração entre si do que em relação ao resto do mundo". Respeitando esse nível de nuance, passa-se a examinar mais detidamente as duas vertentes centrais do pensamento

regional introduzidas, em especial a segunda.

O conjunto das Teorias Clássicas da Localização compreende o arcabouço teórico que se desenvolve de forma razoavelmente sequencial de Thünen (1966) a Isard (1956), cuja ênfase era a determinação da localização ótima das firmas levando em consideração o papel dos custos de transporte; eram, em geral, desprezadas as externalidades e efeitos de rede da aglomeração de firmas, ocupando-se em verificar o padrão de ocupação do espaço medido por uma distância em relação a um centro, Walter Isard o fundador da ciência regional e o grande responsável por integrar ao *mainstream* anglo-saxônico esse campo que estava praticamente confinado no mundo germânico (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011).

Contrapostos à negligência dos efeitos de transbordamento advindos da concentração industrial estão os teóricos do segundo conjunto, referido por *desenvolvimento regional* e baseado nos trabalhos seminais de Perroux (1955), Hirschmann (1958), North (1959) e Myrdal (1957), que elaboraram interpretações próprias acerca da noção de região, dos mecanismos de aglomeração e de seus desdobramentos para o desenvolvimento enquanto processo de transformação estrutural da economia.

Para Perroux (1967), a região não é definida pela homogeneidade espacial, mas pelos efeitos de polarização gerados por indústrias motrizes, assim denominadas pelo economista francês por sua capacidade de induzir compras e vendas em outras indústrias, exercendo uma força de atração e aglomeração que induz desenvolvimento regional desigual no espaço. (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011).

Uma vez existentes essas indústrias-chave que possuem taxas de crescimento maiores que a média da região, estas exercem sobre as indústrias movidas efeitos técnicos, econômicos, psicológicos e geográficos de polarização que resultam em núcleos dinamizadores, sendo um polo de desenvolvimento caracterizado por um conjunto desses núcleos, que fundamental a importância das relações interindustriais e dos efeitos de rede na ocupação do espaço (LIMA; SIMÕES, 2010).

Em outra linha, a interpretação de Myrdal (1957) das desigualdades regionais, sintetizada pelo mecanismo de Causação Circular e Cumulativa, explica a divergência na trajetória de desenvolvimento das regiões a partir de uma tendência ao desequilíbrio na relação entre os centros dinâmicos e as periferias. Uma vez que uma região se destaca em relação ao crescimento das demais, esse surto inicial movimenta fatores econômicos que, na interação com os fatores não-econômicos, se traduzem em um diferencial de dinamismo no polo. Nas regiões em torno do polo, verifica-se o inverso a partir da perda de recursos financeiros e humanos que fluem para o centro mais dinâmico. Existindo diferença acentuada de dinamismo entre esses territórios, a tendência é acentuada e consolidada ao longo do tempo pela atratividade da região dinâmica e pela repulsividade dos territórios de baixo dinamismo, de modo que a tendência mercadológica natural do desenvolvimento das regiões é a desigualdade e a aglomeração produtiva:

[...]Caso não haja controle estatal, a instalação de indústrias, comércio, bancos, entre outras, nessas regiões centrais poderá gerar efeitos regressivos nas demais regiões, de onde migrará a mão de obra, o capital e bens e serviços. Como resultado, a desigualdade regional será acentuada. As forças regressivas nas regiões mais distantes fortalecerão o movimento descendente da causação circular sobre todos os fatores, resultando em piores condições de saúde, educação, moradia, segurança, emprego, e assim por diante (FERREIRA; SALLES, 2020, p. 100).

Denominando *backwash effects* os resultados perversos que o desenvolvimento de uma região gera sobre as demais e *spread effects* os efeitos centrífugos que levariam ao transbordamento do desenvolvimento para as regiões atrasadas, conclui pela prevalência dos primeiros, que, apesar da existência de contrabalanceamento parcial pelos efeitos de difusão, impedem que o crescimento das economias ocorra de outra forma que não o desequilíbrio e a concentração industrial (FUJITA, 2004).

Em seus próprios termos e de forma independente, Hirschman (1961) também nota um jogo de forças no desenvolvimento regional entre efeitos *trickle-down* (positivos), ligados à complementaridade produtiva, e de *polarization* (negativos); adota, porém, que aqueles têm prevalência sobre estes, principalmente quando acompanhados por políticas públicas que contenham a polarização.

Essa base é pensada a partir das noções de efeitos para frente e efeitos para trás na forma como investimentos em determinados setores-chave gerariam repercuções sobre atividades à montante e à jusante da cadeia produtiva. É sob este arcabouço que o economista expressa as externalidades decorrentes da implantação de indústrias, que, ao aumentarem a demanda de insumos no setor à montante, viabilizariam suas escalas mínimas de produção na região determinada; os efeitos para frente, por sua vez, resultariam da oferta de insumos, que aumentaria a capacidade setores que se posicionassem ao final do arranjo, resultando em concentração industrial (HIRSCHMAN, 1961).

Em outro diagnóstico para a mesma questão, North (1955) desenvolveu sua teoria locacional ao criticar frontalmente a ideia amplamente aceita na literatura pós-Segunda Guerra Mundial de que as regiões evoluiriam por um conjunto de etapas sequenciais que se iniciariam em uma economia de subsistência, passariam por formas intermediárias de especialização e culminariam na industrialização; argumenta que esse modelo, que se resumia à experiência europeia, era incapaz de explicar a trajetória norte-americana.

Nesse contexto, o economista formula a teoria da base exportadora, definindo-a a partir do conjunto de atividades produtivas que vendem bens e serviços para fora da região e que, por isso, conforme, condicionariam o nível de renda e a própria estrutura da economia da região ao induzir a o desenvolvimento de espaços urbanos e redes de distribuição que integram operações de processamento industrial e serviços correlatos, orientados para o atendimento das demandas do mercado externo (TOLOSA, 1974).

A partir dessa formulação, modifica-se o modo como se comprehende a própria urbanização regional. Os denominados *nodal centers* (centros nodais), concentradores de atividades financeiras, logísticas e técnicas, se desenvolvem sobretudo pelo papel de suporte às indústrias exportadoras, oferecendo crédito, serviços especializados, infraestrutura e mão de obra qualificada que reforçam a aglomeração industrial e a diferenciação regional, compreendendo a formação das concentrações industriais como fundamentalmente subordinadas às necessidades da base de exportação.

Em que pesem as diferenças metodológicas e as distintas concepções de região e de desenvolvimento acima expostas, as teorias clássicas do desenvolvimento regional convergem para a importância dos mecanismos de concentração produtiva, das interdependências interindustriais e da dinâmica espacial desigual como elementos estruturantes do crescimento econômico e consolidaram as bases analíticas para compreender por que se destacam, se formam e se complementam os núcleos dinâmicos e as periferias a partir das aglomerações setoriais.

2.2 Clusterização, concentração industrial e indicadores da análise regional

Uma vez analisadas as motivações e efeitos da concentração industrial no espaço, surge a questão posterior, referente à identificação e mensuração empírica de aglomerações industriais, terreno que motiva os conceitos de *clusters*, arranjos produtivos, indicadores de localização e sua importância para diagnósticos e políticas públicas de desenvolvimento regional. É dentro do diálogo entre teoria e mensuração que se estrutura a presente seção.

2.2.1 Clusters e aglomerações industriais

Numerosas pesquisas têm sido realizadas nas últimas décadas sobre a aglomeração e a especialização industrial, o desenvolvimento regional e a formação de clusters, bem como os processos econômicos, sociais e institucionais que deles resultam. A aglomeração de atividades produtivas é, na literatura, identificada por múltiplos nomes e constitui um dos fenômenos mais recorrentemente analisados nos estudos de caráter regional e/ou espacial, tendo sido Marshall (1920) um autor pioneiro nesse aspecto a partir do conceito de economias externas que, mesmo fora do âmbito das firmas, induziam-nas à concentração territorial na forma de distritos industriais (MONASTERIO; CAVALCANTE, 2011).

Essa localização industrial, nos termos de Marshall (1920), se dava por três fatores atualmente conhecidos: a concentração do mercado de trabalho, a formação de um mercado viável a fornecedores especializados e o transbordamento de conhecimento e técnicas de produção, tendo o desenvolvimento teórico posterior se desdobrado mantendo essencialmente essa linha de raciocínio (MALMBERG; MASKELL, 1997).

Em fins do século XX, esse aparato teórico havia adquirido novos contornos em Porter (1998), caracterizando a localização industrial a partir do conceito de *cluster*:

Clusters representam uma nova forma de organização espacial situada entre, de um lado, os mercados impessoais de transações e, de outro, as hierarquias ou a integração vertical. Um cluster é, então, uma maneira alternativa de organizar a cadeia de valor. Em comparação com as transações de mercado entre compradores e vendedores dispersos e aleatórios, a proximidade de empresas e instituições em um mesmo local — e as trocas repetidas entre elas — promove melhor coordenação e confiança (PORTER, 1998, p. 6, *tradução do autor*).

Cabe ressaltar também que a distinção entre *clusters* verticais e horizontais está em analogia aos três fatores marshallianos de localização, sendo a verticalidade relacionada ao primeiro fator e a horizontalidade relativa ao segundo fator. Mais decisiva para a clusterização é a distinção, observada por O'Donoghue e Gleave (2004) entre dois aspectos-chave do conceito porteriano de cluster industrial: o elemento funcional e o elemento de aglomeração industrial.

A dimensão funcional do cluster se refere à interligação entre firmas e instituições e seu funcionamento a partir de complementariedades e transbordamentos, enquanto a dimensão de aglomeração industrial enfatiza o papel da proximidade geográfica e a localização na facilitação da formação dessa rede de empresas e mercados (O'DONOGHUE; GLEAVE, 2004). Tal distinção é particularmente relevante para o presente trabalho, uma vez que o procedimento empregado é antes voltado à mensuração das aglomerações industriais do que ao aspecto funcional dos clusters.

2.2.2 Indicadores de localização: o quociente locacional

Com a finalidade de identificar e mensurar empiricamente as concentrações industriais inter e intrarregionais, a ciência regional produziu indicadores de especialização com o propósito de captar e comparar o grau de localização das atividades produtivas, buscando expressar de forma numérica as complexidades espaciais dos fenômenos econômicos (STROTEBECK, 2010).

Duranton e Overman (2005) listam propriedades desejáveis que indicadores de localização devem possuir, a saber:

1. Possibilidade de comparação entre indústrias;
2. Possibilidade de comparação entre escalas espaciais;
3. Ausência de viés frente a mudanças arbitrárias na classificação espacial;
4. Ausência de viés frente a mudanças arbitrárias na classificação industrial;
5. Permitir a realização de testes de significância.

Conforme Monasterio (2011), nenhum indicador na literatura corrente atende a todos os critérios, tampouco é suficiente para captar a totalidade dos fenômenos relevantes para a distribuição das atividades econômicas no espaço; não obstante, a capacidade sintetizadora dos indicadores associada a um uso parcimonioso pode gerar observações de grande valia.

Entre os indicadores existentes, cada qual com seu propósito enquanto métrica, destaca-se na literatura o Quociente Locacional (QL) como o indicador mais utilizado (PAIVA, 2006; POMINOVA; GABE; CRAWLEY, 2022). Seu intuito direto é a comparação entre a concentração setorial de uma região e a concentração setorial de uma região de referência, utilizando, em geral, o emprego formal como variável de cálculo:

$$QL_{ij} = \frac{x_{ij} / \sum_{j=1}^J x_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^I x_{ij} \right) / \left(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} \right)} \quad (1)$$

em que:

- x_{ij} é o emprego do setor i na região j ;
- $\sum_{i=1}^I x_{ij}$ é o emprego total da região j ;
- $\sum_{j=1}^J x_{ij}$ é o emprego total de todas as regiões no setor i ;
- $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}$ é o emprego total em todas as regiões.

Na interpretação usual do QL, valores superiores a 1 apontam que a região j apresenta concentração setorial para o setor i frente à importância desse mesmo setor para a região de referência, o que suscita a possibilidade de existir um cluster nessa localidade, enquanto valores menores que 1 indicariam ausência de localização das atividades produtivas.

Apesar de seu amplo uso no estudo da estrutura produtiva regional, esse indicador apresenta limitações amplamente debatidas e enfrentadas por múltiplos trabalhos na literatura corrente. O'Donoghue e Gleave (2004), Crawley, Beynon e Munday (2013) e Manzini e Luiz (2019) destacam que não existe consenso ou limiar teórico fundamental sobre o valor mínimo de QL a ser considerado para se caracterizar um cluster. Enquanto Morrissey (2016) utiliza o limiar de 1,25 para caracterizar *clusters* industriais nas regiões irlandesas, Sousa et al. (2017) utilizam o valor crítico maior ou igual a 1 para demarcar uma localização industrial significativa na microrregião de Porto Nacional; Isaksen (1996) chega a utilizar um piso de no valor de três.

Em outra linha, Crocco et al. (2006) alerta que o indicador não pode ser utilizado indiscriminadamente, necessitando considerações sobre as características da região de referência. Uma vez que numa região de pequeno porte um número relativamente baixo de empregos num setor corresponderá a um percentual considerável das atividades do local, regiões com poucos estabelecimentos em geral podem apresentar quociente locacional

considerado alto sem que isso reflita uma concentração econômica substantiva, de modo que o QL na sua forma canonizada pode induzir ao erro por não levar em consideração o tamanho absoluto dos empreendimentos (O'DONOGHUE; GLEAVE, 2004; CRAWLEY; BEYNON; MUNDAY, 2013; BEYENE; MOINEDDIN, 2005a).

2.2.3 Significância estatística na identificação de clusters

As dificuldades hermenêuticas relativas ao QL e outros indicadores na mensuração de aglomerações industriais suscitam o uso de testes estatísticos que restrinjam o uso de termos como localização, cluster industrial e aglomeração somente a setores que exibam níveis de concentração além daqueles que seriam observados se a localização dos empregos fosse completamente aleatória (MALMBERG; MASKELL, 1997; ELLISON; GLAESER, 1997).

Tal abordagem permitiria obter limiares de QL determinados estatisticamente de forma axiomática a partir de sua própria distribuição na região, também lidando, por outro lado, com valores altos que derivam não de localização significativa, mas do baixo porte dos empreendimentos em certas regiões.

Ellison e Glaeser (1997), a partir do *framework dartboard*, desenvolvem um teste para determinar quais aglomerações industriais do Vale do Silício nos EUA não poderiam ser geradas por aleatoriedade realizando um controle a partir do porte das plantas das firmas e nas diferenças das áreas geográficas, cujos resultados empíricos reafirmaram a alta presença de aglomeração industrial na região; em vários casos, no entanto, a localização era apenas levemente acima da média.

A abordagem de O'Donoghue e Gleave (2004) computa o Quociente Locacional Padrонizado (QLP) e usa o valor crítico de 5% na distribuição normal padrão para encontrar QLPs estatisticamente significantes, que não seriam compatíveis com uma hipótese nula de não-concentração, cujo grande adendo é a tendência dos QLPs de não serem normalmente distribuídos. Buscando lidar com essa inconformidade com a distribuição normal, Tian (2013) estendem o método de forma não-paramétrica procurando valores extremos ao mesmo nível de significância sem depender de suposições quanto à distribuição dos valores observados para os QLPs;

Em outra linha, Beyene e Moineddin (2005b), notando que os QLs são comumente usados apenas como observações únicas, estimam intervalos de confiança para quocientes locacionais usando os métodos delta e de Fieller, concluindo que proporções extremas e amostrar reduzidas diminuem a eficácia de testes de significância para medidas baseados em razões; de forma similar, Crawley, Beynon e Munday (2013) emprega o método delta para estimar a variância associada ao valor do quociente locacional, estimando valores de corte estatisticamente condizentes com sua dispersão.

Já Duranton e Overman (2005), em vez de utilizar unidades administrativas arbitrárias como municípios e estados, testam a significância das localizações setoriais utili-

zando uma medida de distância contínua entre as localidades, concluindo que o grau de dispersão entre setores distintos é alto, de modo que os resultados são sensíveis ao critério escolhido para caracterização de clusters.

2.2.4 Diagnóstico e políticas de desenvolvimento regional

A avaliação de possíveis estratégias e medidas de política pública para um plano de desenvolvimento regional requer o entendimento de como se encontram as atividades produtivas no espaço. Caracterizar aglomerações setoriais pode constituir elemento consideravelmente frutífero a esse processo diagnóstico uma vez que, conforme Patrusheva e Rajhlin (2021), um cluster não é apenas uma concentração de atividades, mas um mecanismo sistêmico de competitividade, em que interações dinâmicas geram vantagens competitivas que dificilmente podem ser reproduzidas por regiões isoladas ou com estruturas institucionais frágeis.

Nessa perspectiva, localizações produtivas podem ser tomadas como instrumentos de desenvolvimento regional, sendo o fomento e a estruturação destas a partir de políticas industriais uma forma de se atuar de forma positiva sobre o espaço analisado, buscando explorar diferenciais de dinamismo ou atenuá-los quando geradores de desigualdade.

As políticas de desenvolvimento regional, portanto, podem articular investimento público, infraestrutura, estímulo à inovação, fortalecimento institucional e aproveitamento das especificidades produtivas locais considerando “cada região ou localidade é diferente pelos seus atributos próprios” (CROCCO et al., 2006).

É nesse contexto que a utilização de indicadores locacionais persistentes frente à aleatoriedade, conforme Crawley, Beynon e Munday (2013), emerge como possibilidade de qualificar o diagnóstico territorial ao distinguir concentrações econômicas substantivas de padrões que possam ser modelados usando distribuições de probabilidade. Tal aprimoramento metodológico, ao reduzir a arbitrariedade na definição de limiares e evitar imputações equivocadas de especialização regional, pode permitir que o desenvolvimento regional seja pautado por indicadores robustos e comparáveis.

Ao delimitar setores e regiões em que há evidências de concentração acima do que seria esperado sob aleatoriedade, tais métricas permitem priorizar esforços públicos em localidades com maior potencial de dinamismo, bem como identificar áreas que requerem estratégias compensatórias. Espera-se, com o presente trabalho, contribuir com a literatura existente e subsidiar o debate público sobre as atividades produtivas no Tocantins e seus potenciais pontos de aglomeração e dinamismo, localizando esses pontos a partir de um indicador locacional padronizado e estatisticamente testado, comparando-o ao procedimento tomado como padrão.

3 METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa de natureza quantitativa e aplicada, baseada em dados secundários de ocupação formal provenientes da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para os municípios tocantinenses no ano de 2023, utilizando os oito setores da classificação do IBGE do Sistema de Contas Nacionais: a) Administração Pública; b) Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca; c) Comércio; d) Construção Civil; d) Extrativa mineral; e) Indústria de transformação; f) Serviços industriais de utilidade pública e g) Serviços.

Para identificação e mensuração de aglomerações setoriais da variável-base emprego, utiliza-se como medida o Quociente Locacional (QL), amplamente utilizado na literatura de economia regional conforme Paiva (2006) e Alves (2012), permitindo comparar, para os oito setores definidos, a participação de cada um dos 139 municípios do Tocantins em relação ao padrão estadual a partir das seguintes definições:

$$QL_{ij} = \frac{x_{ij} / \sum_{i=1}^I x_{ij}}{\left(\sum_{j=1}^J x_{ij} \right) / \left(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} \right)} \quad (2)$$

em que:

- x_{ij} é o emprego do setor i no município j ;
- $\sum_{i=1}^I x_{ij}$ é o total de empregos do município j ;
- $\sum_{j=1}^J x_{ij}$ é o total de empregos do Tocantins no setor i ;
- $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}$ é o total de empregos no Tocantins, somando todos os setores em todos os municípios.

Diante das dificuldades hermenêuticas já apresentadas em se utilizar o QL para mensurar aglomerações industriais, O'Donoghue e Gleave (2004) propõe o QL padronizado e sua transformação logaritmica, obtido a partir do *z-score* do QL para cada setor, subtraindo-se a média e dividindo pelo desvio-padrão:

$$QLP_{ij} = \frac{LQ_{ij} - \mu_{LQ}}{\sigma_{LQ}} \quad (3)$$

em que μ e σ são média e desvio padrão calculados entre municípios do mesmo setor.

A partir da construção desse indicador, é possível construir um teste de significância que permita determinar um limiar estatisticamente determinado para cada setor, uma vez que os QLs de diferentes setores podem ter distribuições com parâmetros de diferentes valores; tampouco se garante sigam uma mesma distribuição (TIAN, 2013).

Por conseguinte, baseando-se nos trabalhos de O'Donoghue e Gleave (2004), Tian (2013) e Pominova, Gabe e Crawley (2022) na perspectiva de QLs estatisticamente significantes, empregou-se um método de Monte Carlo paramétrico para testar a persistência do Quociente Locacional Padronizado frente à aleatoriedade, construindo uma distribuição nula por simulação.

A estatística de teste, o Quociente Locacional Padronizado, será denotada genericamente por

$$T_{ij} = \{QLP_{ij}\}.$$

3.1 Formulação do Teste de Hipóteses

Com o objetivo de determinar se o município j apresenta um grau de concentração no setor i que não pode ser explicado por seu porte, compara-se o valor observado T_{ij}^{obs} ao valor obtido numa distribuição nula construída a partir de uma simulação Monte Carlo.

3.1.1 Hipótese nula

São tomados como fixos:

- $\sum_{j=1}^J x_{ij}$, que representa o total de empregos do setor i ;
- $\sum_{i=1}^I x_{ij}$, que representa o total de empregos no município j ;
- $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}$, que representa o total de empregos no Tocantins;

Para modelar a hipótese de que o emprego de um setor se distribui nos municípios conforme seu tamanho, assume-se que o emprego total observado em um setor qualquer i , representado por n_i , é distribuído aleatoriamente entre os municípios proporcionalmente à sua importância dentro do estado, calculada a partir da razão entre o seu total de empregos e o total de empregos do Tocantins:

$$p_j = \frac{\sum_{i=1}^I x_{ij}}{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}}, \quad \sum_{j=1}^J p_j = 1.$$

Sendo p_j o percentual do emprego total do município em relação ao Tocantins.

Sob essa premissa, estipula-se, para cada setor i :

$$H_0 : (X_{i1}, \dots, X_{iJ}) \sim \text{Multinomial}(n_i; p_1, \dots, p_J). \quad (4)$$

Isto é, sob a hipótese nula, os n_i empregos do setor são lançados aleatoriamente entre os $j = 1, 2, 3, \dots, J$ municípios tendo como parâmetros de probabilidade o seu tamanho dentro do estado. Se um município representa 10% do emprego total do Estado, a

probabilidade, a cada lançamento de um dos n_i empregos do setor, será de 10% de receber esse emprego.

Uma vez fixos três dos quatro termos que fazem parte da estatística sendo testada, a hipótese nula induz uma distribuição teórica da estatística T_{ij}

$$T_{ij} \sim F_{ij}^0 \quad (5)$$

em que F_{ij}^0 é a função de distribuição acumulada de T_{ij} sob H_0 , representando a forma como o QLP_{ij} se distribuiria se o emprego x_{ij} dos municípios se distribuisse conforme o seu tamanho na região.

3.1.2 Hipótese alternativa

Como um teste unicaudal objetivando identificar concentrações setoriais estatisticamente altas, a hipótese nula será rejeitada, dado o nível de significância, se:

$$H_1 : T_{ij}^{obs} > F_{0,ij}^{-1}(1 - \alpha), \quad (6)$$

3.2 Simulação Monte Carlo da Distribuição Nula

Como F_{ij}^0 não é conhecida analiticamente, utiliza-se a simulação de Monte Carlo paramétrica para aproxima-la, seguindo as diretrizes de Davison e Hinkley (1997).

Visando aproximar a distribuição teórica do indicador sob a hipótese nula, o procedimento de geração dos QLPs será repetido para $N = 99.999$ vezes; isto é, para cada setor i , serão realizados 99.999 experimentos, em que cada experimento consiste na redistribuição de n_i empregos entre os municípios utilizando como parâmetros o seu porte na região. Então, para cada setor i , em cada município j tem-se um indicador T_{ij}^b calculado a partir dos empregos redistribuídos:

$$T_{ij}^{(b)} = T(X_{i1}^{(b)}, \dots, X_{iJ}^{(b)}),$$

Repetindo o cálculo acima para N vezes, computa-se o número de vezes em que a estatística simulada do indicador, dada por $T_{ij}^{(b)}$, foi ao menos tão extrema quanto o valor observado:

$$k_{ij} = \sum_{b=1}^B \mathbf{1}\left(T_{ij}^{(b)} \geq T_{ij}^{obs}\right). \quad (7)$$

3.3 Regra de Decisão

O p-valor de Monte Carlo é, por fim, estimado conforme o procedimento de Monte Carlo de Davison e Hinkley (1997, p. 141):

$$\hat{p}_{ij} = \frac{k_{ij} + 1}{N + 1}. \quad (8)$$

Sendo k_{ij} a contagem de vezes em que o indicador simulado sob a hipótese nula excedeu o observado e N o número de vezes em que o experimento de reamostragem foi realizado na simulação.

A hipótese nula será, então, rejeitada quando $\hat{p}_{ij} < \alpha$. Nesse caso, conclui-se que o município j apresenta localização estatisticamente significativa no setor i , dado que seu indicador T_{ij} é demasiado elevado para ser explicado pelo modelo nulo de concentração aleatória em conformidade com o tamanho do município.

Adotando o nível de significância de 5%, o valor de corte do QLP para cada setor é definido pelo menor QLP estatisticamente significante obtido no setor, o que possibilita a obtenção de diferentes limiares que levem em consideração a heterogeneidade da distribuição do QL entre os setores e discutir a localização em termos de desvios-padrão acima da média do setor. O limiar obtido será, então, comparado e discutido frente ao critério adotado por Sousa et al. (2017), Lima, Neto e Alves (2018), Alves (2012) e Monasterio e Cavalcante (2011), que aponta o QL superior ou igual a 1 como indicador de localização produtiva relativa ao padrão da região.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para dimensionar a dispersão do QL e do QLP para cada setor e investigar sua distribuição, foram calculadas as estatísticas de mínimo, máximo, média e mediana para ambos os indicadores. Em sequência, seguindo o procedimento de Tian (2013), foram realizados testes de normalidade para o QLP e para sua transformação logarítmica. Uma vez rejeitada, em ampla medida, a hipótese de normalidade da distribuição do indicador em ambas as formas, foi implementada a simulação de Monte Carlo a partir da qual foram gerados os limiares mínimos de caracterização de concentração setorial, exibidos comparativamente ao critério tomado como tradicional.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas do Quociente Locacional dos municípios tocantinenses por setor em 2023

Setor	Mínimo	Mediana	Média	Máximo
Administração Pública	0.00	1.12	1.23	2.89
Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca	0.03	2.57	3.00	8.46
Comércio	0.05	0.47	0.65	2.39
Construção Civil	0.00	0.11	0.55	8.94
Extrativa mineral	0.00	0.00	2.41	68.08
Indústria de transformação	0.00	0.20	0.67	7.56
Serviços industriais de utilidade pública	0.00	0.74	1.00	7.53
Serviços	0.02	0.53	0.60	1.72

Fonte: RAIS. Elaborado pelo autor.

Conforme a Tabela 1, o maior QL médio, no valor de aproximadamente 3, é encontrado no setor agropecuário, cuja mediana também é a mais alta observada no conjunto. Dada a posição da média e da mediana, a utilização de um QL maior ou igual a 1 caracterizaria a maioria dos municípios tocantinenses como aglomerações setoriais, ocorrendo o mesmo para o setor de administração pública. Por outro lado, setores como comércio, construção civil e serviços se concentram em médias e medianas consideravelmente abaixo de 1 apesar da observação de um QL máximo de 8,94 no setor de construção civil.

O setor da indústria extrativa mineral possui, ao mesmo tempo uma mediana do QL no valor de zero e também o maior QL observado em todo o conjunto, sugerindo uma maioria de municípios com concentração especialmente baixa, cuja média é a segunda maior observada no conjunto pela presença de um baixo número de municípios altamente concentrados nessa atividade. Com uma ampla dispersão das médias, medianas e dos máximos, o padrão da região quanto ao quociente locacional é, então, consideravelmente heterogêneo, de forma que a escolha de diferentes limiares de QL afetaria consideravelmente os resultados obtidos na análise.

Padronizando o indicador para cada setor, torna-se possível identificar as distribuições em termos de desvios em relação à média, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Estatísticas descritivas do Quociente Locacional Padronizado dos municípios tocantinenses por setor em 2023

Setor	Mínimo	Mediana	Média	Máximo
Administração Pública	-1.74	-0.16	0.00	2.34
Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca	-1.57	-0.22	0.00	2.89
Comércio	-1.22	-0.38	0.00	3.52
Construção Civil	-0.48	-0.39	0.00	7.33
Extrativa mineral	-0.28	-0.28	0.00	7.55
Indústria de transformação	-0.55	-0.39	0.00	5.71
Serviços industriais de utilidade pública	-0.86	-0.22	0.00	5.62
Serviços	-1.42	-0.17	0.00	2.76

Fonte: RAIS. Elaborado pelo autor.

A padronização do indicador encurtou substancialmente a distância entre a média e mediana em cada setor, também permitindo visualizar a posição dos máximos e mínimos quanto à média da distribuição. O QLP máximo dos setores da agropecuária e da administração pública se verificou substancialmente menor que o observado em setores da construção civil, do extrativismo mineral e da indústria de transformação, sendo um possível indicativo de que o alto número de municípios tidos como concentrados nesses dois primeiros setores se dê, ao menos em parte, pela presença de municípios de baixo porte que exibem QLs ligeiramente acima de um ou acima da média.

Ao mesmo tempo, a presença de QLPs máximos entre 5 e 7 desvios-padrão acima da média sugere que há municípios distoantes em relação ao padrão da região para o setor mesmo que o padrão do setor seja baixo em relação a um dos limiares tradicionalmente utilizados, o que indica que o uso de um mesmo limiar a despeito da forma como os quocientes locacionais se distribuem setorialmente pode levar a resultados que ignorem aglomerações industriais que não possam ser explicadas aleatoriamente pelo porte do município.

Para avaliar a possibilidade de testar a significância do indicador como forma de verificar sua persistência frente à aleatoriedade, O'Donoghue e Gleave (2004) utilizam o QLP padronizado e selecionam os QLPs que, ao nível de significância de 5%, não são compatíveis com uma distribuição normal-padrão de média zero. Esse procedimento, no entanto, exige antes testar a hipótese de normalidade da distribuição dos QLPs. A partir do procedimento de Tian (2013), foram realizados dois testes, de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk, para normalidade do QLP e também sua transformação logaritmica, cujos resultados são exibidos nas Tabelas 3 e 4:

Tabela 3 – Teste de Kolmogorov-Smirnov para Normalidade dos QLs Padronizados

Setor	QLP		LQLP	
	Statistic	p-value	Statistic	p-value
Administração Pública	0.11	0.09	0.15	0.00
Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca	0.11	0.07	0.14	0.01
Comércio	0.15	0.00	0.07	0.51
Construção Civil	0.31	0.00	0.26	0.00
Extrativa mineral	0.39	0.00	0.44	0.00
Indústria de transformação	0.29	0.00	0.22	0.00
Serviços industriais de utilidade pública	0.20	0.00	0.34	0.00
Serviços	0.08	0.30	0.12	0.03

Fonte: RAIS. Elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Teste de Shapiro-Wilk para Normalidade dos QLs Padronizados

Setor	QLP		LQLP	
	Statistic	p-value	Statistic	p-value
Administração Pública	0.94	0.00	0.62	0.00
Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca	0.95	0.00	0.90	0.00
Comércio	0.87	0.00	0.98	0.11
Construção Civil	0.52	0.00	0.79	0.00
Extrativa mineral	0.31	0.00	0.63	0.00
Indústria de transformação	0.59	0.00	0.80	0.00
Serviços industriais de utilidade pública	0.75	0.00	0.68	0.00
Serviços	0.95	0.00	0.92	0.00

Fonte: RAIS. Elaborado pelo autor.

Os resultados dos testes apontam forte rejeição à hipótese nula de que o indicador se distribui normalmente ao nível de significância de 5%. No caso do teste de Kolmogorov-Smirnov, apenas três setores indicaram a possibilidade de se conformar a uma distribuição normal. Para o logaritmo dessa estatística referido por "LQLP", apenas o setor de Comércio apresentou indícios de normalidade. Já o teste de Shapiro-Wilk rejeita a hipótese nula de normalidade para todos os setores no caso do QLP e para quase todos no caso do logaritmo do QLP.

Na impossibilidade de testar, confiavelmente, a significância do indicador baseando-se na suposição de normalidade da distribuição e como extensão dos métodos de O'Donoghue e Gleave (2004) e de Tian (2013) para o caso de não-normalidade, foi implementado o método de simulação de Monte Carlo anteriormente descrito, cujos resultados se veem sumarizados abaixo:

Tabela 5 – Municípios com localização setorial em 2023 - QL superior ou igual 1

Setor	Limiar	Municípios	Fração do Emprego
Administração Pública	1	77	77,78%
Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca	1	116	88,26%
Comércio	1	28	56,30%
Construção Civil	1	23	52,60%
Extrativa mineral	1	27	86,89%
Indústria de transformação	1	28	72,59%
Serviços ind. de utilidade pública	1	52	80,28%
Serviços	1	23	77,26%

Fonte: RAIS. Elaborado pelo autor.

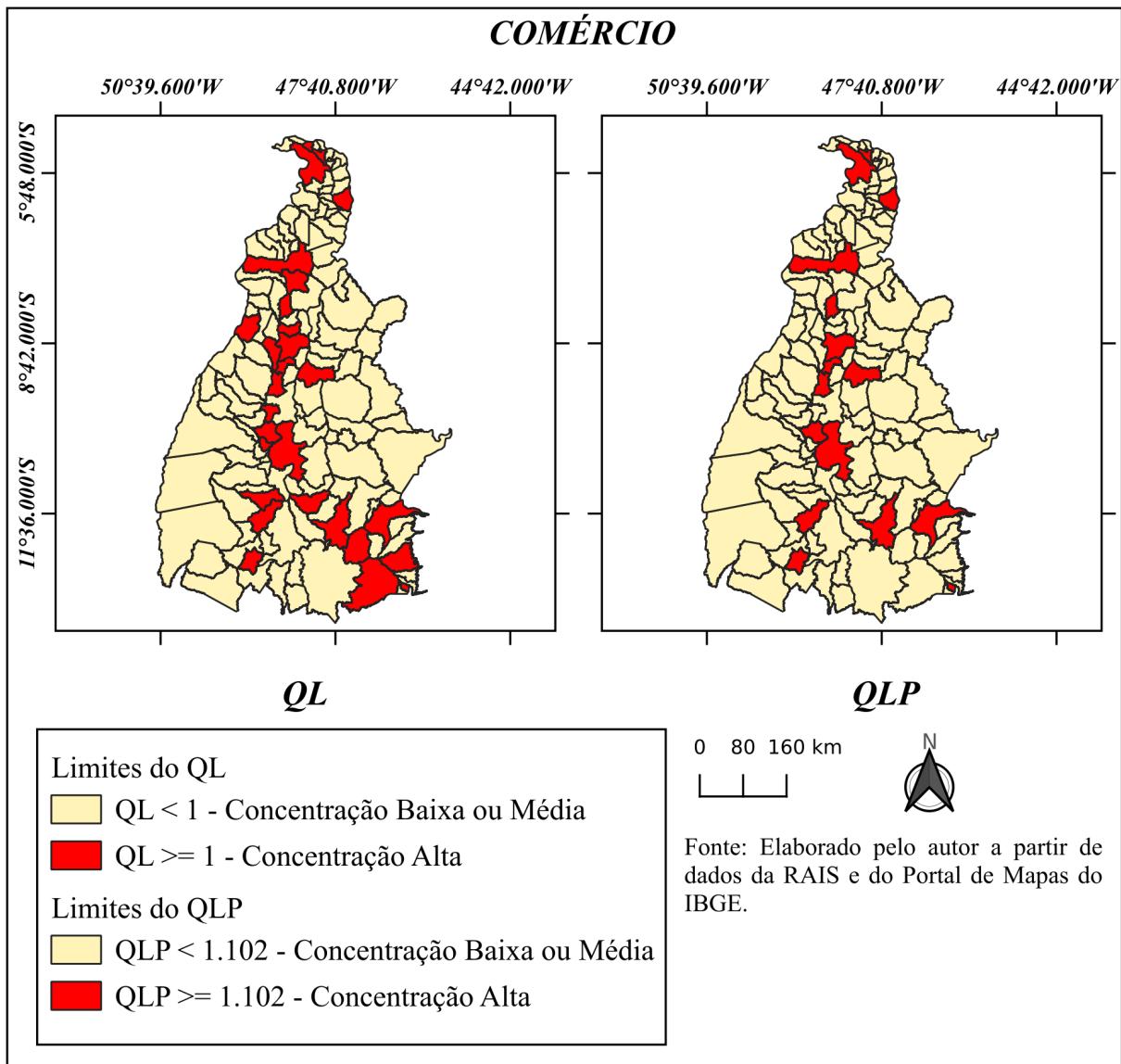
Tabela 6 – Municípios com localização setorial em 2023 - QLP mínimo estatisticamente significante

Setor	Limiar	Municípios	Fração do Emprego
Administração Pública	1,51	6	2,80%
Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca	0,76	16	32,18%
Comércio	1,10	16	53,55%
Construção Civil	0,27	15	92,13%
Extrativa mineral	1,75	7	64,72%
Indústria de transformação	0,67	14	67,41%
Serviços ind. de utilidade pública	1,42	8	13,35%
Serviços	0,66	18	85,64%

Fonte: RAIS. Elaborado pelo autor.

As Tabelas 5 e 6 são ilustrativas da diferença provocada pela escolha do limiar utilizado para se caracterizar uma aglomeração industrial. Ao se definir o limiar de forma axiomática para cada setor a partir de um teste de significância, a contagem de municípios que apresentam localização produtiva se reduziu sensivelmente. Como medida auxiliar, a coluna de fração do emprego mostra o percentual que os municípios aglomerados representam no emprego total do setor, permitindo visualizar a concentração total de empregos que não pode ser explicada aleatoriamente ou pelo baixo porte de municípios.

Figura 1 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Comércio no Tocantins em 2023

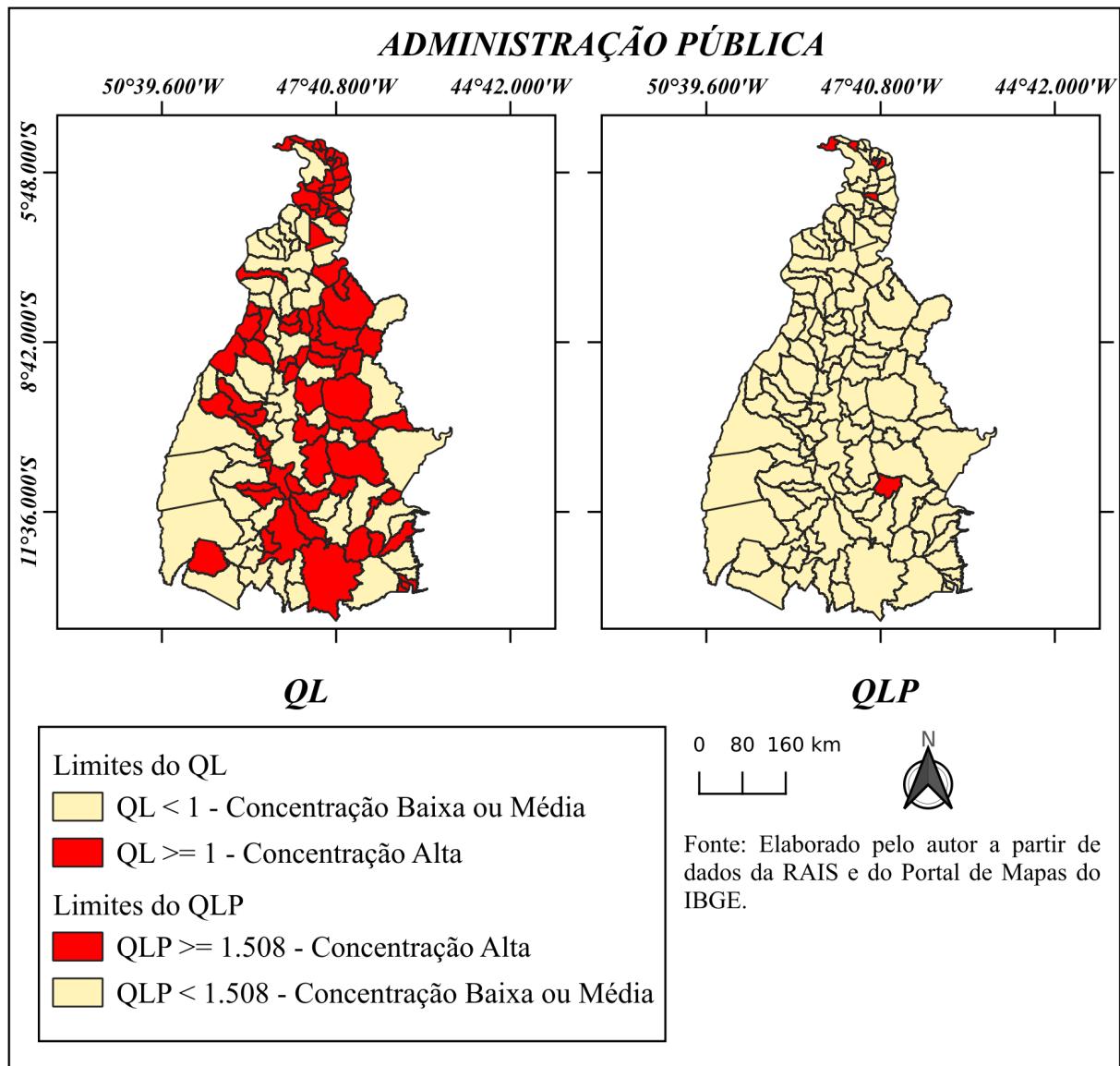


Na Figura 1, utilizando o QL como critério de classificação, foram encontrados 28 municípios que apresentam localização produtiva igual ou superior ao limiar estabelecido no setor de Comércio, concentrando 56,30% da mão de obra total do setor nessas localidades. Uma vez submetidos ao teste de Monte Carlo, restaram apenas dezesseis municípios cujo QLP não pôde ser atribuído a uma aglomeração aleatória associada ao tamanho do município: Alvorada, Araguatins, Araguaína, Augustinópolis, Colinas do Tocantins, Combinado, Dianópolis, Guaraí, Gurupi, Miranorte, Natividade, Paraíso do Tocantins, Pedro Afonso, Porto Nacional, Tabocão e Tocantinópolis.

A exclusão de doze municípios resultou em uma redução de apenas 2,75 pontos percentuais na fração do emprego total do setor representada pelos municípios tidos como concentrados, de tal forma que a esmagadora maior parte da concentração da mão de

obra no Tocantins nesse setor não pode ser atribuída à aleatoriedade.

Figura 2 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Administração Pública no Tocantins em 2023

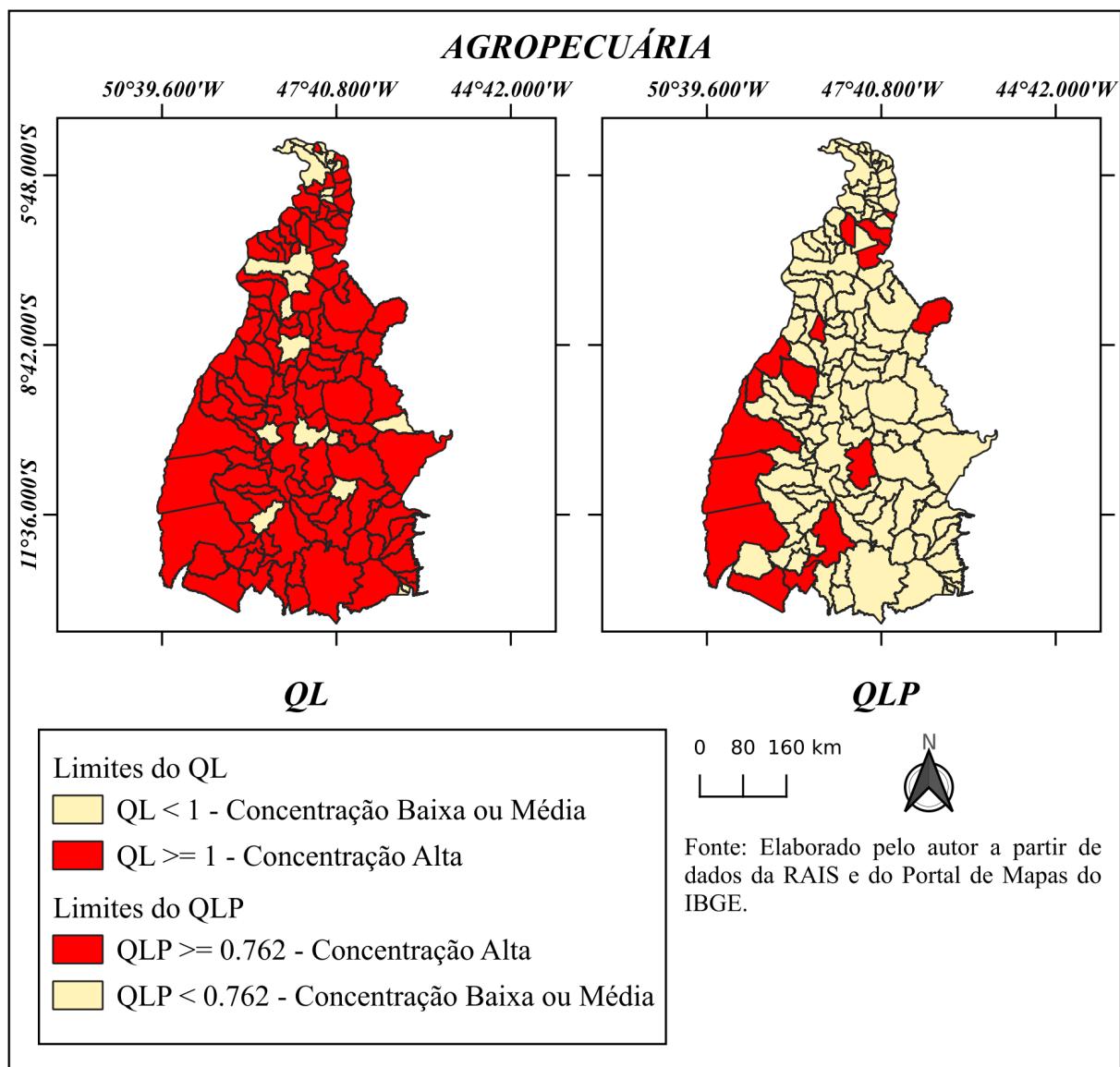


Na Figura 2, o critério tradicional de uso do QL leva à identificação de 77 municípios com localização produtiva nesse setor, respondendo estes por 77,78% da alocação da mão de obra do setor no Tocantins. Realizado o teste de significância, foram encontrados apenas seis municípios cuja localização produtiva não possa ser explicada por seu porte, representando apenas 2,8% do emprego formal da Administração Pública: Axixá do Tocantins, Buriti do Tocantins, Esperantina, Luzinópolis, Pindorama do Tocantins e Sítio Novo do Tocantins.

O menor QLP estatisticamente significativo foi de 1,508 desvios-padrão acima da média, sendo esse critério mais exigente do que no setor de Comércio uma vez que leva em consideração o padrão da distribuição desse indicador no setor, que é mais alto do que no

primeiro caso. É igualmente importante ressaltar que, especialmente no caso desse setor, existe um forte elemento exógeno e não-mercadológico para a alocação da mão de obra, o que pode explicar consideráveis contratações a despeito do porte do município.

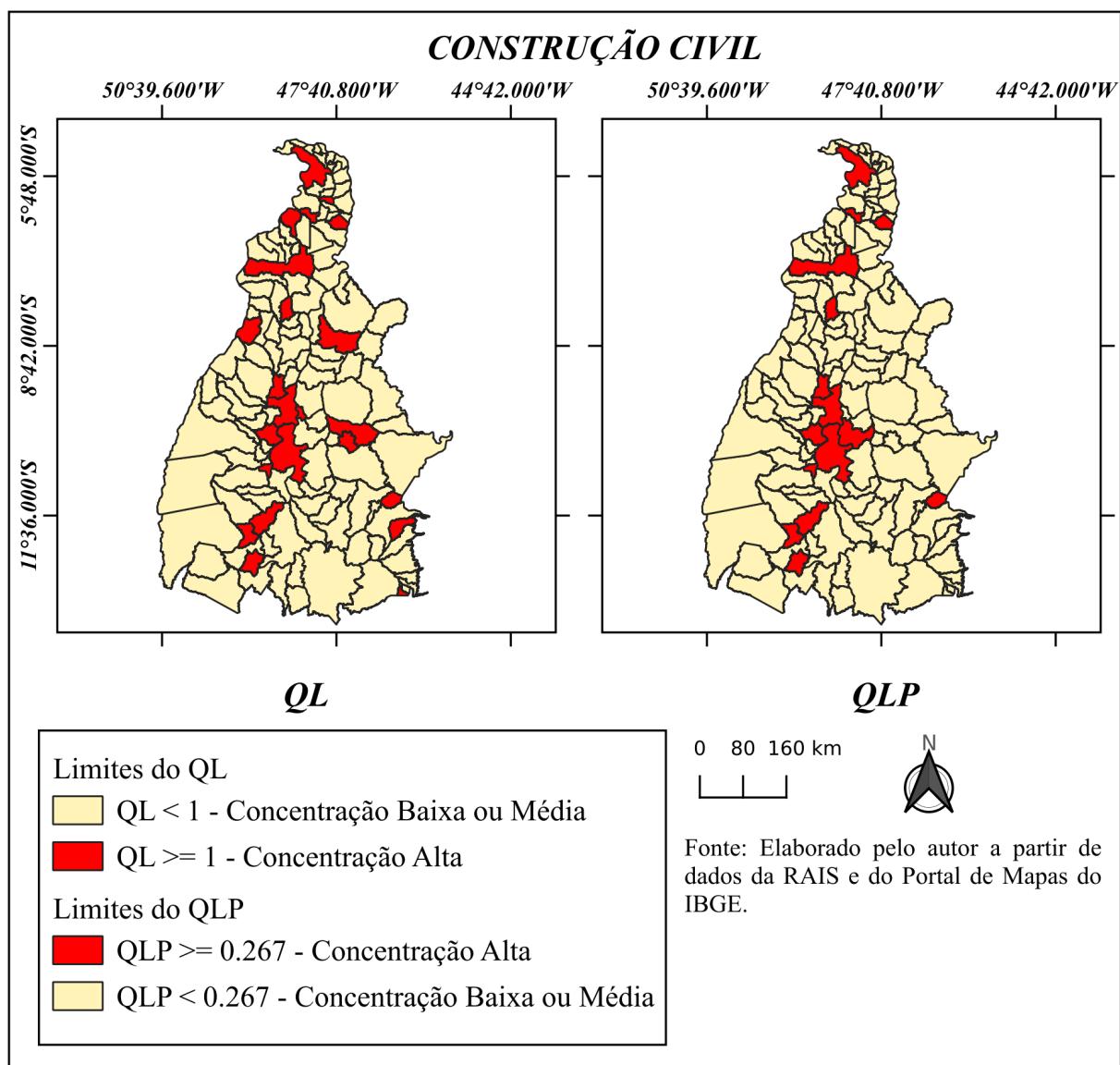
Figura 3 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca no Tocantins em 2023



Exposto na Figura 3, o setor de Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca, figura como o setor de maior concentração no estado, com 116 dos municípios tocantinenses apresentando um quociente locacional maior ou igual a 1, representando 88,26% do emprego total do setor. A obtenção de um QLP mínimo de 0,762 desvios-padrão acima da média da região resultou em dezesseis municípios: Aguiarnópolis, Araguacema, Araguaçu, Babaçulândia, Campos Lindos, Caseara, Darcinópolis, Dois Irmãos do Tocantins, Formoso do Araguaia, Itaporã do Tocantins, Lagoa da Confusão, Monte do Carmo, Peixe, Piraquê, Pium e Talismã.

Esses municípios representam, por si só, aproximadamente um terço da mão de obra empregada nesse no setor no estado, formando, principalmente na porção oeste, um núcleo-duro da agropecuária tocantinense que não pode ser explicado pelo porte de seus componentes. A redução da fração representada pelos municípios concentrados, caindo de 88,26% para 32,18%, não descharacteriza a ampla importância desse setor na região, apenas aponta que, em grande medida, o padrão da região é representado por um grande número de municípios de pequeno porte com baixo desvio em relação à média do setor de tal forma que, quando testados, podem ter suas localizações explicadas por seu tamanho no setor.

Figura 4 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Construção Civil no Tocantins em 2023



Já na Figura 4, observa-se um padrão visualmente semelhante entre os dois indicadores, com a eliminação de oito municípios a partir do teste: Couto Magalhães, Itacajá, Lagoa do Tocantins, Lajeado, Luzinópolis, Novo Acordo, Novo Alegre, Novo Jardim e Xambioá.

Apesar da redução no número de municípios, a fração do emprego explicada pelos municípios restantes, tidos como concentrados, aumentou de 52,60% para 92,13%. Isso se deve à aceitação de que o município de Palmas possui uma aglomeração setorial que não pode ser explicada pela aleatoriedade.

Com um QL de 0,85, esse município não seria caracterizado, no método tradicional, como um município de alta concentração no setor, o que deixaria fora do olhar um município que representa um grande percentual do setor de Construção Civil no Tocantins. Assim, ao adotar o critério menos exigente de 0,267 desvios-padrão acima do QL médio, condizente com o padrão mais baixo desse setor, foram identificadas aglomerações setoriais que representam a esmagadora maior parte do setor no Tocantins e que persistiram à modelagem.

Na Figura 5, por sua vez, constam os resultados para o setor da indústria de extrativismo mineral. Os 27 municípios caracterizados como concentração alta no mapa à esquerda representaram 86,89% do emprego do setor no estado. Destes, a partir de um QLP obtido como 1,746 desvios-padrão acima da média, sete municípios apresentaram persistência: Almas, Bandeirantes do Tocantins, Chapada da Natividade, Natividade, Pugmil, Taguatinga e Xambioá, destacados no mapa à direita.

Esse conjunto de municípios, representado em grande medida por um núcleo-duro formado na porção sudeste do estado, responde por 64,72% do emprego total do setor. O critério mais exigente em termos de desvios-padrão acima da média encurtou consideravelmente o conjunto de municípios identificados como aglomerações industriais; por outro lado, permitiu caracterizar aglomerações estatisticamente persistentes que respondem pela maior parte do setor no Tocantins, de forma que apenas cerca de 22% da massa de empregos pôde ser modelada pela aleatoriedade.

Para a indústria de transformação, cujos resultados estão expostos na Figura 6, observaram-se 28 localizações industriais conforme o critério padrão, representando 72,59% do setor no estado: Alvorada, Aparecida do Rio Negro, Araguaína, Arraias, Augustinópolis, Bernardo Sayão, Bom Jesus do Tocantins, Buriti do Tocantins, Cariri do Tocantins, Carmolândia, Colinas do Tocantins, Combinado, Cristalândia, Dueré, Goianorte, Guaraí, Gurupi, Miranorte, Nova Olinda, Paraíso do Tocantins, Pedro Afonso, Colméia, Porto Nacional, São Sebastião do Tocantins, Silvanópolis, Tocantinópolis, Wanderlândia e Xambioá.

A partir de um QLP obtido em 0,666 desvios-padrão acima da média da região, restaram 14 municípios: Alvorada, Araguaína, Augustinópolis, Cariri do Tocantins, Colinas do Tocantins, Gurupi, Nova Olinda, Paraíso do Tocantins, Pedro Afonso, Porto Nacional,

São Sebastião do Tocantins, Tocantinópolis, Wanderlândia e Xambioá. Apesar do corte pela metade no número de concentrações apontadas, a fração do emprego representada pelos municípios estatisticamente persistentes é de 67,41%, indicando que os municípios eliminados no teste eram pouco representativos para essa indústria na região e estavam apenas ligeiramente acima do padrão.

Figura 5 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Extrativismo mineral no Tocantins em 2023

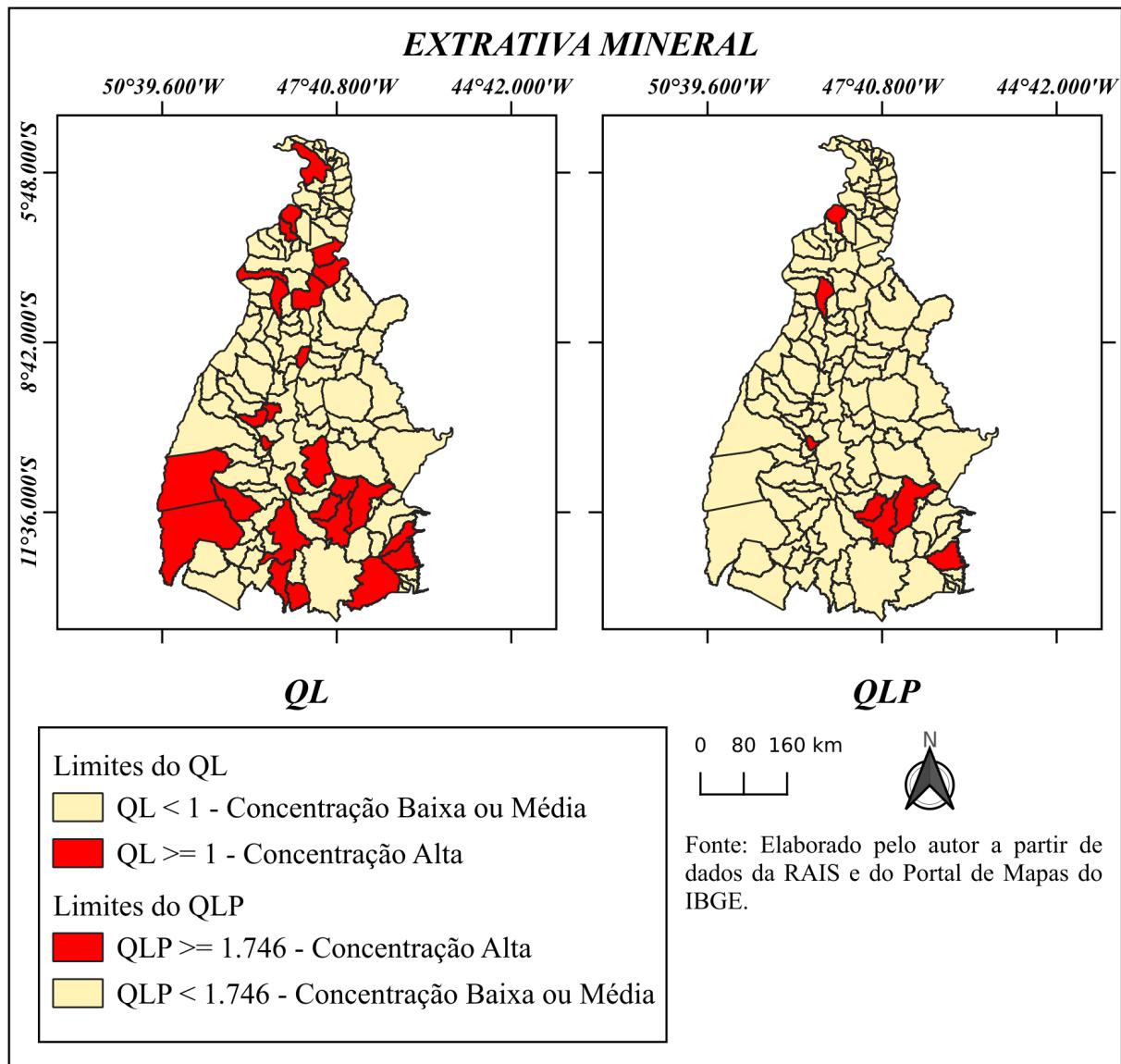
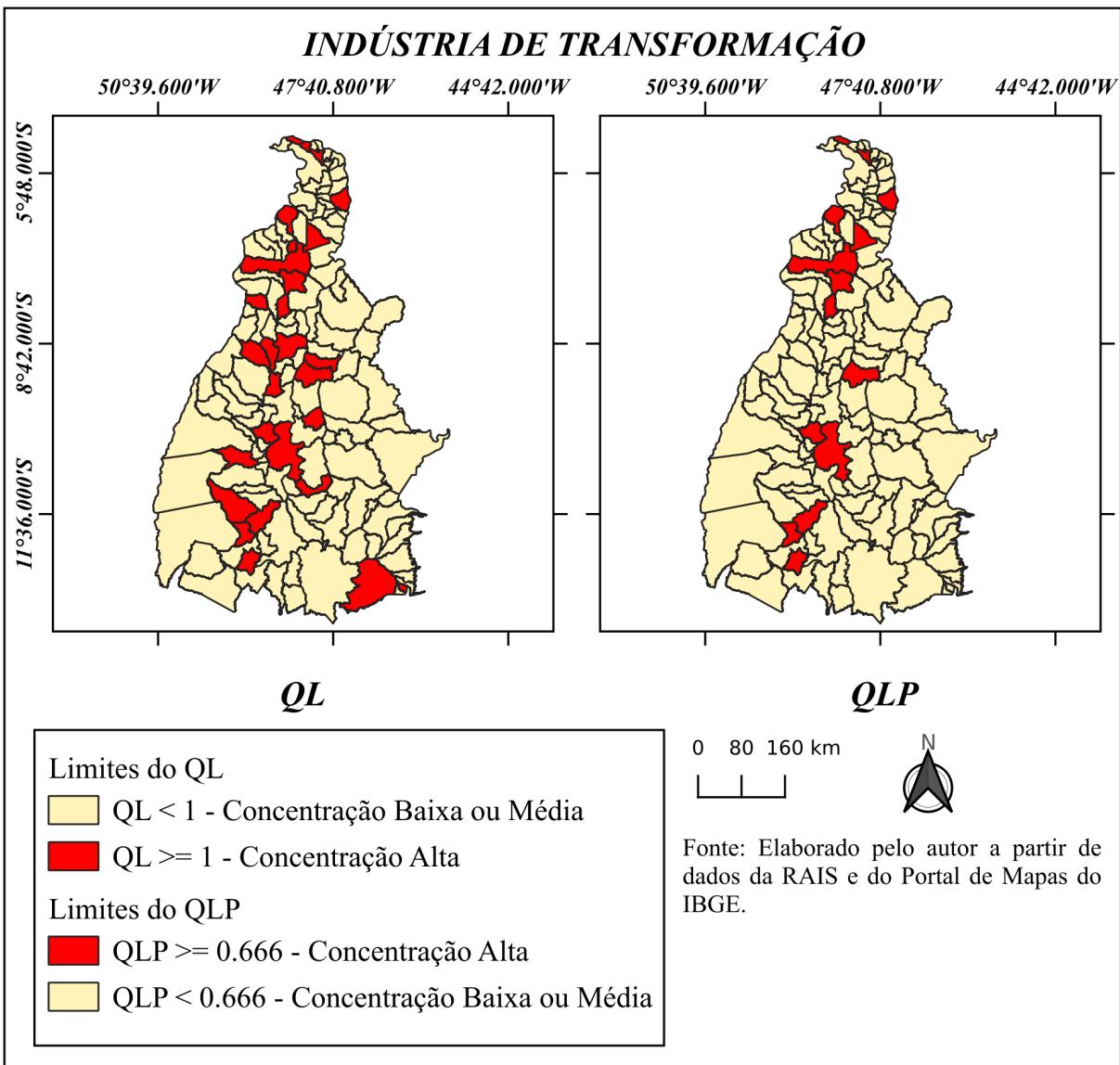


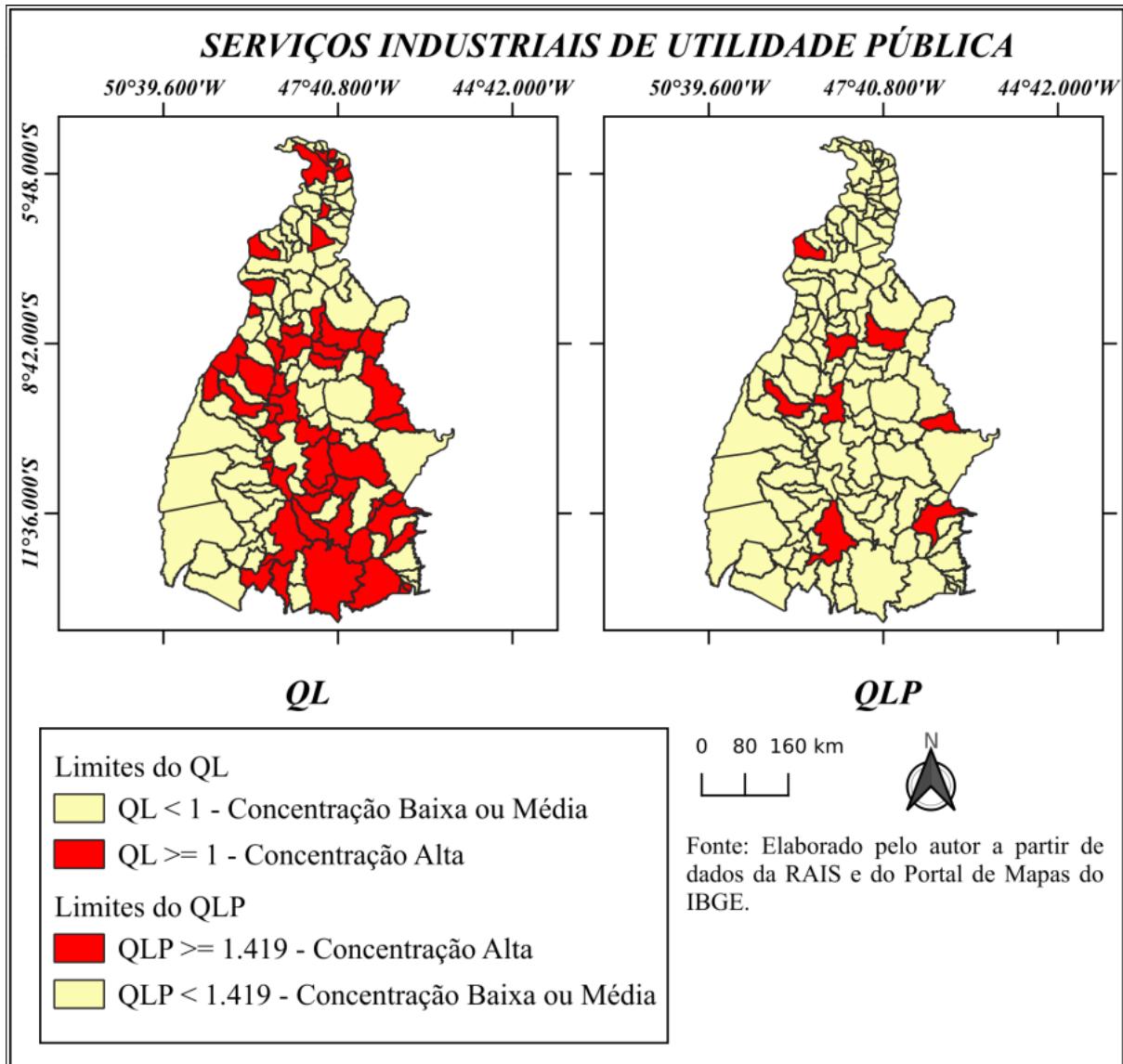
Figura 6 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado da Indústria de transformação no Tocantins em 2023



Na Figura 7, são lidos os resultados para os serviços industriais de utilidade pública. Um QL superior ou igual a 1 identifica 52 aglomerações industriais no estado, estas respondendo por 80,28% do emprego total do setor. Utilizando o limiar de 1,419 para o QLP, apenas oito municípios persistiram no modelo: Dianópolis, Divinópolis do Tocantins, Guaraí, Itacajá, Miracema do Tocantins, Peixe, Santa Fé do Araguaia e São Félix do Tocantins, representando agora apenas 13,35% do total no estado.

Similarmente ao setor de administração pública, existem fatores exógenos que regem a alocação de emprego nesses municípios, o que exige cautela na interpretação dos quocientes obtidos a partir da modelagem.

Figura 7 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Serviços Industriais de Utilidade Pública no Tocantins em 2023

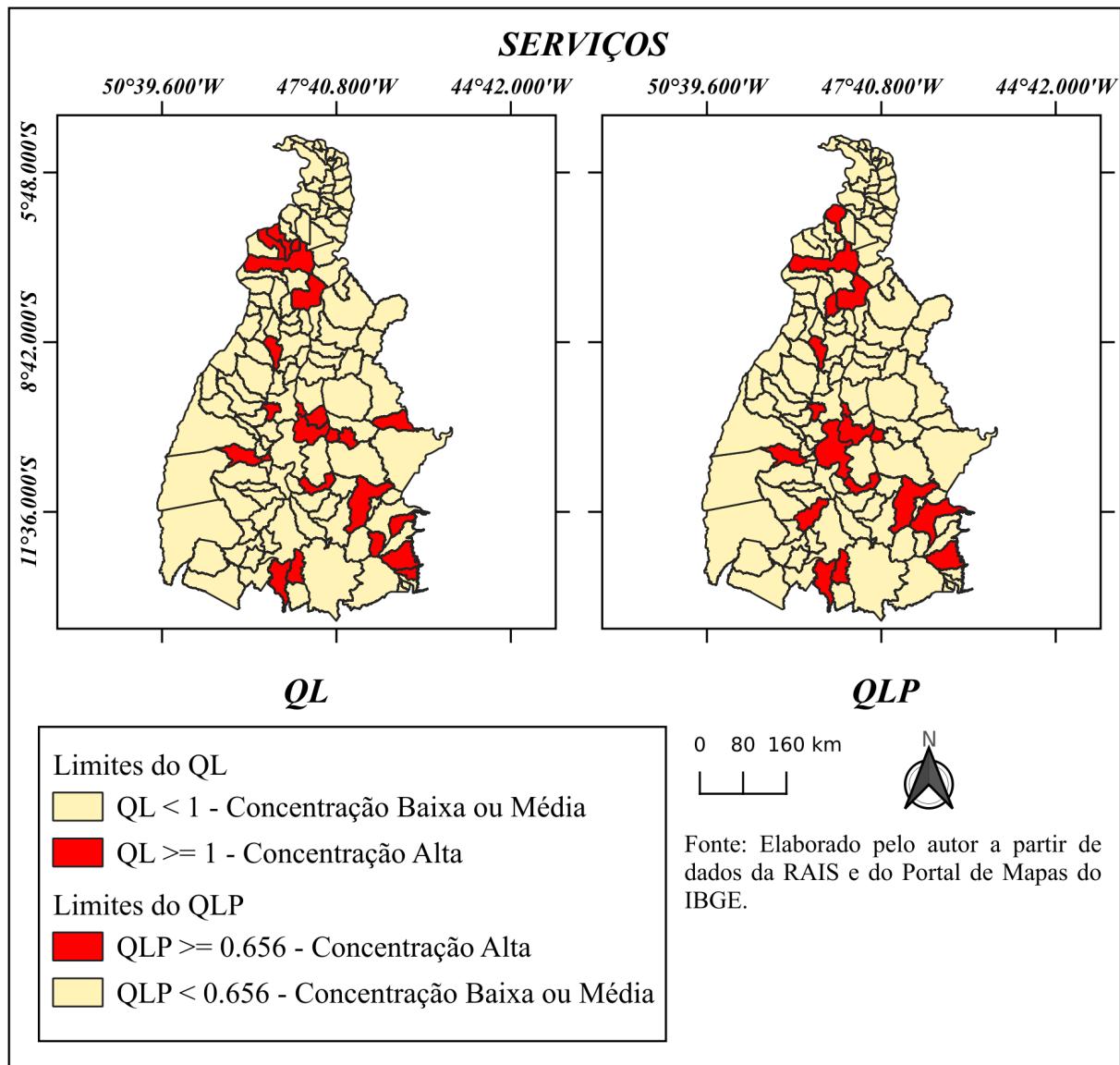


Por fim, são apresentados na Figura 8 os indicadores para o setor de serviços. No mapa à esquerda, observam-se 23 aglomerações setoriais, a saber: Almas, Aparecida do Rio Negro, Aragominas, Araguaína, Aurora do Tocantins, Barrolândia, Carmolândia, Cristalândia, Jaú do Tocantins, Lagoa do Tocantins, Lajeado, Muricilândia, Novo Jardim, Oliveira de Fátima, Palmeirante, Colméia, Santa Tereza do Tocantins, São Félix do Tocantins, São Salvador do Tocantins, Silvanópolis, Taguatinga, Taipas do Tocantins e Palmas, representando 77,26% do emprego total do setor.

A partir de um QLP de 1,419, são encontradas 18 aglomerações setoriais; destas, cinco não estavam presentes pelo critério anterior: Colinas do Tocantins, Dianópolis Guaporé, Porto Nacional e Xambioá; municípios que possuem QLs num intervalo entre 0,87 e 0,95 e que, portanto, não eram destacadas como concentrações altas. Com o novo cri-

tério, obteve-se, então, um número mais reduzido de municípios, porém persistentes à aleatoriedade e que respondem por 85,64% do total do setor.

Figura 8 – Quociente Locacional e Quociente Locacional Padronizado do setor de Serviços no Tocantins em 2023



De forma geral, os resultados apontam que a economia tocantinense apresenta padrões de localização bastante distintos entre seus setores, sendo esses padrões substancialmente sensíveis ao critério de detecção utilizado para se caracterizar uma concentração alta. Assim, a aplicação conjunta e comparativa dos indicadores, com diferentes limitares ajustados à variabilidade de cada setor, tornou possível identificar núcleos produtivos persistentes e evitar caracterizações sujeitas a uma alta variabilidade pelo tamanho dos municípios.

Cabe ressaltar, entretanto, que a abordagem adotada não se coloca como substituta do método tomado como tradicional, mas sim como uma complementação a partir

de um exercício de teste contrafactual, buscando apenas elucidar o impacto e a sensibilidade dos resultados ao critério adotado, apontando possíveis localidades persistentes que concentrem substancial parcela da economia do setor. Enquanto forma de subsidiar o diagnóstico da economia tocantinense, tais observações têm implicações diretas para o planejamento territorial e a formulação de políticas de desenvolvimento regional no âmbito do estado.

5 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste estudo foi identificar e mensurar aglomerações setoriais de emprego formal dos municípios tocantinenses para o ano de 2023, empregando o Quociente Locacional Padronizado (QLP) e um procedimento estatístico baseado em simulação Monte Carlo, buscando distinguir concentrações produtivas persistentes daquelas explicadas por efeitos aleatórios ou pelo porte reduzido dos municípios.

A partir da análise comparativa entre QL e QLP, observa-se que a estrutura produtiva tocantinense apresentou no ano de 2023 uma forte heterogeneidade setorial e locacional que justificou a preocupação inicial quanto à variabilidade do indicador. A agropecuária e a administração pública exibiram médias e medianas de QL acima de 1, sugerindo ampla difusão dessas atividades; setores como comércio, serviços e, sobretudo, indústria de transformação e extrativa mineral apresentam padrões mais concentrados, com poucos municípios assumindo valores altos de QL e QLP.

Os mapas setoriais comparativos tornaram visíveis certos clusters persistentes à aleatoriedade. Notou-se um núcleo agropecuário ao oeste e sul do estado, corredores de comércio e serviços em torno de Araguaína, Gurupi, Palmas, Paraíso do Tocantins e Porto Nacional; e aglomerações pontuais em construção civil, indústria de transformação e extrativa mineral, muitas delas ancoradas em poucos municípios que, apesar de pouco numerosos, concentram parcela expressiva do emprego do setor. O QLP com limiares estatisticamente determinados se mostrou, assim, uma ferramenta útil para revelar especializações locacionais relativas, permitindo comparações entre setores e sua exigência para caracterização de localização econômica e destacando municípios estatisticamente distantes da média regional.

Ademais, os resultados reforçaram e permitiram visualizar o efeito das limitações interpretativas do QL tradicional. O uso de um limiar único para todos os setores implicou classificar como aglomeração um número muito elevado de municípios em setores como agropecuária e administração pública mesmo que na maior parte dos casos os valores obtidos pudessem ser modelados em função do baixo porte do município. Ao mesmo tempo, esse mesmo limiar subestimou setores cujo padrão médio é baixo, como construção civil e serviços, deixando de destacar municípios que, embora possuam QL inferior a 1, aglomeram fração significativa do emprego da região e persistem frente à aleatoriedade.

A implementação do procedimento estatístico via simulação Monte Carlo paramétrica permitiu testar a persistência dos resultados frente a um cenário de distribuição aleatória do emprego condicionado ao tamanho dos municípios. A hipótese nula considerou que os empregos de cada setor seriam distribuídos entre os municípios de acordo com sua participação no emprego total estadual, o que gerou, para cada setor, uma distribuição nula de QLP. A partir de 99.999 reamostragens, foram estimados p-valores e limiares crí-

ticos específicos, que passaram a definir, setorialmente, quais QLPs são estatisticamente incompatíveis com a aleatoriedade.

Algumas limitações devem, contudo, ser reconhecidas. Os resultados são condicionados à forma como foi modelada a distribuição nula utilizada, de forma que diferentes parâmetros podem alterar sensivelmente os resultados, como no possível caso de representar o tamanho dos municípios por outra proporção que não seja baseada no emprego. Ademais, a análise buscou capturar apenas a dimensão de aglomeração espacial, sem incorporar, de forma direta, o componente funcional dos *clusters*, de forma que nenhuma autocorrelação espacial entre os municípios identificados como estatisticamente pode ser inferida.

Por fim, os resultados apresentados possibilitam contribuir para a discussão diagnóstica das especificidades e concentrações da economia tocantinense pela identificação de potenciais arranjos sólidos frente ao teste. Conforme o referencial teórico, é possível fomentar o desenvolvimento desses espaços subsidiando a exploração das vantagens competitivas dessas aglomerações, buscando também garantir dinamismo aos espaços pouco localizados. Como possibilidades futuras, pode-se conceber a aplicação da modelagem para diferentes anos, buscando visualizar as mudanças no padrão da distribuição do indicador a partir de mudanças no limiar mínimo estatisticamente exigido entre os anos, proposta que escapou dos objetivos do presente trabalho frente ao esforço comparativo dentro de um mesmo ano. Outrossim, pode ser frutífero replicar o método para os 5570 municípios brasileiros. Apesar do alto custo computacional exigido pela reamostragem envolvida, seria viabilizada a visualização de aglomerações persistentes a nível nacional a partir de uma amostra maior. É provavelmente provavelmente proveitoso analisar a sensibilidade dos resultados frente aos parâmetros de probabilidade utilizados, sendo possível empregar outros parâmetros para expressar o porte dos municípios na região, como sua representatividade na população, no PIB ou na área total ocupada pela região.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. R. Indicadores de localização, especialização e estruturação regional. **Análise regional: metodologias e indicadores.** Curitiba: Camões, v. 134, p. 25–44, 2012.
- BEYENE, J.; MOINEDDIN, R. Methods for confidence interval estimation of a ratio parameter with application to location quotients. **BMC Medical Research Methodology**, BioMed Central, v. 5, n. 32, p. 1–7, 2005. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2288/5/32>>.
- BEYENE, J.; MOINEDDIN, R. Methods for confidence interval estimation of a ratio parameter with application to location quotients. **BMC medical research methodology**, Springer, v. 5, n. 1, p. 32, 2005.
- CRAWLEY, A.; BEYNON, M.; MUNDAY, M. Making location quotients more relevant as a policy aid in regional spatial analysis. **Urban Studies**, v. 50, n. 9, p. 1854–1869, 2013.
- CROCCO, M. A. et al. Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. **Nova economia**, SciELO Brasil, v. 16, p. 211–241, 2006.
- DAVISON, A. C.; HINKLEY, D. V. **Bootstrap Methods and Their Application**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. (Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics). ISBN 0521573912.
- DURANTON, G.; OVERMAN, H. G. Testing for localization using micro-geographic data. **The Review of Economic Studies**, Wiley-Blackwell, v. 72, n. 4, p. 1077–1106, 2005.
- ELLISON, G.; GLAESER, E. L. Geographic concentration in u.s. manufacturing industries: A dartboard approach. **Journal of Political Economy**, University of Chicago Press, v. 105, n. 5, p. 889–927, 1997.
- FERREIRA, C.; SALLES, A. O. Desenvolvimento econômico e desigualdade social: uma análise a partir do princípio de causação circular cumulativa de gunnar myrdal. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, 2020.
- FERREIRA, C. M. d. C. Um estudo de regionalização do estado de minas gerais por meio de um modelo de potencial. In: HADDAD, P. R. (Ed.). **Planejamento Regional: Métodos e Aplicação ao Caso Brasileiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1974, (Série Monográfica, 8). p. 147–241.
- FUJITA, N. Gunnar myrdal's theory of cumulative causation revisited. **Economic Research Center Discussion Paper**, Nagoya University Nagoya, v. 147, p. 1–18, 2004.
- HIRSCHMAN, A. O. **Estratégia do desenvolvimento econômico**. [S.l.]: Fundo de Cultura, 1961. Edição original de 1958.
- ISAKSEN, A. Towards increased regional specialization? the quantitative importance of new industrial spaces in norway, 1970–1990. Taylor & Francis, 1996.

ISARD, W. **Location and Space Economy: A General Theory Related to Industrial Location, Market Areas, Land Use Trade and Urban Structure.** Cambridge: MIT Press, 1956.

LIMA, A. C. d. C.; SIMÕES, R. F. Teorias clássicas do desenvolvimento regional e suas implicações de política econômica: o caso do brasil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, BA, v. 12, n. 21, p. 5–20, julho 2010.

LIMA, E. C. de; NETO, C. R. de O.; ALVES, J. da S. Análise do setor industrial do rio grande do norte: uma abordagem espacial para os anos 2002 e 2012. **Geosul**, v. 33, n. 67, p. 229–252, 2018.

MALMBERG, A.; MASKELL, P. Towards an explanation of regional specialization and industry agglomeration. **European planning studies**, Taylor & Francis, v. 5, n. 1, p. 25–41, 1997.

MANZINI, R. B.; LUIZ, D. S. C. Cluster identification: A joint application of industry concentration analysis and exploratory spatial data analysis (esda). **Competitiveness Review: An International Business Journal**, Emerald Publishing Limited, v. 29, n. 4, p. 401–415, 2019.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia: Tratado Introdutório.** São Paulo: Abril Cultural, 1920. II. (Os Economistas, II). Tradução revista; reimpressão de 1979.

MONASTERIO, L. Indicadores de análise regional e espacial. In: CRUZ, B. d. O. et al. (org). **Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil.** Brasília: Ipea, 2011. p. 315–332.

MONASTERIO, L.; CAVALCANTE, L. R. Fundamentos do pensamento econômico regional. In: CRUZ, B. d. O. et al. (org). **Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil.** Brasília: Ipea, 2011. p. 43–78.

MORRISSEY, K. A location quotient approach to producing regional production multipliers for the irish economy. **Papers in Regional Science**, Elsevier, v. 95, n. 3, p. 491–507, 2016.

MYRDAL, G. **Economic Theory and Under-Developed Regions.** London: Gerald Duckworth & Co. Ltd, 1957.

NORTH, D. C. Location theory and regional economic growth. **Journal of political economy**, The University of Chicago Press, v. 63, n. 3, p. 243–258, 1955.

O'DONOOGHUE, D.; GLEAVE, B. A note on methods for measuring industrial agglomeration. **Regional studies**, Taylor & Francis, v. 38, n. 4, p. 419–427, 2004.

PAIVA, C. Á. N. Desenvolvimento regional, especialização e suas medidas. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 34, n. 1, p. 89–102, 2006.

PATRUSHEVA, E. G.; RAJHLINA, A. V. Clustering as a competitive advantage of regional economics. **Journal of Regional and International Competitiveness**, v. 3, n. 2, p. 33–41, 2021.

PERROUX, F. **A Economia do Século XX.** Porto: Herder, 1967.

- POMINOVA, M.; GABE, T.; CRAWLEY, A. The stability of location quotients. **Review of Regional Studies**, v. 52, n. 3, p. 296–320, 2022.
- PORTER, M. E. Clusters and the new economics of competition. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 6, p. 77–90, nov. 1998.
- SOUZA, R. B. D. et al. **Análise locacional da estrutura produtiva da microrregião de Porto Nacional**. [S.l.]: Baru, 2017.
- STROTEBECK, F. **The Location Quotient—Assembly and application of methodological enhancements**. MPRA Paper No. 47988. [S.l.]: München: University Library of Munich, 2010.
- THÜNEN, J. H. v. **The Isolated State**. New York: Pergamon Press, 1966. Edição original de 1826.
- TIAN, Z. Measuring agglomeration using the standardized location quotient with a bootstrap method. **Journal of Regional Analysis & Policy**, Mid-Continent Regional Science Association, v. 43, n. 2, p. 186–197, 2013.
- TOLOSA, H. C. Pólos de crescimento: teoria e política econômica. In: HADDAD, P. R. (Ed.). **Planejamento regional: métodos e aplicação ao caso brasileiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1974. p. 191–242.