

Identificação da Especialização Setorial em São Gonçalo/RJ: Estudo Baseado no Quociente Locacional

Ubiratan da Silva Tavares

3 de novembro de 2025

Sumário

1	Introdução	3
2	Fundamentação Teórica	3
2.1	O Objeto da Economia Regional e a Dinâmica Locacional	3
2.2	Desenvolvimento Regional, Desigualdade e o Modelo Centro-Periferia	4
3	Metodologia	6
3.1	Coleta e Preparação dos Dados	6
3.2	Implementação Computacional	7
4	Resultados	8
5	Discussões	12
6	Conclusões	13
	Apêndices	14
A	Script: leitor.py	14
B	Script: extrator.py	15
C	Script: ql.py	16
D	Script: analise.py	17
E	Script: visualizador.py	18
F	Script: app.py	20
	Referências	21

1 Introdução

O estudo da distribuição e concentração das atividades produtivas e dos fatores de produção no espaço geográfico constitui o objeto primordial da Economia Espacial e Regional. A preocupação central reside em compreender o que está aonde e por quê, buscando identificar as relações estruturais complexas que modelam o dinamismo econômico de diferentes localidades. No contexto do desenvolvimento, a tomada de decisão locacional pelos agentes econômicos (empresas e governo) é crucial, visando à eficiência máxima ou à minimização dos custos operacionais, especialmente os custos de transporte e de acesso ao mercado.

Historicamente, o debate sobre o desenvolvimento regional converge para a análise de questões estruturais, como a concentração e aglomeração geográficas das atividades econômicas e as desigualdades na distribuição regional da renda. Identificar a especialização produtiva de uma área é, portanto, o ponto de partida essencial para a análise das potencialidades regionais e para o planejamento estratégico.

Para a realização deste diagnóstico e para fornecer subsídios analíticos sobre o perfil econômico de um território, o presente estudo emprega o Quociente Locacional (QL). Esta é a medida de especialização regional mais frequente e difundida na literatura econômica. O QL atua como um indicador comparativo que revela a concentração relativa de um setor no Município de São Gonçalo (região de estudo) em relação à participação desse mesmo setor no Estado do Rio de Janeiro (região de referência). O resultado desta aplicação visa caracterizar o grau de especialização de São Gonçalo, fornecendo a base para a compreensão de sua estrutura econômica e de suas atividades potencialmente motoras ou básicas.

2 Fundamentação Teórica

A Fundamentação Teórica estabelece as bases conceituais sobre as quais se apoia a análise da especialização setorial, relacionando a metodologia do QL com as grandes correntes do pensamento espacial e da dinâmica regional.

2.1 O Objeto da Economia Regional e a Dinâmica Locacional

A Economia Regional e Espacial busca explicar as consequências das distâncias, do custo de transporte, da localização geográfica, e da concentração e aglomeração das atividades no espaço geográfico. O campo de estudo engloba as teorias da localização e a organização espacial da economia, que visam sintetizar as contribuições para a localização das atividades socioeconômicas (agrícolas, industriais e comerciais).

As teorias fundamentais da localização visam essencialmente a interpretação das decisões empresariais em uma economia de mercado, focando no melhor sítio para se localizar, minimizando custos e maximizando o lucro. Essas teorias clássicas, por sua importância e origens histórico-doutrinárias, podem ser agrupadas.

Um dos modelos seminais da ciência regional é o de *Von Thünen* [1], desenvolvido no início do século XIX. Seu modelo, o Estado Isolado, foi o primeiro a formalizar uma teoria da localização para atividades agrícolas, buscando explicar como diferentes culturas se organizariam espacialmente em torno de um centro consumidor com base no custo de transporte e na renda da terra. Embora focado na agricultura, esse modelo foi retomado a partir dos anos 1970 e até hoje é a principal referência para a organização do espaço urbano. Ele serve de base para entender a dinâmica da renda fundiária, onde o preço da terra tende a cair à medida que aumenta a distância do centro.

Outra contribuição fundamental é a Teoria Weberiana da Localização Industrial. *Weber* [2] propôs que a decisão de localização industrial é influenciada por três fatores essenciais de âmbito regional: custo de transporte, custo da mão de obra e um fator composto pelas economias de aglomeração e

desaglomeração.

O fator locacional constitui um ganho ou uma redução de custos obtidos ao se localizar em um dado ponto.

A tendência à concentração, à centralização e à aglomeração geográfica é vista como inerente à própria organização capitalista de produção.

2.2 Desenvolvimento Regional, Desigualdade e o Modelo Centro-Periferia

O interesse pela especialização regional é inseparável do estudo do desenvolvimento regional, que frequentemente se manifesta de forma desigual.

As teorias que visam explicar o desenvolvimento regional podem ser divididas em dois grandes grupos: as que demonstram a tendência natural à forte concentração geográfica das atividades econômicas e as que demonstram as condições de reversão da concentração ou de desconcentração.

Myrdal [3] é o autor nuclear da formulação do conceito de causalidade circular e cumulativa. Essa teoria, que se filia à análise do desenvolvimento desigual, sugere que uma modificação inicial no sistema gera outras modificações que se amplificam na mesma direção, resultando em uma trajetória de agravamento crescente das disparidades. Baseia-se na ideia de que os efeitos polarizadores (*backwash effects*), que concentram fatores produtivos e mão de obra qualificada nas regiões mais ricas, tendem a ser mais fortes do que os efeitos propulsores (*spread effects*), que distribuiriam o crescimento para as periferias.

Na mesma linha de pensamento, o modelo Centro-Periferia, notadamente desenvolvido por *Friedmann* [4], estabelece que o desenvolvimento ocorre de maneira descontínua, sendo guiado por inovações originadas no centro. Essas inovações impõem relações de dominação com as periferias, que são subalternizadas.

Neste modelo, a concentração de investimentos em uma ou duas regiões centrais, negligenciando o restante do território, imprime uma estrutura dualística na matriz espacial: um "centro" com rápido e intensivo desenvolvimento e uma "periferia" em estagnação ou declínio. A resultante dessa interação é um modelo de interdependências espaciais onde a região dominada está numa posição desfavorável, dependente dos ditames do centro.

A busca pela especialização produtiva (como a realizada via QL) é, portanto, um exercício fundamental para identificar quais setores conferem ao município o estatuto de centro em determinadas atividades, permitindo avaliar sua capacidade de gerar desenvolvimento e contrariar os efeitos polarizadores (*backwash effects*).

O QL, que é a metodologia central deste estudo, é a medida de especialização regional mais frequente e difundida na literatura econômica, sendo também conhecido como índice de *Hoover-Balassa*.

O QL é a técnica mais comumente adotada nos estudos empíricos para determinar a Base Econômica de uma região. A Teoria da Base Econômica (ou Base Exportadora) é um instrumento de análise que distingue as atividades econômicas regionais em dois grupos:

- **Atividades Básicas (Setor Exportador):** Compreendem os setores que produzem bens e serviços para uso não local (bens e serviços de exportação). A ideia central é que estas atividades de exportação têm um papel estratégico e motor para o desenvolvimento regional ou local.
- **Atividades Não-Básicas (Setor Local/Suporte):** São aquelas orientadas para a satisfação das necessidades de consumo da própria população local.

A expansão da base econômica (setor básico) estimula a expansão do setor local (setor não-básico), através de um efeito multiplicador.

O QL é um método indireto e popular, amplamente usado com base em fontes de dados secundárias. Ele compara a participação de um setor Y na região de estudo x (São Gonçalo) em relação à participação desse mesmo setor na região de referência z (Estado do Rio de Janeiro).

O QL é interpretado da seguinte forma:

- **QL > 1:** A região x possui maior concentração relativa do setor Y do que a região de referência z . Isso é interpretado como um indicativo de especialização e da presença de atividades de exportação (setores básicos).
- **QL < 1:** A participação do setor Y na região x é inferior à sua participação no espaço de referência, o que implica que a região não é especializada nesse setor em comparação com a base.

Embora o QL seja uma ferramenta valiosa, é crucial reconhecer suas limitações. Três fatores são considerados importantes na análise das medidas de localização: a base de comparação, o nível de agregação e as relações de causalidade.

1. **Nível de Agregação:** O QL é sensível ao nível de agregação dos dados. Uma análise com um alto nível de agregação pode não revelar especializações significativas. Sugere-se a realização de uma sequência de exercícios usando um nível de agregação cada vez menor para observar as mudanças nos resultados.
2. **Base de Comparação:** A escolha da região de referência (o estado, neste caso) é fundamental, pois é ela que define a base em relação à qual a especialização é medida.
3. **Natureza Agregada:** O modelo de Base Econômica, embora útil, é agregado e possui um único multiplicador para representar todos os setores. Modelos mais avançados, como os de Insumo-Produto (IP), estendem essa ideia desagregando a produção, gerando multiplicadores por setor. Além disso, a separação entre atividades básicas e não-básicas por meio do QL é uma aproximação rudimentar.

Em suma, o cálculo do QL para São Gonçalo é um passo analítico essencial, permitindo um diagnóstico inicial da estrutura produtiva e da especialização setorial do município dentro do contexto fluminense, com a consciência de que a metodologia, apesar de suas limitações, é fundamental para o desenvolvimento da Teoria da Base Econômica.

3 Metodologia

Para a realização da análise da especialização setorial do Município de São Gonçalo (RJ), faz-se necessária a utilização de métodos indiretos, que são frequentemente empregados devido à dificuldade em obter dados diretos sobre o comércio inter-regional. Estes métodos requerem apenas dados por setor de atividade econômica ao nível da região de estudo e do espaço de referência.

3.1 Coleta e Preparação dos Dados

A variável escolhida para mensurar o padrão locacional das atividades econômicas é o emprego formal. O emprego é notório por refletir a ocupação da mão de obra, o que, por sua vez, impacta a geração e distribuição da renda na região, incentivando o desenvolvimento local.

A fonte de dados primária para a obtenção do emprego setorial é a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) disponibilizada pela Secretaria Especial de Previdência e Trabalho do Ministério de Economia. A RAIS é um registro administrativo de periodicidade anual, de fundamental importância para a caracterização do mercado de trabalho formal e para o controle estatístico. Os dados da RAIS tipicamente se referem aos saldos de empregados ocupados no final de cada ano (dezembro).

A principal vantagem da RAIS para este estudo reside na sua capacidade de fornecer dados bastante consistentes sobre o emprego formal e estabelecimentos empregatícios com o nível de detalhamento espacial e setorial desejado, como o nível geográfico municipal.

Seguindo as diretrizes metodológicas, foram utilizados dados referentes dos anos mais recentes disponíveis (2022, 2023 e 2024). O acesso aos dados se dará pela plataforma eletrônica da Secretaria do Trabalho, utilizando-se a classificação setorial mais desagregada possível, conforme a orientação de empregar a classificação IBGE Subsetor.

A Figura 1 ilustra um extrato dos dados resultante da consulta realizada na plataforma RAIS.

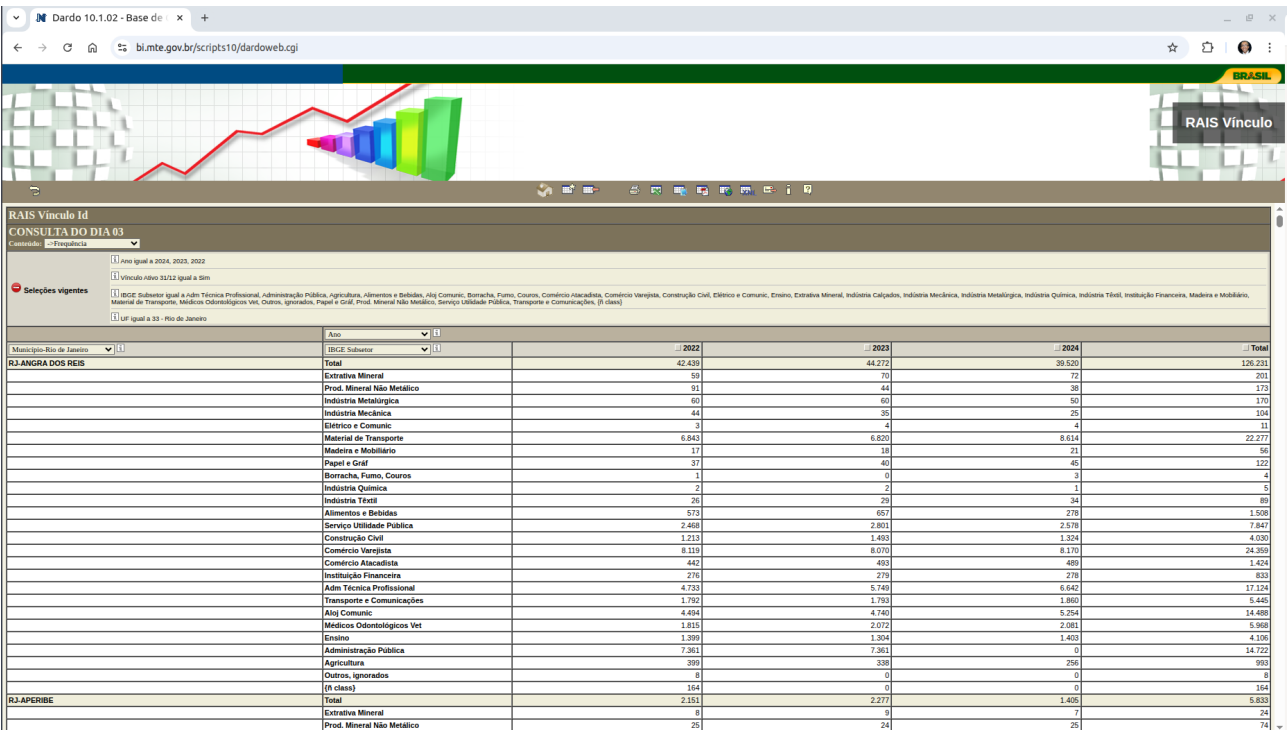


Figura 1: Extrato dos dados

O cálculo do QL exige a comparação de duas estruturas setoriais-espaciais: a economia em estudo e a economia de referência.

1. **Região de Análise (Localidade i):** O Município de São Gonçalo, Rio de Janeiro.
2. **Região de Referência (Base):** O Estado do Rio de Janeiro.

Para a aplicação do QL, que é um indicador de especialização regional, a informação sobre o emprego setorial deve ser organizada em uma matriz de dados, de forma que:

- As linhas dessa matriz mostrarão a distribuição do emprego total da região (Município e Estado) entre os seus diferentes setores industriais ou atividades.
- As colunas mostrarão a distribuição do total do emprego de uma determinada indústria/setor entre as diferentes regiões (no caso, comparando o município com o estado).

A preparação dos dados visa obter os quatro componentes essenciais para a fórmula do QL, conforme a expressão básica:

$$QL_{ki} = \frac{\text{Proporção do Emprego do Setor } k \text{ no Município } i}{\text{Proporção do Emprego do Setor } k \text{ na Região de Referência}} = \frac{E_{ki}/E_i}{E_k/E}$$

Onde:

- E_{ki} = Emprego no setor k no Município de São Gonçalo.
- E_i = Emprego total no Município de São Gonçalo.
- E_k = Emprego no setor k da localidade de referência (Estado do Rio de Janeiro).
- E = Emprego total da localidade de referência (Estado do Rio de Janeiro).

O cálculo será realizado para cada um dos setores da economia local, a fim de identificar aqueles com $QL > 1$, que indicam especialização relativa e a presença potencial de atividades de exportação (setores básicos).

3.2 Implementação Computacional

A análise da especialização produtiva, por meio do QL, exige a manipulação de matrizes de dados setoriais e temporais, tornando a implementação computacional um passo crucial. O QL, que é a medida de especialização regional mais difundida, compara a participação de um setor no Município de São Gonçalo (região de análise em relação ao Estado do Rio de Janeiro (região de referência)).

Para garantir que o código seja manutenível, escalável e de fácil leitura, adotou-se o paradigma da Programação Orientada a Objetos (POO) e os princípios SOLID, notadamente o Princípio da Responsabilidade Única. As tarefas são segregadas em classes distintas: a entrada de dados (leitura do arquivo "dados.csv"), a execução do cálculo matemático, a coordenação da análise temporal e a visualização gráfica dos resultados.

Para a implementação, serão utilizadas as bibliotecas Python de referência: Pandas para estruturação e manipulação eficiente dos dados tabulares de emprego (RAIS), NumPy para operações algébricas de base, e Matplotlib/Seaborn para gerar representações gráficas da especialização setorial ao longo dos anos.

A variável de mensuração é o emprego formal (Empregados), notório por refletir a ocupação da mão de obra e o potencial de desenvolvimento regional. Os dados para São Gonçalo para 2022, 2023 e 2024 são extraídos da fonte de dados obtida do RAIS.

A Tabela 1 apresenta as classes, as responsabilidades e as principais bibliotecas utilizadas no cálculo do QL, conforme a implementação em Programação Orientada a Objetos (POO) detalhada no Apêndice.

Os princípios SOLID foram aplicados ao segregar as responsabilidades em classes como Leitor, Extrator, QL (cálculo), Analise (coordenação) e Visualizador.

Tabela 1: Responsabilidades e bibliotecas principais das classes (Implementação POO/SOLID)

Classe	Responsabilidade	Biblioteca
Leitor/Extrator	Carregamento e estruturação inicial dos dados (<code>dados.csv</code>); e separação dos dados do Município (SG) e da Referência (RJ).	Pandas
QL	Execução da lógica matemática do QL. Realiza o cálculo vetorial da fórmula, comparando as proporções setoriais.	NumPy
Analise	Coordenação da análise temporal (2022, 2023, 2024), aplicando a QL e compilando os resultados em um DataFrame.	Pandas
Visualizador	Geração de gráficos de especialização ($QL > 1$) para observação da dinâmica locacional. Responsável pela exibição formatada dos resultados.	Matplotlib

4 Resultados

A análise da especialização setorial do Município de São Gonçalo (SG) em relação ao Estado do Rio de Janeiro (RJ) foi realizada utilizando o QL. É um indicador comparativo de concentração relativa onde valores $QL > 1$ indicam Especialização Relativa e a presença potencial de atividades de exportação (setores básicos). A variável de mensuração utilizada foi o emprego formal, extraído da RAIS.

O cálculo do QL para cada setor da economia local produziu a seguinte distribuição de valores:

Setor	QL_2022	QL_2023	QL_2024
Extrativa Mineral	0.0983	0.1160	0.1318
Prod. Mineral Não Metálico	1.4191	1.0442	0.9657
Indústria Metalúrgica	0.7458	0.9029	0.9455
Indústria Mecânica	0.3534	0.3732	0.3605
Elétrico e Comunicações	0.5792	0.5508	0.5512
Material de Transporte	2.1110	2.7162	2.2578
Madeira e Mobiliário	1.6973	1.8385	1.8313
Papel e Gráfica	0.2276	0.2827	0.2481
Borracha, Fumo, Couros	0.6148	0.6180	0.6469
Indústria Química	1.5533	1.7974	1.8777
Indústria Têxtil	1.3906	1.5149	1.4535
Indústria Calçados	0.9196	1.2945	1.0299
Alimentos e Bebidas	0.8525	0.9747	0.9170
Serviço Utilidade Pública	0.4198	0.4622	0.4728
Construção Civil	1.3851	1.2178	1.1895
Comércio Varejista	1.4535	1.5522	1.4500
Comércio Atacadista	1.4987	1.4835	1.3915
Instituição Financeira	0.5387	0.4561	0.4145
Adm Técnica Profissional	0.4737	0.4888	0.4705
Transporte e Comunicações	1.4279	1.4264	1.2903
Alojamento e Comunicações	0.7027	0.8350	0.8147
Médicos Odontológicos Vet	1.0139	0.9112	0.9911
Ensino	1.1000	1.1933	1.3528
Administração Pública	1.0235	0.7774	0.0000
Agricultura	0.2484	0.3307	0.1840
Outros, ignorados	0.1157	0.0000	0.0000
{não classificados}	0.2656	0.0000	0.0000

A Figura 2 ilustra a evolução temporal do QL para os nove setores da economia de São Gonçalo que mantiveram a condição de especialização relativa ($QL > 1$) no período de 2022 a 2024. O gráfico, que utiliza o $QL = 1$ como linha de base (Limite de Especialização, marcado em vermelho tracejado), permite a visualização da intensidade da concentração setorial e de suas trajetórias dinâmicas.

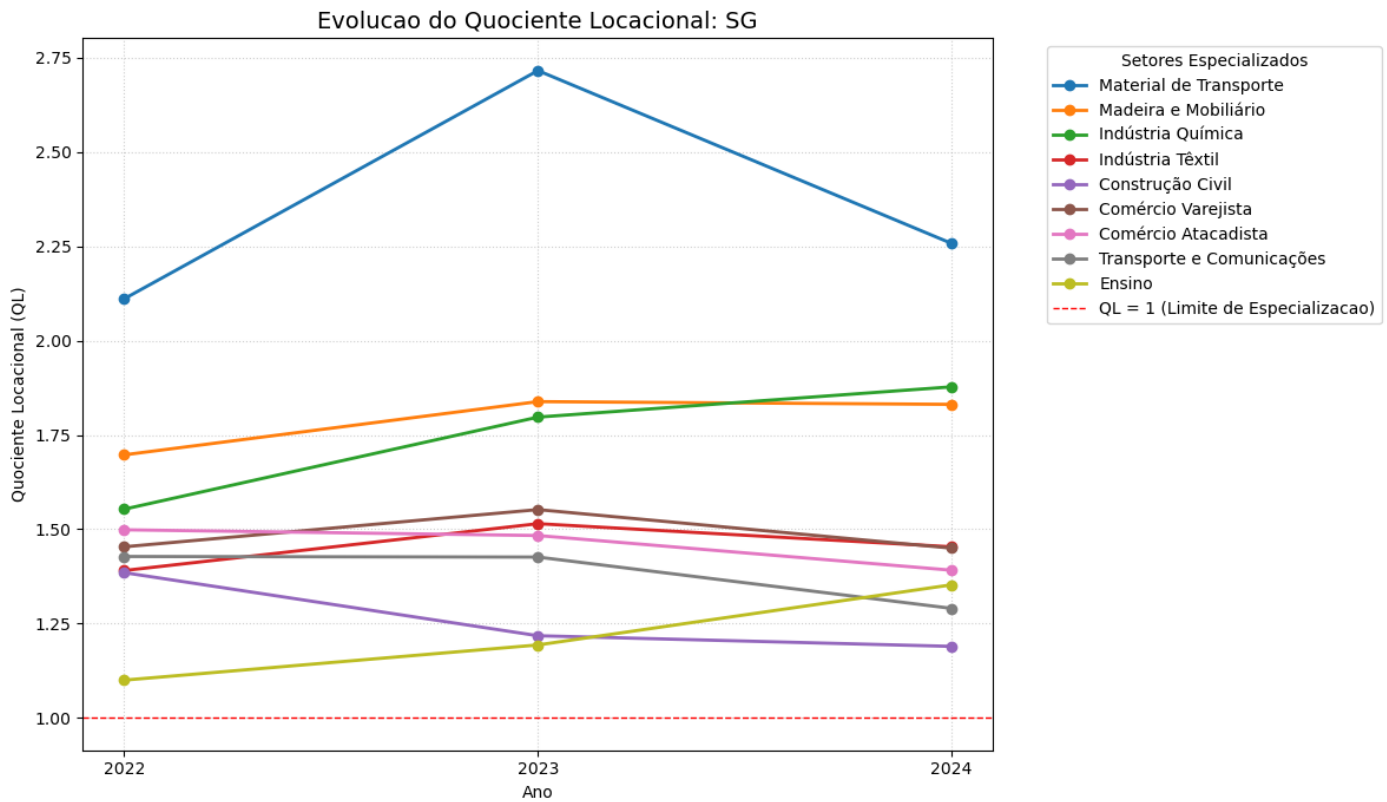


Figura 2: Evolução do QL para os Setores Especializados de São Gonçalo (2022-2024).

Dentre o total de setores analisados, 9 (nove) mantiveram um QL consistentemente superior a 1 em todos os anos (2022, 2023 e 2024), caracterizando-os como a Base Econômica mais estável e motoras para o município.

Os nove setores com especialização relativa consistente são:

- Material de Transporte,
- Madeira e Mobiliário,
- Indústria Química,
- Indústria Têxtil,
- Construção Civil,
- Comércio Varejista,
- Comércio Atacadista,
- Transporte e Comunicações,
- Ensino

A distribuição e evolução temporal desses QLs (conforme ilustrado na Figura 2, que utiliza o $QL = 1$ como Limite de Especialização) demonstram os seguintes pontos de destaque sobre a estrutura produtiva de São Gonçalo:

1. **Dominância e Volatilidade (Material de Transporte):** O setor Material de Transporte exibe a maior especialização com margem substancial, atingindo um QL próximo a 2.75 em 2023. Esta alta concentração o posiciona como o principal motor de exportação do município. No entanto, a acentuada variação do QL ao longo do triênio também sugere que o setor é o mais sensível a flutuações e investimentos localizados.
2. **Estabilidade na Manufatura:** Os setores Madeira e Mobiliário e Indústria Química mantiveram um patamar de QL elevado (acima de 1.5) e apresentaram tendência de estabilidade ou leve crescimento contínuo, sugerindo que suas vantagens locacionais estão consolidadas.
3. **Núcleo de Comércio e Logística:** Os setores de Comércio Varejista, Comércio Atacadista e Transporte e Comunicações encontram-se agrupados na faixa intermediária (entre QL 1.25 e 1.5), o que demonstra a forte vocação de São Gonçalo como um polo regional de distribuição e serviços de suporte.
4. **Tendência em Serviços:** O setor de Ensino apresenta a menor intensidade de especialização entre os básicos, mas mostra uma tendência clara e constante de crescimento de seu QL, ultrapassando 1.3 em 2024, indicando uma especialização progressiva nos serviços educacionais.
5. **Flutuações:** Setores como Produção Mineral Não Metálico e Administração Pública apresentaram $QL > 1$ em 2022, mas caíram para $QL < 1$ nos anos seguintes, indicando perda de especialização relativa.

Em síntese, a representação gráfica confirma que a especialização setorial de São Gonçalo não é apenas um fenômeno pontual, mas sim uma característica estrutural, com o setor de Material de Transporte ditando a intensidade máxima e um conjunto de setores de Manufatura, Comércio e Serviços fornecendo a estabilidade e a resiliência necessárias à Base Econômica local.

Dentre o total de setores analisados, 9 (nove) mantiveram um QL consistentemente superior a 1 em todos os anos (2022, 2023 e 2024), caracterizando-os como a Base Econômica mais estável e motoras para o município. Esses setores são: Material de Transporte, Madeira e Mobiliário, Indústria Química, Indústria Têxtil, Construção Civil, Comércio Varejista e Atacadista, Transporte e Comunicações e Ensino.

Alguns setores demonstraram flutuação na especialização:

- Produção Mineral Não Metálico e Administração Pública apresentaram $QL > 1$ em 2022, mas caíram para $QL \leq 1$ nos anos seguintes, indicando perda de especialização relativa.
- A Indústria de Calçados teve um $QL > 1$ apenas em 2023, sugerindo uma especialização pontual.

5 Discussões

Os resultados do QL não apenas listam os setores, mas fornecem a base para a interpretação de como São Gonçalo se posiciona na matriz fluminense.

A identificação dos nove setores com especialização relativa consistente ($QL > 1$) indica que São Gonçalo possui uma **Base Econômica diversificada**. A Teoria da Base Econômica estabelece que a expansão das atividades básicas ($QL > 1$) é que estimula a expansão do setor não-básico através de um efeito multiplicador. Por isso, esses setores são **estratégicos e motoras** para o desenvolvimento regional ou local.

O setor **Material de Transporte**, com QL em torno de 2.75, é o principal motor de exportação do município. A concentração neste subsetor industrial é particularmente relevante, pois a indústria de transformação (onde o Material de Transporte se enquadra) é um ramo de atividade que encerra maior potencial de competitividade e ganhos de produtividade. A **especialização produtiva** é crucial, pois as especializações são as que dinamizam a renda, o emprego e têm o potencial de gerar desenvolvimento e qualidade de vida.

A especialização também se manifesta em setores ligados à distribuição:

1. **Transporte e Logística:** A concentração em Transporte e Comunicações reforça a vocação logística do município. A especialização de indústrias em transporte é um fator locacional importante, e a localização geográfica de atividades ligadas ao transporte é crucial para estruturar apropriadamente os espaços econômicos, induzir novos processos de desenvolvimento e aumentar a competitividade do território.
2. **Economias de Aglomeração e Centralidade:** Setores como Comércio Varejista e Comércio Atacadista com QL elevado sugerem que São Gonçalo atua como um polo regional de distribuição e serviços de suporte. Esta concentração de atividades é um reflexo das **economias de aglomeração** e sugere que o município funciona como um centro que pode estar fornecendo bens e serviços para cidades do seu entorno. A especialização nestas áreas fortalece São Gonçalo frente aos efeitos polarizadores (*backwash effects*) que tendem a concentrar fatores produtivos nas regiões mais ricas.

São Gonçalo, ao apresentar $QL > 1$ em nove setores, demonstra possuir um protagonismo e dinamismo local/regional que vai além da simples função de cidade-dormitório ou fornecedora de mão de obra para a capital:

- **Nova Divisão Territorial do Trabalho:** A articulação funcional, com especialização industrial e em serviços, posiciona São Gonçalo em uma nova divisão territorial do trabalho, onde, além de ser um fornecedor de mão de obra, é um fornecedor de bens e serviços essenciais (Material de Transporte, Comércio) que sustentam o funcionamento das economias vizinhas ou da metrópole.
- **Subsídio à Política Pública:** O conhecimento da estrutura produtiva e a identificação precisa desses setores especializados, fornecem diagnósticos e percepções analíticas que podem subsidiar tomadas de decisão e proposições de políticas e de planejamentos específicos.

6 Conclusões

O presente estudo, utilizando o QL, atingiu seu objetivo ao caracterizar o grau de especialização de São Gonçalo e fornecer a base para a compreensão de sua estrutura econômica.

Conclui-se que o Município de São Gonçalo possui uma Especialização Relativa Estável e Consistente em 9 (nove) setores da economia, identificados por apresentarem $QL > 1$ no período de 2022 a 2024. Esses setores constituem a base de exportação do município, com destaque para a Indústria de Material de Transporte como o principal motor. Essa base confere ao município um papel de polo gerador de desenvolvimento e capacidade de fornecer bens e serviços para além de sua demanda local, o que é crucial para contrariar os efeitos regressivos inerentes ao desenvolvimento regional desigual.

Embora o QL seja a técnica mais comumente adotada nos estudos empíricos da base econômica, e sirva para fornecer um diagnóstico inicial da estrutura produtiva e especialização setorial, ele é uma aproximação rudimentar na separação entre setores básicos e não-básicos.

Para estudos futuros, visando validar e detalhar o real impacto no desenvolvimento regional, sugere-se a utilização de modelos mais desagregados, como os de Insumo-Produto (IP), que estendem a ideia do QL ao desagregar a produção e gerar multiplicadores por setor. A continuidade da pesquisa é essencial para identificar novas potencialidades e gargalos ao desenvolvimento regional endógeno.

Apêndices

A Script: leitor.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import pandas as pd
4
5  class Leitor:
6      def __init__(self, caminho_arquivo):
7          self.caminho_arquivo = caminho_arquivo
8          self.data = None
9
10     def ler(self):
11         try:
12             self.data = pd.read_csv(self.caminho_arquivo, delimiter=',',
13                                     encoding='utf-8')
14             return self.data
15         except FileNotFoundError:
16             print("Erro: arquivo não encontrado.")
17         except Exception as e:
18             print(f"Erro ao ler o arquivo: {e}")
```

Listing 1: Script de leitura da base de dados.

B Script: extrator.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import pandas as pd
4
5  class Extrator:
6
7      def __init__(self, df):
8          if not isinstance(df, pd.DataFrame):
9              raise TypeError("O parametro df deve ser um pandas.DataFrame")
10         self.df = df
11
12     def extrair_por_local(self, local):
13
14         if 'Local' not in self.df.columns:
15             raise ValueError("O DataFrame nao possui a coluna 'Local'.")
16
17         df_filtrado = self.df[self.df["Local"] == local].reset_index(drop=
18             True)
19
20         return df_filtrado
21
22     def somar_por_local_e_ano(self, local, ano):
23         if "Local" not in self.df.columns:
24             raise ValueError("O DataFrame nao possui a coluna 'Local'.")
25         if str(ano) not in self.df.columns:
26             raise ValueError(f"O DataFrame nao possui a coluna do ano '{ano
27             }'.")
28
29         df_local = self.df[self.df["Local"] == local]
30
31         soma = df_local[str(ano)].sum()
32
33         return soma
```

Listing 2: Script de realiza a extração dos dados do Município e da referência.

C Script: ql.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import numpy as np
4
5  class QL:
6
7      @staticmethod
8      def calcular(E_ki: np.ndarray, E_k: np.ndarray) -> np.ndarray:
9          # Converte entradas para arrays NumPy
10         E_ki_np = np.array(E_ki, dtype=float)
11         E_k_np = np.array(E_k, dtype=float)
12
13         # Totais locais e de referencia
14         E_i = E_ki_np.sum()
15         E = E_k_np.sum()
16
17         # Evita divisao por zero
18         if E_i == 0 or E == 0:
19             raise ValueError("Os totais de E_ki ou E_k nao \
20                             "podem ser zero para o calculo do QL.")
21
22         # Proporcoes
23         s_ki = E_ki_np / E_i
24         s_k = E_k_np / E
25
26         # Calculo vetorial do QL, evitando divisao por zero em s_k
27         ql_result = np.divide(s_ki, s_k, out=np.zeros_like(s_ki), where=s_k
28                               != 0)
29
30         return ql_result
```

Listing 3: Script que realiza o cálculo do QL.

D Script: analise.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import pandas as pd
4  from ql import QL
5
6  class Analise:
7
8      def __init__(self, df_local: pd.DataFrame, df_ref: pd.DataFrame,
9                  calculadora: QL):
10         self.df_local = df_local
11         self.df_ref = df_ref
12         self.calculadora = calculadora
13
14         # Detecta automaticamente colunas numericas (anos)
15         self.anos = [col for col in df_local.columns if col.isdigit()]
16         self.df_ql = pd.DataFrame(index=df_local["Setor"])
17
18     def executar(self) -> pd.DataFrame:
19         for ano in self.anos:
20             E_ki = self.df_local[ano].values
21             E_k = self.df_ref[ano].values
22
23             # Calculo vetorial simplificado com a nova CalculadoraQL
24             ql_resultados = self.calculadora.calcular(E_ki, E_k)
25
26             # Armazena o resultado no DataFrame
27             self.df_ql[f"QL_{ano}"] = ql_resultados
28
29         # Define o indice como o nome do setor
30         self.df_ql.index = self.df_local["Setor"]
31         return self.df_ql
```

Listing 4: Script que realiza a análise.

E Script: visualizador.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import pandas as pd
4  import matplotlib.pyplot as plt
5
6  class Visualizador:
7
8      @staticmethod
9      def exibir_resultados(df_ql: pd.DataFrame, local: str, referencia: str):
10         print(f"Resultados do QL para {local} (Referencia: {referencia})")
11         print("=" * 62)
12         print("QL > 1: Especializacao Relativa e QL < 1: Nao Especializacao")
13         print("=" * 62)
14
15         df_formatado = df_ql.copy()
16         for col in df_formatado.columns:
17             df_formatado[col] = df_formatado[col].apply(lambda x: f"{x:.4f}"
18                                                         if pd.notna(x) else "N/A")
19
20         print(df_formatado.to_string())
21
22     @staticmethod
23     def plotar_evolucao(df_ql: pd.DataFrame, local: str):
24         # Detecta dinamicamente as colunas de QL
25         colunas_ql = [col for col in df_ql.columns if col.startswith("QL_")]
26
27         # Filtra setores com QL > 1 em todos os anos
28         df_especializados = df_ql[df_ql[colunas_ql].gt(1).all(axis=1)]
29
30         if df_especializados.empty:
31             print("\nNenhum setor apresentou QL > 1 em \n"
32                 "todos os anos para plotagem.")
33             return
34
35         print(f"\nSetores com QL > 1 em todos os anos para {local}:")
36         for setor in df_especializados.index:
37             print(f"- {setor}")
38
39         # Transpoe o DataFrame para formato de serie temporal (anos nas
40         # linhas)
41         df_plot = df_especializados[colunas_ql].T
42         df_plot.index = df_plot.index.str.replace("QL_", "") # Remove o
43         # prefixo "QL_"
44
45         # === Grafico ===
46         plt.figure(figsize=(12, 7))
47         for setor in df_plot.columns:
48             plt.plot(df_plot.index, df_plot[setor], marker="o", linewidth=2,
49                     label=setor)
50
51         plt.axhline(1, color="red", linestyle="--", linewidth=1, label="QL = 1 (Limite de Especializacao)")
52         plt.title(f"Evolucao do Quociente Locacional: {local}", fontsize=14)
53         plt.xlabel("Ano")
54         plt.ylabel("Quociente Locacional (QL)")
55         plt.legend(title="Setores Especializados", bbox_to_anchor=(1.05, 1),
56                  loc="upper left")
```

```
52 plt.grid(True, linestyle=":", alpha=0.6)
53 plt.tight_layout()
54 plt.show()
```

Listing 5: Script de leitura que exhibe os resultados.

F Script: app.py

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 from leitor import Leitor
4 from extrator import Extrator
5 from ql import QL
6 from analise import Analise
7 from visualizador import Visualizador
8
9 if __name__ == '__main__':
10
11     # ler o arquivo csv com os dados setoriais do municipio e da regio de
12     # referencia
13     leitor = Leitor("dados.csv")
14     df = leitor.ler()
15
16     # criar o extrator para manipular os dados
17     extrator = Extrator(df)
18
19     # extrair dados do local especifico e da regio de referencia
20     df_sg = extrator.extrair_por_local("SG")
21     df_rj = extrator.extrair_por_local("RJ")
22
23     # criar o objeto que calcula o QL
24     calculadora = QL()
25
26     # criar o objeto de analise
27     analise = Analise(df_sg, df_rj, calculadora)
28     df_ql = analise.executar()
29
30     # criar o objeto para exibir e visualizar os resultados
31     visualizaor = Visualizador()
32     visualizaor.exibir_resultados(df_ql, local="SG", referencia="RJ")
33     visualizaor.plotar_evolucao(df_ql, local="SG")
```

Listing 6: Script que define a lógica da aplicação.

Referências

- [1] Johann Heinrich Von Thünen. *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. 1826.
- [2] Alfred Weber. *Theory of the Location of Industry*. University of Chicago Press, Chicago, 1928.
Tradução de C. J. Friedrich da obra original *Über den Standort des Industrien*, publicada em 1909.
- [3] Gunnar Myrdal. *Economic Theory and Under-developed Regions*. Duckworth, London, 1957.
- [4] John Friedmann. A general theory of polarized development. *Readings in Urban Economics*, 1972.