



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
EACH - ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
MESTRADO ACADÊMICO EM MODELAGEM DE SISTEMAS COMPLEXOS
TRABALHO APRESENTADO PARA DEFESA DE BANCA

 **ANÁLISE E MODELOS DE
LOCALIZAÇÃO DE ATIVIDADES
ECONÔMICAS EM CIDADES**

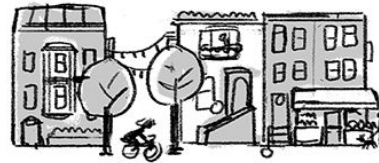
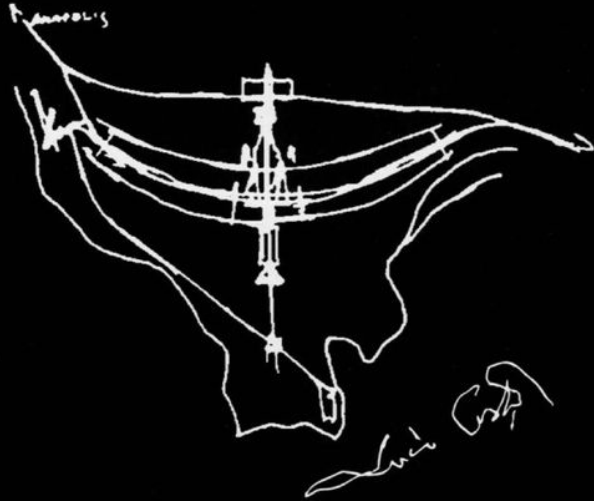
ALUNO: Eduardo Vicensi De Bastiani.

ORIENTADOR: Prof. Camilo Rodrigues Neto, PhD.

BANCA: Camilo Rodrigues Neto, Fabiano Lemes Ribeiro, Haroldo Ribeiro e Marcelo Lauretto.

“Máquinas para resolver problemas”

Le Corbusier, Séc. XX



“Uma manifestação de **complexidade organizada**”

Jane Jacobs, 1961



Um **organismo vivo**,
que evolui e se adapta



Com todos os seus elementos interconectados

**Socio-
demografia**

**Atividades
econômicas**

Economia

**Infraestrutura &
Movimento**

**Potencial de
Consumo**

// Motivação do tema

CIÊNCIA DAS CIDADES

Engenharia Civil, planejamento urbano, análises espaciais de atividades econômicas.

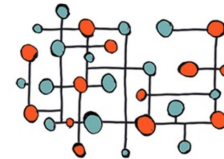
SISTEMAS COMPLEXOS

Data Analytics, Network Science, Desenvolvimento.

Temas, desafios e oportunidades de aplicações



**Tomada de decisão
para empreendedores**



Planejamento urbano e políticas públicas

ATIVIDADES ECONÔMICAS

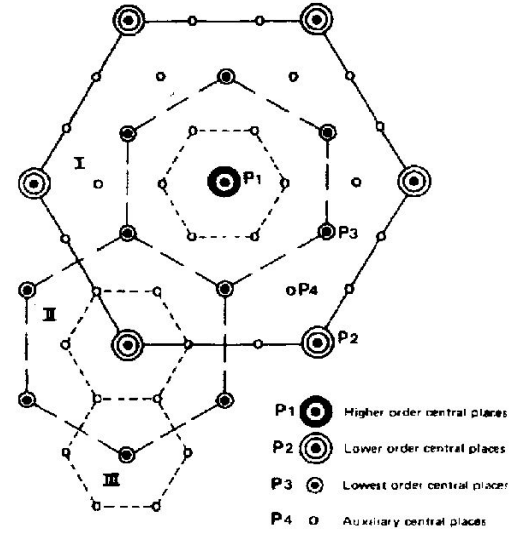


- **Três milhões** de novos negócios abertos em 2019 (SERASA, 2020)
- 80% desses empreendedores brasileiros (GEM, 2020) abrem seu **primeiro empreendimento**, possuem renda de até 3 salários mínimos
- Cerca de 6 em cada 10 dos novos empreendimentos **fecham** antes de completarem cinco anos (IBGE, 2017)
- **37%** dos empreendedores **que fecharam** consideraram possuir uma **localização inadequada** (SEBRAE, 2014)

Economia Urbana

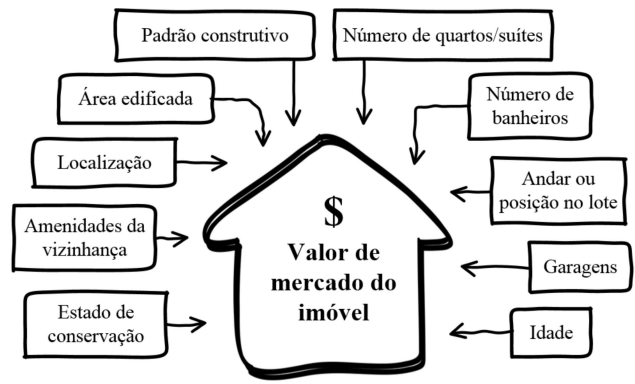
Microeconomia é o estudo de aspectos econômicos das cidades, pela organização e distribuição das atividades urbanas, como moradia, trabalho, educação, crime, transporte e finanças públicas (O’SULLIVAN, 2011).

Teoria do lugar central de Alonso-Mills-Muth (CHRISTALLER, 1966)



Economia Urbana

Modelos de preços hedônicos



Avaliar amenidades urbanas em um vetor de características diretamente mensuráveis em um produto que proporcionem valor a quem as consome (ROSEN, 1974; LANCASTER, 1966).

Econometria espacial



Incorporação da variável de dependência espacial em regressões múltiplas, para medir a interação dos dados com o espaço (ANSELIN, 1988).

Economia Urbana

Modelo gravitacional de Huff

Demanda de consumidores por bens e serviços, e a oferta destes distribuída no espaço.

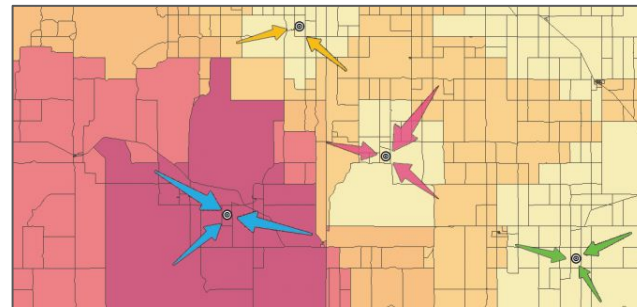
$$H_{ij} = \frac{A_j^\alpha D_{ij}^{-\beta}}{\sum_{j=1}^n A_j^\alpha D_{ij}^{-\beta}}$$

H_{ij} = probabilidade do consumidor i comprar em j

A_j = atratividade do ponto A

D_{ij} = distância entre i e j

α, β = sensibilidade para atratividade e deslocamento



Consumo no varejo em cidades,
fluxos migratórios entre regiões,
comércio internacional
(ANDERSON, 2011)

Ciência das Cidades



Entendimento integrado, científico, quantitativo e preditivo sobre a dinâmica, crescimento e organização das cidades (Bettencourt e West, 2010).

Modelos da física estatística ao entendimento da dinâmica urbana (BETTENCOURT e WEST, 2010; BATTY, 2013).

Desafios: interdisciplinaridade, definição de medidas e a aproximação qualitativa-quantitativa (BARTHELEMY, 2017).

Métodos para análises urbanas // Dados



Censo demográfico



OpenStreetMap

Malha viária mundial



Receita Federal

Atividades econômicas



Trabalho e Renda



Educação e Saúde

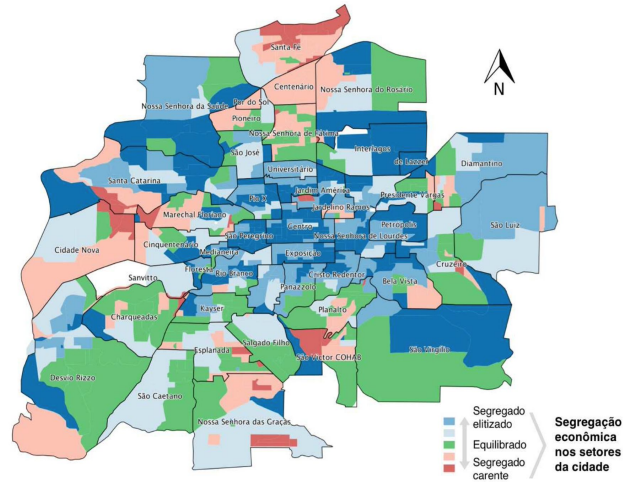


Tribunal Superior Eleitoral

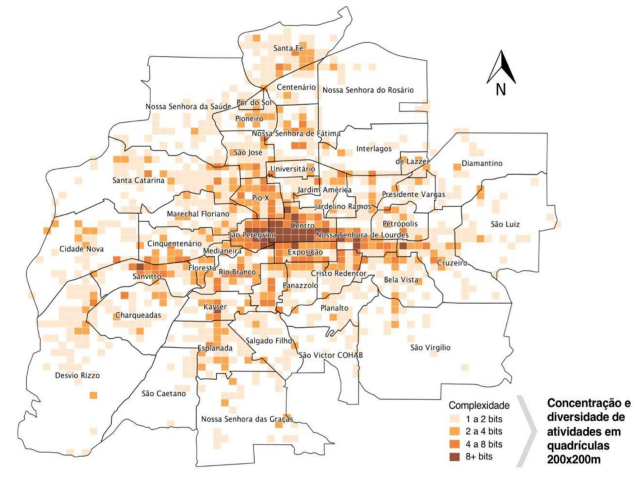


Governo

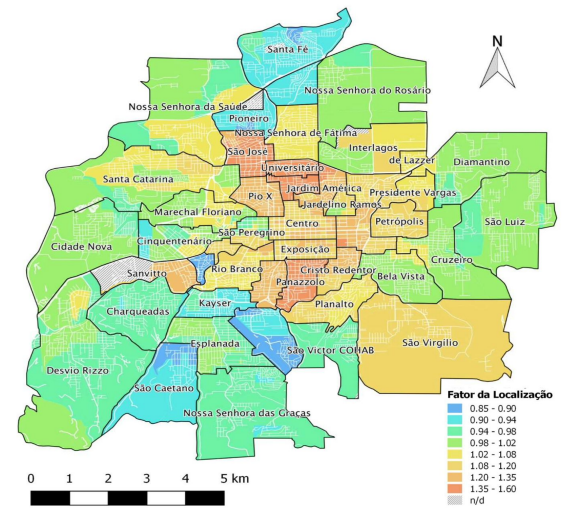
Métodos para análises urbanas // Indicadores



Segregação espacial
(HERMIDA, 2015)



Complexidade urbana
(RUEDA, 2009)

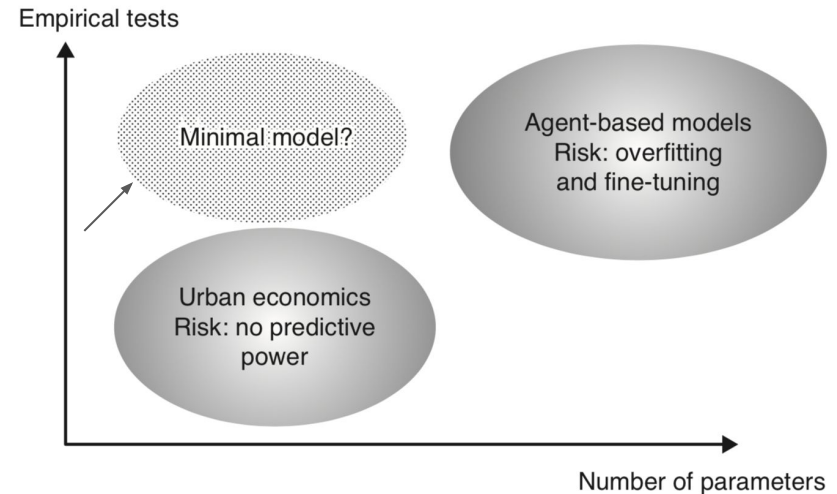


Valorização de imóveis

Métodos para análises urbanas // Modelos

- **Explicar mecanismos observados e prever os fenômenos**
 - Guiar a coleta de dados
 - Iluminar incertezas, sugerir analogias
 - Demonstrar tradeoffs e robustez das premissas assumidas
 - Direcionar as perguntas
 - Promover o hábito científico
 - Comunicar o conhecimento

EPSTEIN (2008)

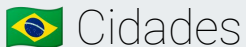


BARTHELEMY (2017)

Modelos de Localização de Atividades Econômicas

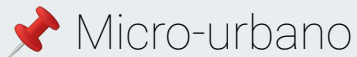
1

Leis de Escala



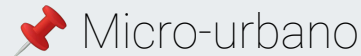
2

Índice-M de interação espacial

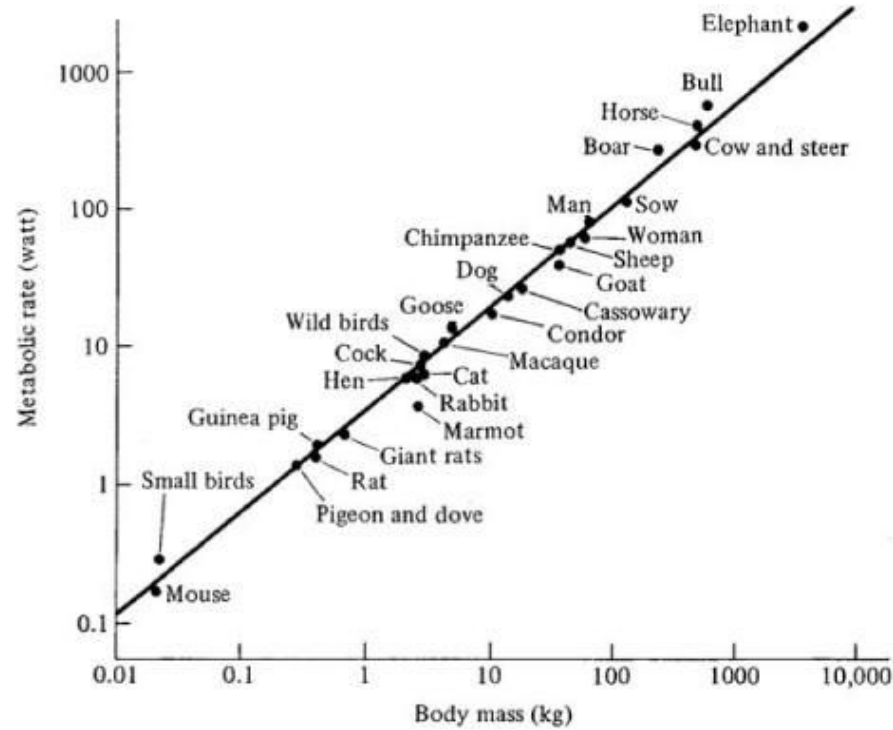


3

Centralidades Espaciais



1 Leis de Escala



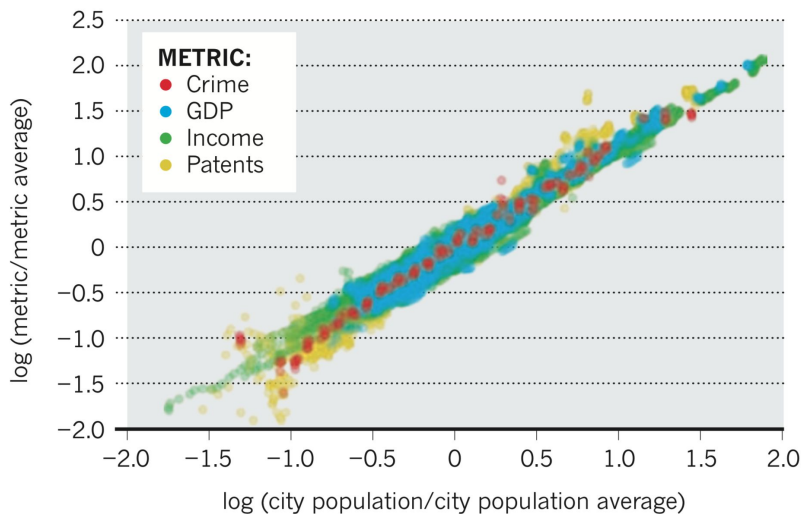
Galileu - análises de escala, dimensionalidade, engenharia.

Biologia - metabolismo, tempo de vida, tamanho adulto de organismos, taxa de batimentos cardíacos.

Lei de Kleiber - $q_0 \sim M^{3/4}$.

MITCHELL (2009)

1 Leis de Escala // Cidades



BETTENCOURT (2007)

$$Y(t) = Y_0 N(t)^\beta$$

$\beta < 1$ (**sublinear**): otimizados com o crescimento da cidade, economias de escala da **infraestrutura** (malha viária, rede elétrica, estações de gasolina)

$\beta \approx 1$ (**linear**): associados com **necessidades** humanas (emprego, casa, trabalho, consumo de água)

$\beta > 1$ (**superlinear**): potencializados com o crescimento da cidade, incorporam retornos **socioeconômicos** (informação, inovação, riqueza)

1 Leis de Escala // Cidades Brasil

Expoentes de escala consistentes

Regimes e tempos. Evolução e.g. educação 1.19 (1991) a 1.07 (2010).

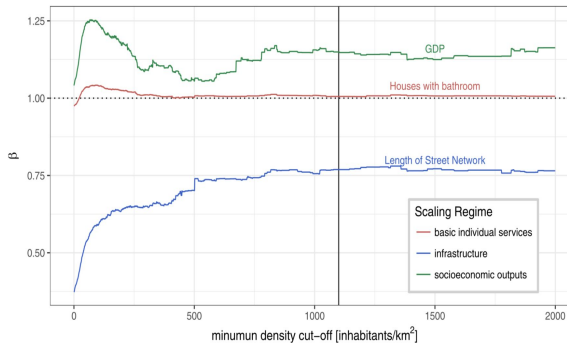
Table 1/ Scaling exponents for urban indicators following city size									
	γ	β	R^2	n. cities	Year	Std error	t-ratio	p-value	DW
Total income	1.09-1.10	0.89-0.96	0.89-0.96	4974	1991-2010	0.003-0.005	170.0-185.5	0.00-0.00	2.00-2.03
Elementary education	1.19-1.07	0.77-0.95	0.77-0.95	4974	1991-2010	0.009-0.003	126.6-308.7	0.00-0.00	2.00-2.01
High education	1.21-1.13	0.58-0.85	0.58-0.85	4974	1991-2010	0.016-0.008	71.88-142.5	0.00-0.00	2.00-2.01
Total births	0.99-0.99	0.91-0.96	0.91-0.96	4974	1991-2010	0.004-0.002	220.9-338.6	0.00-0.00	2.00-2.00
Labor force	1.00-1.00	0.96-0.97	0.96-0.97	4840	2000-2010	0.002-0.002	375.1-419.3	0.00-0.00	2.00-2.00
Unemployment	1.23-1.19	0.78-0.79	0.78-0.79	4480	2000-2010	0.009-0.009	134.3-131.6	0.00-0.00	2.00-2.00
Nominal wages	1.11-1.09	0.61-0.70	0.61-0.70	4840	2000-2010	0.014-0.011	76.88-92.86	0.00-0.00	2.01-2.02
Minimum wages	1.11-1.10	0.60-0.69	0.60-0.69	4840	2000-2010	0.014-0.012	75.87-93.00	0.00-0.00	2.01-2.01
a) homicides*	1.04	0.67	0.67	3088	2010	0.014	74.36	0.00-0.00	2.00
b) homicides**	0.81	0.7	0.7	1214	2010	0.022	33.6	0.00-0.00	2.00

* cities with at least one homicide; ** cities with more than ten homicides.

IGNAZZI (2014)

Sensibilidade do expoente

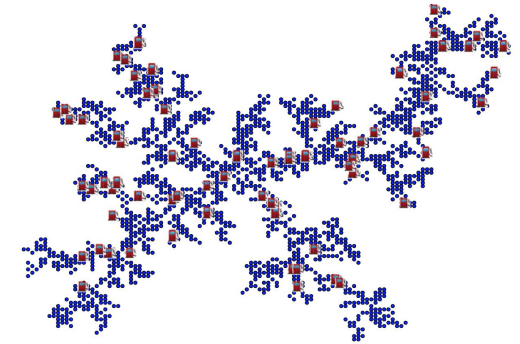
Threshold de oscilações >250 hab/km2, top-down infraestrutura.



MEIRELLES (2015)

Cidade funcional

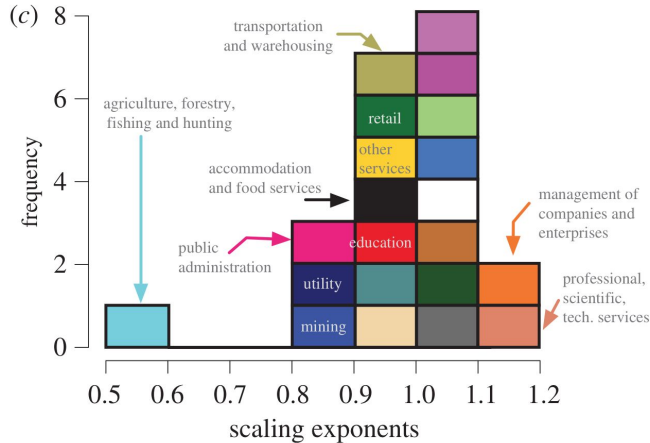
Por áreas geográficas em que a população interage.



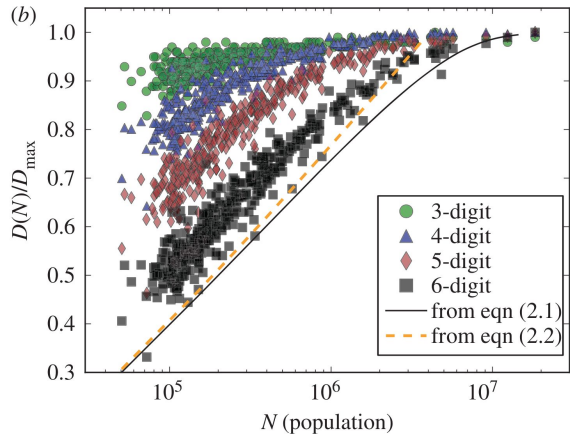
RIBEIRO et al (2017)

1 Leis de Escala // Atividades econômicas

Tipos específicos de atividades ocorrem em diferentes cidades como propriedade de escala

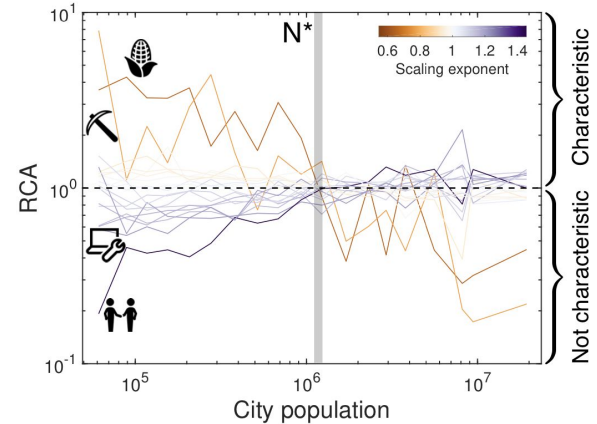


Diversificação e especialização das atividades econômicas se comporta de forma sistemática



HYIEJIN et al. (2015)

População e composição dos expoentes de escala das atividades desenvolvidas



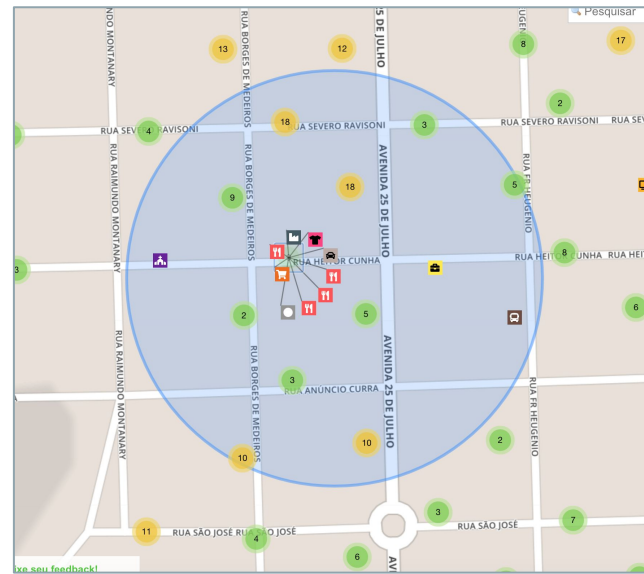
HONG et al. (2018)

2 Índice M de interação espacial

Índice espacial contínuo para estudar **interações entre as atividades econômicas na cidade** (JENSEN, 2009).

Categorias de atividades econômicas podem interagir com atração ou repulsão

$$M_{AB}(x, r) = \frac{\frac{n_B(x, r)}{n_{tot}(x, r)} \text{ (blue circle)}}{\frac{N_B}{N_{tot}} \text{ (grey square)}}$$



2 Índice M de interação espacial // Cálculo

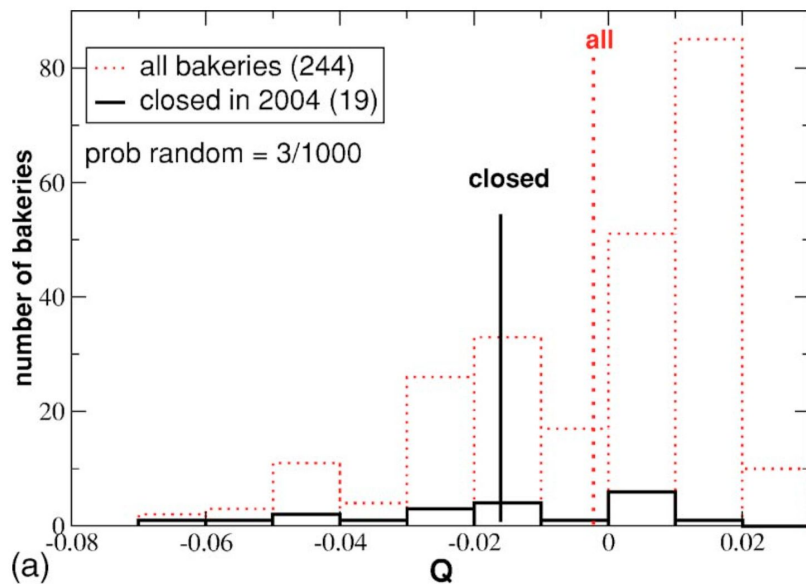
O **índice M** é a média de todas as **atividades A em relação a B**:

$$M_{AB}(r) = \frac{1}{N_A} \sum_{x \in A} \frac{n_B(x, r)}{n_{\text{tot}}(x, r)} / \frac{N_B}{N_{\text{tot}}}$$

Em analogia com os spins magnéticos, valores superiores a 1.00 indicam uma **atração** entre os setores (por exemplo, entre lojas de roupas e calçados); do contrário, indicam **repulsão** entre setores (por exemplo, entre lojas de conveniência).

Jensen (2006) empregou um valor $r = 100$ m para o raio, distância que um potencial consumidor normalmente visita outras lojas.

2 Índice M de interação espacial // Índice de Qualidade



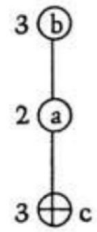
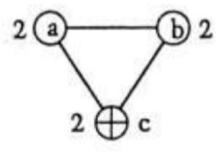
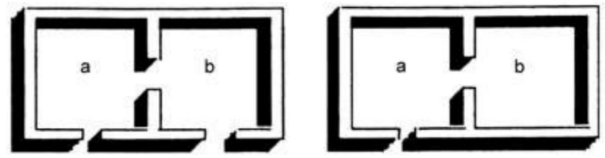
Um **índice de qualidade** maior representa uma localização onde os vizinhos preferidos de uma atividade i estão mais representados em relação a um conjunto de localizações.

O conjunto de 19 padarias **fechadas** entre 2003 e 2005 possuía um índice de qualidade da localização menor que o conjunto total de padarias - JENSEN (2009)

3 Centralidades espaciais

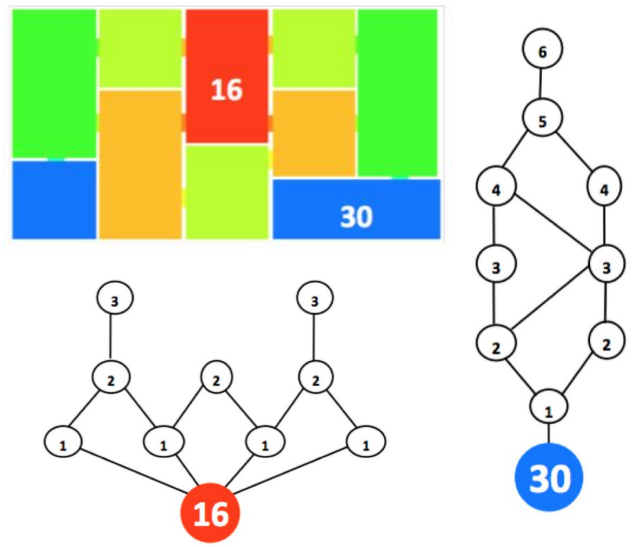
O layout espacial de prédios e espaços urbanos exerce forte influência no comportamento humano.

A maneira como os locais se conectam é diferentemente relacionada a maneira como as pessoas se movem, interagem e transacionam (HILLER, 1999)



3 Centralidades espaciais // Cidade

Closeness Centrality



Os **modelos configuracionais** estudam as redes espaciais sobre a cidade, sendo capazes de hierarquizar os elementos constituintes do espaço urbano.

A **morfologia urbana** pode ser compreendida em função de propriedades como distância, posição relativa, alcance, entre outros fenômenos associados à cidade (LIMA, 2015)

3 Centralidades espaciais // Medidas



Closeness Centrality (Integration)

Fluxos de pessoas, segregação socioespacial, usos e ocupação do solo, vetores de expansão urbana, criminalidade.

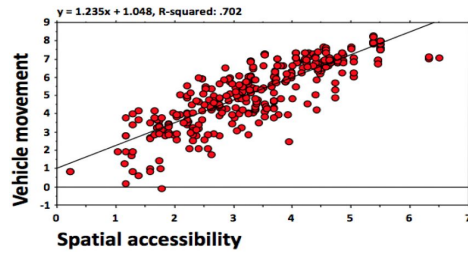
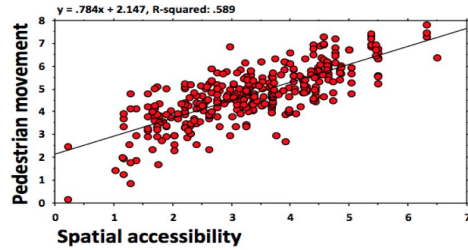


Betweenness centrality (Choice)

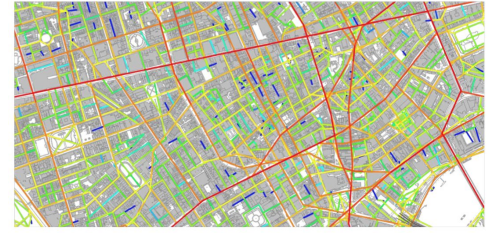
Centralidade de atravessamento, corredores viário, eixos contínuos.

3 Centralidades espaciais // Espaço urbano

- 1. Organizar o **movimento**
- 2. Distribuir **uso do solo**
- 3. Influenciar **crime & segurança**
- 4. Afetar emissões de **carbono**
- 5. Determinar **valor do solo**



60-80% dos movimento são consequência do layout viário



20% das ruas mais acessíveis concentram 80% do varejo



Hipótese de Pesquisa

Os modelos da dinâmica urbana seriam capazes de refletir a **distribuição de atividades econômicas** sobre diferentes escalas do território brasileiro, existindo atividades mais e menos **sensíveis para a localização**

HIPÓTESE 1 - **Leis de Escala** e expoentes permitem explicar escalonamento de setores econômicos em cidades brasileiras.

HIPÓTESE 2 - **Índice de interação espacial** explica a distribuição de setores econômicos e qualidade da localização para regiões de cidades.

HIPÓTESE 3 - **Centralidades** relacionam-se com a maior concentração de diferentes setores econômicos e sua distribuição micro-urbana.

 OBJETIVO GERAL

Avaliar a distribuição de atividades econômicas sobre o território brasileiro, analisando os segmentos econômicos em **três abordagens de sistemas complexos** (Leis de Escala, Índice de Interação Espacial e Centralidades).



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. **Revisar a literatura** conectando os sistemas complexos, cidades e localização de atividades econômicas, presentes nos modelos de Leis de Escala, Índice de Interação Espacial e Centralidades.
- B. Analisar os componentes específicos e resultados da aplicação de cada um dos **três modelos propostos** no cenário brasileiro.
- C. Discutir a relação entre os resultados das abordagens, e conectar os mesmos com as teorias no contexto da **ciência das cidades**.



Metodologia de Pesquisa

Objetivo	Finalidade	Método	Abordagem	Procedimento
Exploratório	Aplicada	Indutivo	Quantitativa	Bibliográfico e Experimental
Localização de atividades sobre novos cenários	Eventual melhoria em problema conhecido	Premissas gerais partindo de casos específicos	Análise de dados e generalização de fenômenos	





MÉTODO

BIBLIOGRAFIA

Capítulo 1
Introdução

Capítulo 2 Cidades
e complexidades

Capítulo 3
Modelos de localização
de atividades
econômicas

Proposta de
Método

EXECUÇÃO

a) Organização de dados e informações

Cidades
(IBGE)

Atividades
econômicas
(Receita)

Malhas
Viárias
(Open Street
Maps)

Classificar
granularidades

Elaborar
segmentos
econômicos

Geolocalizar
atividades no
mapa

Centralidades
urbanas

b) Leis de Escala

Explorar cortes
e
granularidades

Expoentes de
escala dos
segmentos

Análise
evolução,
diversidade e
abundância

**c) Índice M
interação**

Aglomeração
das atividades

Matriz de
atração e
repulsão entre
segmentos

Índice de
qualidade e
sobrevivência

**d) Centrali-
dades**

Índice de
qualidade e
sobrevivência

Centralidade
s em cada
segmento

Centralidades
para o sucesso
de atividades

**e) Discussão
e aplicação**

Convergência de
resultados entre
modelos e
segmentos
econômicos

Mecanismos de
dinâmica urbana
e associação
com teorias.

Direcionamentos
a cidades e
atividades

Aquisição de dados
Elaboração de informações

Análise de modelos, resultados por
segmento e observações dos mecanismos

Discussão
resultados

OBJETIVO
ESPECÍFICO A


OBJETIVO
ESPECÍFICO B

OBJETIVO
ESPECÍFICO C



LEIS DE ESCALA

Avalia o **escalonamento** de setores econômicos nas cidades brasileiras

 **Organizamos os dados das atividades econômicas**, centrais para os três modelos estudados, e demais dados necessários

1



Receita Federal

ATIVIDADES ECONÔMICAS

20M EMPRESAS ATIVAS



Geolocalização



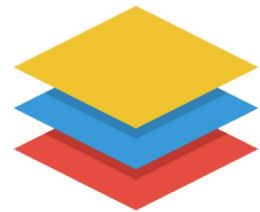
Setor Econômico



Classificação



COLETA E ORGANIZAÇÃO DE DADOS



DADOS

2



CENSO DEMOGRÁFICO

300K Setores Censitários - Censo 2010

Estimativas de população - 2020, 2000 e 1990

3




OpenStreetMap

SISTEMA VIÁRIO BRASIL



Centralidades

 **Geolocalização** transforma endereços em coordenadas sobre o mapa, essencial para os métodos dependentes de localização

Rua Harmonia, 445
Vila Madalena
São Paulo

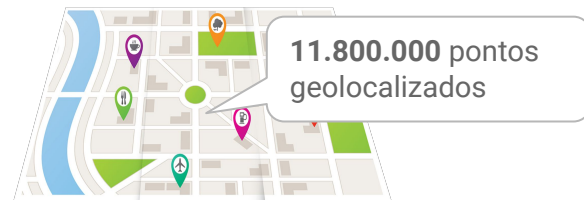
Endereço

Rua, número, bairro, cidade e estado de cada atividade



Geocoder • Pelias, Open Source

Bancos de dados como o Open Street Maps, Who is on First, Open Addresses



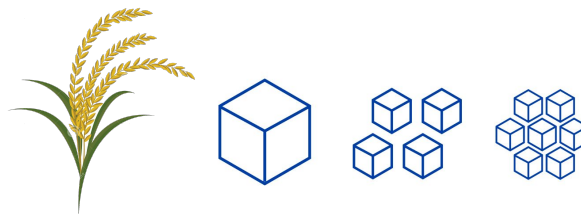
Coordenadas espaciais

Latitude e longitude

município	uf	codigo_município	cnpj_geocod...	cnpj_census_tract	cnpj_total	percent_geocod...	pct_geocoded_good	pct_census_over_geocoded	pct_activ_city_good
SÃO PAULO	SP	7.107	3.455.936	3.229.846	3.454.912	99,97	22,59	93,46	84,3
RIO DE JANEIRO	RJ	6.001	1.473.042	1.357.376	1.474.224	99,92	22,98	92,15	81,31
BELOHORIZONTE	MG	4.133	754.106	755.108	754.427	99,96	15,63	99,87	49,31
BRASÍLIA	DF	9.701	585.722	90.489	647.037	90,47	4,45	15,45	11,14
CURITIBA	PR	7.535	585.340	585.241	585.626	99,95	10,7	99,98	91,9
SALVADOR	BA	3.849	555.538	554.160	557.897	99,58	33,83	99,75	72,84
PORTO ALEGRE	RS	8.801	542.582	541.600	543.200	99,89	16,28	99,82	82,14
FORTALEZA	CE	1.389	502.500	498.872	502.840	99,93	14,22	99,28	44,71
GOIANIA	GO	9.373	394.145	395.679	397.084	99,76	34,76	99,88	51,46
RECIFE	PE	2.531	354.025	353.328	354.284	99,93	34,89	99,8	87,13
CAMPINAS	SP	6.291	302.934	297.932	303.219	99,91	61,46	98,35	65,16
MANAUS	AM	255	269.373	269.002	269.958	99,78	34,8	99,86	71,35
GUARULHOS	SP	6.477	239.881	239.771	240.011	99,95	54,27	99,95	56,43
BELEM	PA	427	215.086	212.841	215.676	99,73	14,42	98,96	30,6
RIBEIRÃO PRETO	SP	4.969	201.880	201.713	202.073	99,9	71,12	99,92	79,27
CAMPO GRANDE	MS	9.051	198.282	197.979	198.502	99,89	29,01	99,85	87,32

A **precisão exata de atividades**, que corresponde a posição e lado da rua exatos (por meio do ponto do Open Addresses) foi encontrada em mais de 80% das atividades em 47 cidades, incluindo 7 capitais. Estas cidades serão priorizadas nos métodos espaciais dependentes da sensibilidade da localização

 O setor econômico é incorporado, para classificação das atividades



Cada atividade possui um código “CNAE”, da **Classificação Nacional de Atividades Econômicas**

Esta classificação é análoga ao **NAICS** nos Estados Unidos

As atividades possuem sete granularidades distintas:

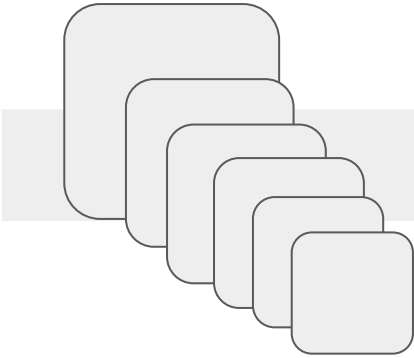
- **Seção “A”** - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
- **Divisão “01”** - “Agricultura, pecuária e serviços relacionados”
- **Grupo “011”** - “Produção de lavouras temporárias”.
- **Classe “0111-2”** - “Cultivo de cereais para grãos”.
- **Subclasse “0111-2/01”** - “Cultivo de arroz”

Classificação de atividades para simplificar a interpretação

Agregar enfrenta o *tradeoff* entre **abranger** o máximo de atividades existentes (ou todas), ao mesmo tempo de **distinguir as particularidades** de cada grupo, dentro da restrição de limitar um número de **elementos razoável** para o entendimento da análise

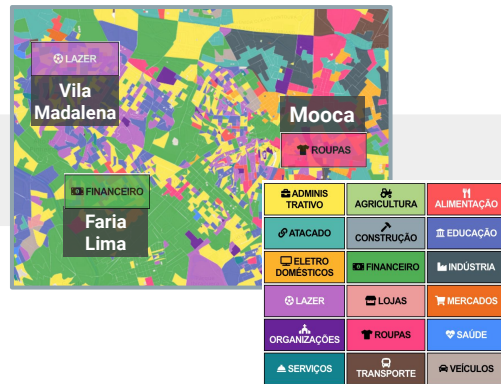
categorias mais populares

abstraem grandes setores, e.g. 47 comércio varejista



clusters de setores semelhantes

mais abrangente, porém ainda sem especificidades



delimitação de estabelecimentos

abrange elementos em específico direcionados ao foco da análise

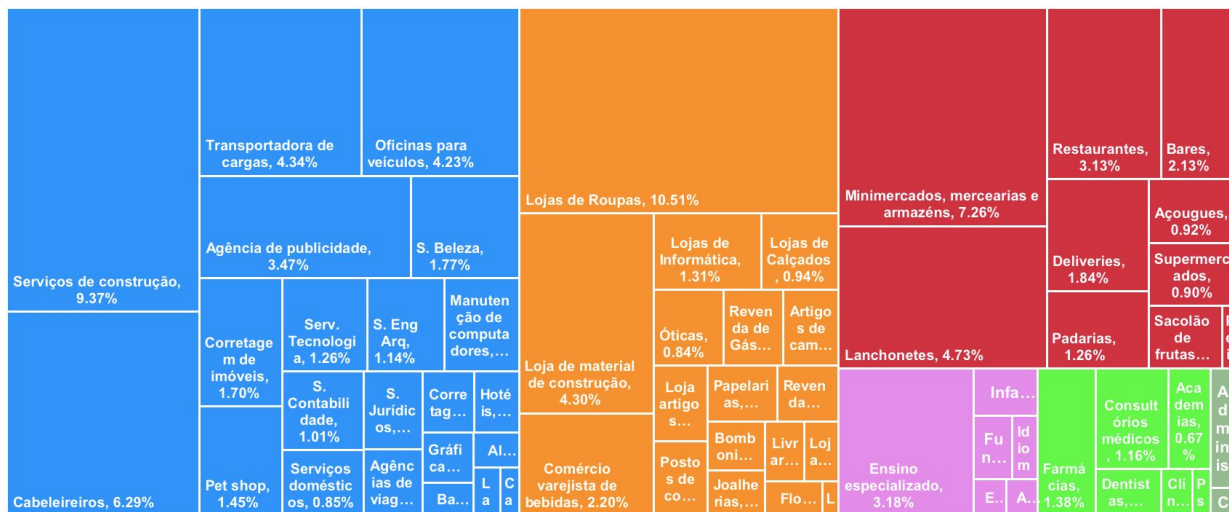
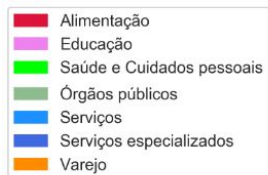


Setor terciário priorizado, atividades com maior dependência de localização

Consiste no **comércio de bens e prestação de serviços**, passando pelo comércio de mercadorias, atividades financeiras e imobiliárias, administração pública, serviços a empresas e pessoas, educação e saúde. Despriorizamos o setores primário e secundário (agricultura, matérias primas e indústrias de transformação).

64 segmentos de atividades

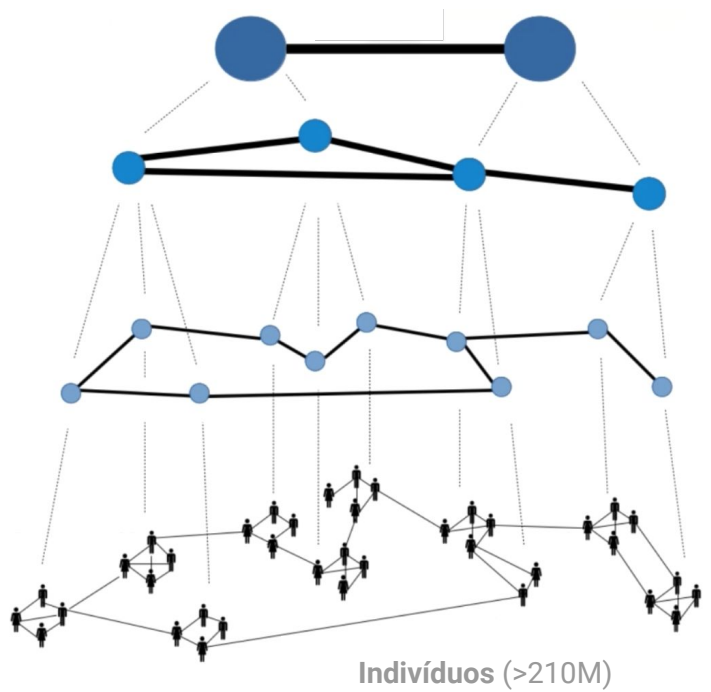
Abrange 52,88% de todas as atividades ativas do Brasil (10.337.998 de 19.546.286).



Critérios de classificação

- (1) **Elementos populares** (>10.000 atividades) para abrangência elevada, em detrimento de atividades específicas
- (2) **Semelhança** dentro dos elementos, considerando descrições das Subclasses e expoentes de escala equivalentes.

Leis de Escala exigem uma granularidade de análise territorial



Mesorregiões (137)

Microrregiões (553)

Cidades (5.556)

Indivíduos (>210M)

Maior uniformidade em regiões/população

Grande agregação e maior desvio do expoente



Maior granularidade do território

Amplitude e população passa por cinco ordens de grandeza (de 700 a 5M)

Conjunto completo apresenta divergências e quando cortado (densidade/pop) elimina grande quantidade de amostra

Microrregiões como unidade territorial de análise

1

Microrregiões equilibram **acurácia e precisão** da escala

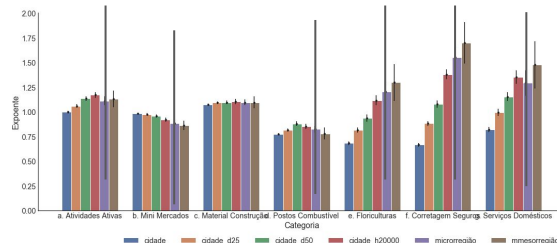
O grupo apresenta o expoente de escala com **ajuste médio** acima das cidades isoladas ($R^2=0.71$) e permanece com desvio médio menor que a mesorregião (± 0.06), permanecendo **característico**.

Existem 553 microrregiões de sistemas urbanos comuns que abrangem todo o território.

2

Os expoentes de escala são **intermediários** na microrregião

Mesmo diante de alguns expoentes que aumentam com a granularidade (possíveis interações entre cidades), a microrregião possui um meio termo nestes expoentes.



3

Uniformidade com estudos de escala em **divisão regional**

Outros estudos de Leis de Escala consideram o equivalente a microrregiões em seus países, como as *Metropolitan statistical areas* (MSA) nos Estados Unidos, *larger urban zones* (LUZs) na União Européia e *urban administrative units* (UAUs) na China.

Segundo Bettencourt (2009), regiões urbanas tendem a reduzir limites políticos e geográficos arbitrários, por se tratarem de núcleos urbanos onde uma fração considerável da população trabalha e interage dentro de suas fronteiras;

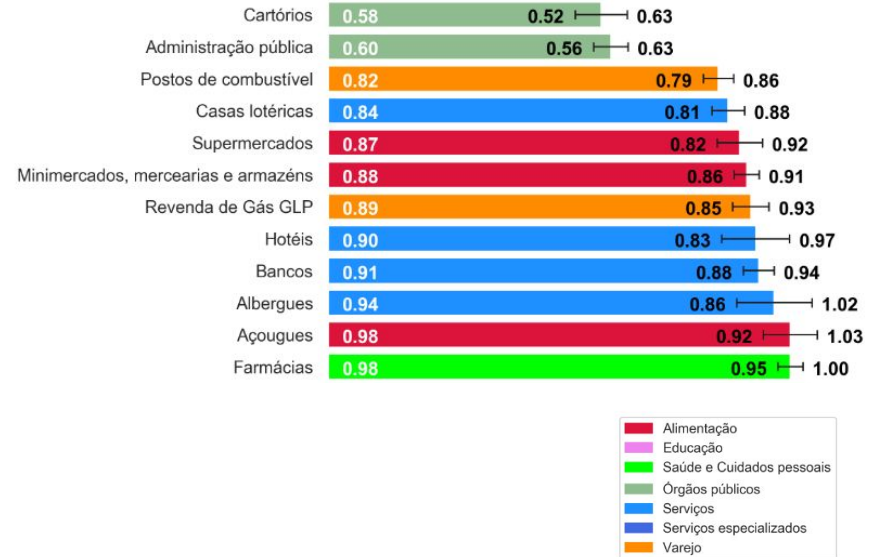
Escalonamento dos segmentos de Atividades Econômicas

As atividades com $\beta < 1.00$ estão fortemente associadas com a **infraestrutura urbana**, entre eles **órgãos públicos** (administração pública e cartórios), **comércios de alimentos e energia** (mercados, postos de combustível e revenda de gás) e **serviços mais essenciais** (casas lotéricas e bancos, alojamentos, farmácias).

O expoente indica que estas atividades estão proporcionalmente **mais concentradas em cidades menores** e sendo relativamente suprimidas na medida que a população da cidade cresce.

Calculou-se o expoente de escala para os segmentos classificados, por meio da regressão entre os logaritmos da população e das atividades da categoria. Adicionalmente, os mesmos foram calculados com um estimador de *maximum likelihood*, onde os 64 expoentes se mantiveram dentro do intervalo de confiança.

Escalonamento de Setores Classificados - $\beta < 1.00$



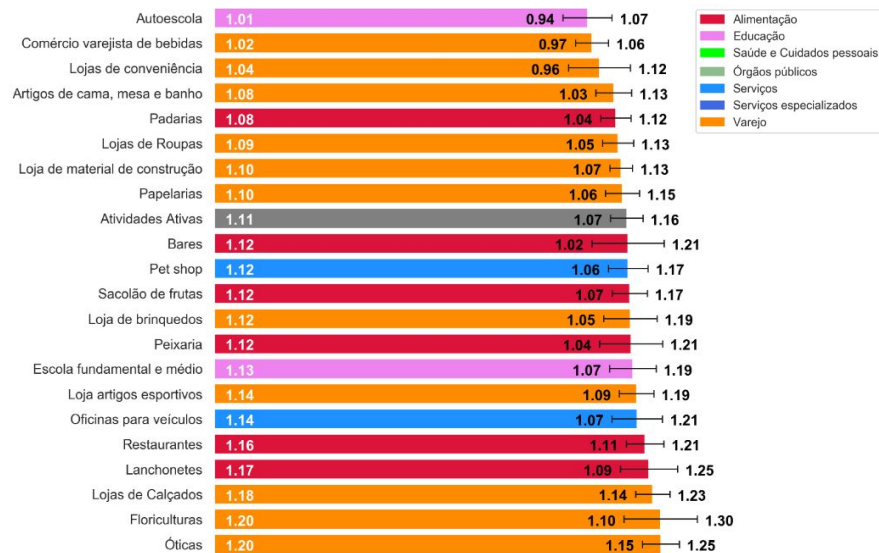
Escalonamento dos segmentos de Atividades Econômicas

As atividades com $\beta = 1.00 \approx 1.20$, ligeiramente acima do escalonamento linear, aproximam-se da **faixa de consumo e necessidades humanas**. Associam-se sobretudo a categorias de **alimentação e varejo**.

A alimentação compreende **compra de alimentos** (padaria e peixarias) e **fora de casa** (bares, restaurantes, lanchonetes). O **varejo** incorpora os mais diversos produtos (bebidas, conveniência, casa, materiais de construção, roupas, calçados, papelarias, brinquedos, floriculturas e óticas). O grupo ainda contém **educação** (ensino fundamental, médio e autoescola) e **serviços pontuais** (pet shop e oficinas de veículos).

Todas estas atividades são super-lineares e crescem em proporção **ligeiramente mais rápida** que a população da cidade.

Escalonamento de Setores Classificados - $\beta = 1.00 \approx 1.20$



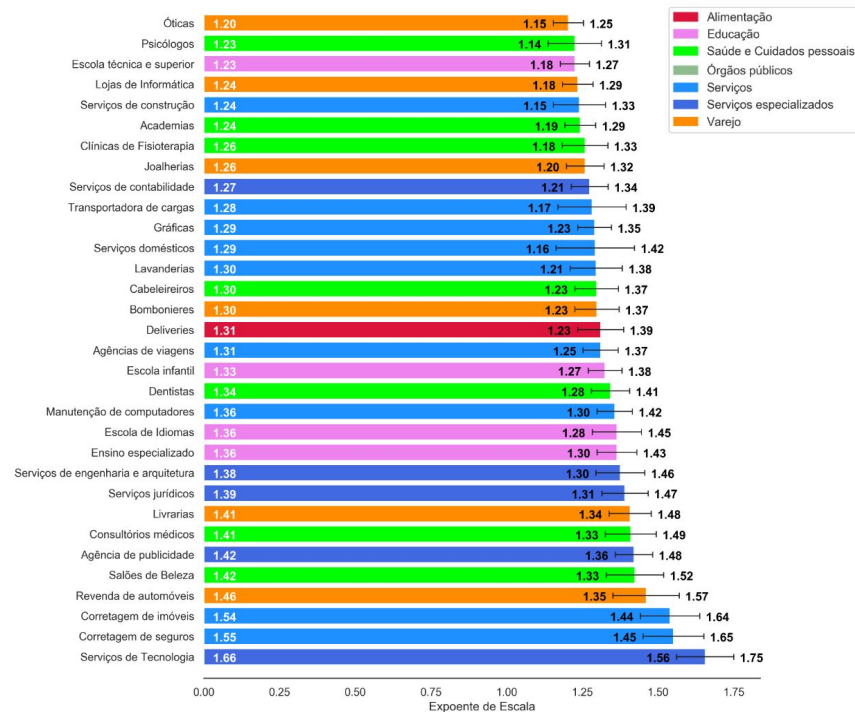
Escalonamento dos segmentos de Atividades Econômicas

As atividades com $\beta > 1,20$ estão na faixa potencializada pelas trocas socioeconômicas (informação, inovação, riqueza) e concentram especialmente os **serviços e atividades especializadas**.

Entre elas as atividades de **saúde e cuidados pessoais** (psicólogos, academias, fisioterapia, cabeleireiros, dentistas, consultórios médicos e salões de beleza), **serviços diversos** (construção, transportes, gráficas, domésticos e lavanderias, viagens, corretagem, informática), **varejos mais especializados** (informática, joalherias, bombonieres, livrarias, automóveis), **educação específica** (infantil, idiomas, especializado) e **serviços especializados** (engenharia e arquitetura, contabilidade, jurídicos, publicidade, tecnologia).

Essas atividades super-lineares com $\beta > 1,20$ possuem um crescimento **mais acelerado que a população** e encontram-se proporcionalmente mais abundantes nas cidades maiores.

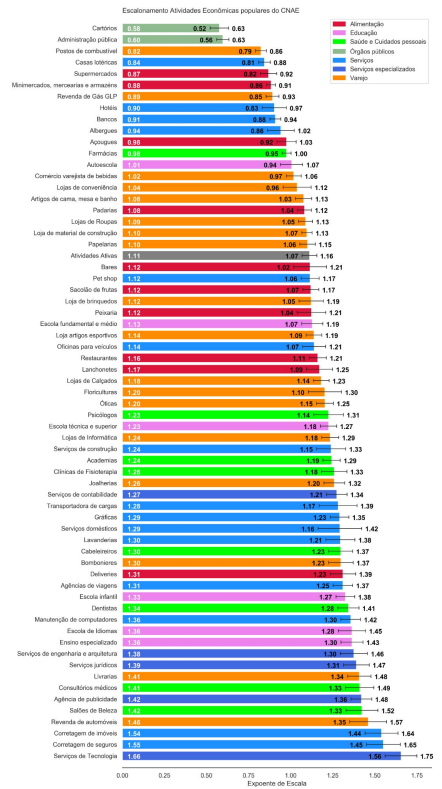
Escalonamento de Setores Classificados - $\beta > 1.20$



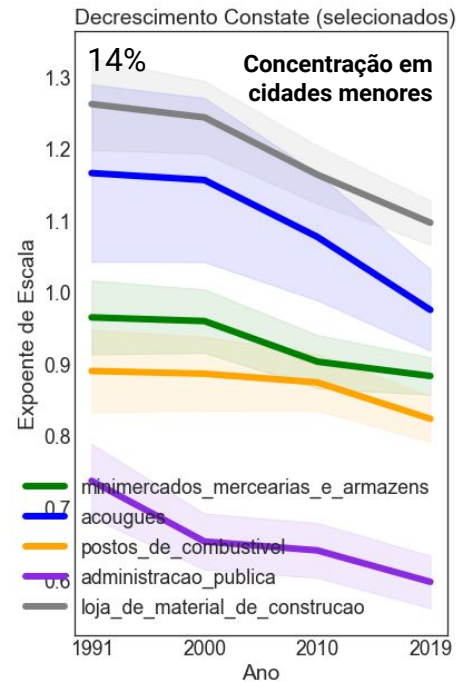
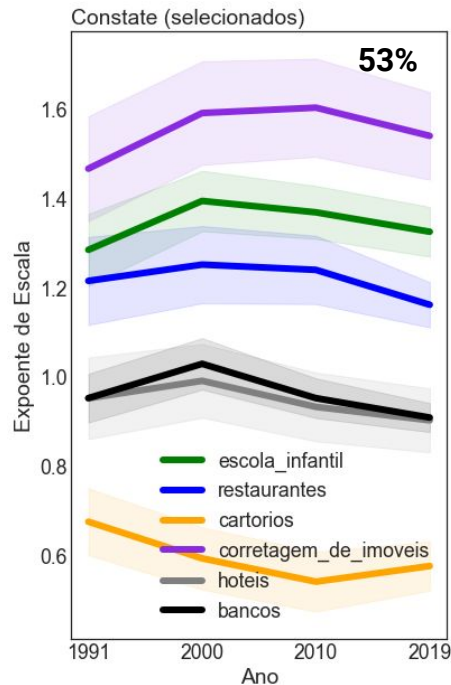
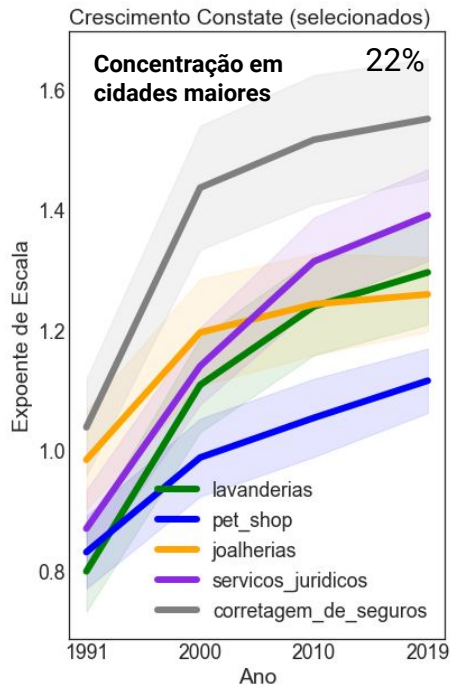
Escalonamento dos segmentos de Atividades Econômicas

O expoente de escala possui comportamento crescente com a especialização das atividades, revelando uma trajetória de desenvolvimento nas cidades

- O **comércio varejista** apresenta os menores expoentes em categorias mais comuns nas cidades como combustíveis ($\beta=0,82$), gás ($\beta=0,89$) e bebidas ($\beta=1,02$). Os maiores expoentes aparecem em produtos mais especializados como joalherias ($\beta=1,26$), bombonieres ($\beta=1,30$), livrarias ($\beta=1,41$) e automóveis ($\beta=1,46$).
- Os **serviços** mostram menores expoentes entre hotéis e albergues ($\beta=0,90-0,94$), bancos ($\beta=0,91$); aqueles **especializados** prestados por profissionais com ensino superior possuem os expoentes de escala mais elevados, como **contabilidade** ($\beta=1,27$), **engenharia e arquitetura** ($\beta=1,38$), **jurídicos** ($\beta=1,39$), **publicidade** ($\beta=1,42$), **corretagem de imóveis e seguros** com ($\beta=1,54\approx 1,55$) e **tecnologia** ($\beta=1,66$), mais dependentes de informação, inovação e interação entre pessoas concentrada em grandes cidades.
- **Saúde** inicia em farmácias ($\beta=0,98$) e continua até dentistas ($\beta=1,34$) e médicos ($\beta=1,41$); enquanto **alimentação** inicia na compra de alimentos em minimercados e supermercados ($\beta=0,87-0,88$) e segue a tendência para alimentação fora de casa em restaurantes ($\beta=1,16$) e lanchonetes ($\beta=1,17$).



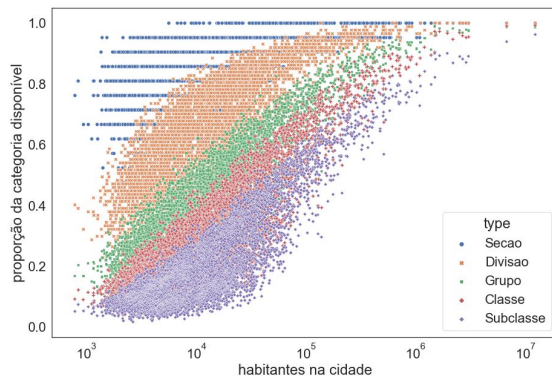
Ao longo das décadas, a maioria dos expoente de escalonamento permaneceram constantes e robustos; enquanto alguns deles cresceram ou reduziram sistematicamente



As atividades brasileiras possuem comportamentos semelhantes de especialização e abundância relativa no escalonamento daqueles observados por Hiejin.

Especialização de atividades com população da cidade.

Proporção de cada granularidade ocupada, em relação aos habitantes da cidade



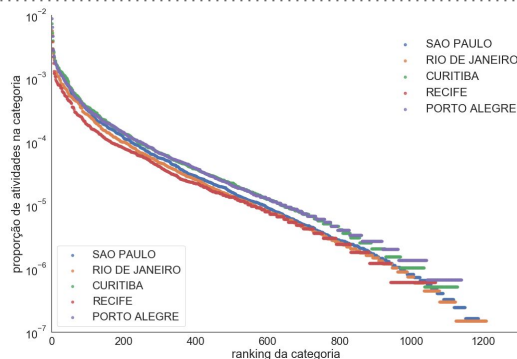
Especialização crescente e sempre contínua.

Saturação ocorre em granularidades maiores, enquanto aquelas menores possuem adição contínua de especializações.

Pequenas cidades constroem rapidamente um núcleo econômico ganhando diversidade, em seguida desaceleram, mas nunca deixam de inovar.

Abundância relativa por ranking de categoria

Proporção de atividades na categoria, em relação ao ranking da categoria



Abundância relativa de atividades segue distribuição comum em cidades. Quantidade de estabelecimentos segue ordem de popularidade, independente das características das cidades.



ÍNDICE M DE INTERAÇÃO

Avalia a distribuição das atividades econômicas próximas espacialmente em “**clusters econômicos**”.

Inicialmente, verificam-se as atividades no entorno de cada ponto

Explora-se a quantidade média de atividades num raio de 100m do entorno dos segmentos econômicos.

Para validar a premissa da **concentração de atividades no entorno** de cada ponto, que interagem com o mesmo.

Analisadas 149.111 atividades ativas e geolocalizadas nos segmentos classificados. Cidades de Cascavel (PR), Caxias do Sul (RS), Joinville (SC), Londrina (PR) e Uberlândia (MG), todas com elevada precisão na geocodificação de atividades.

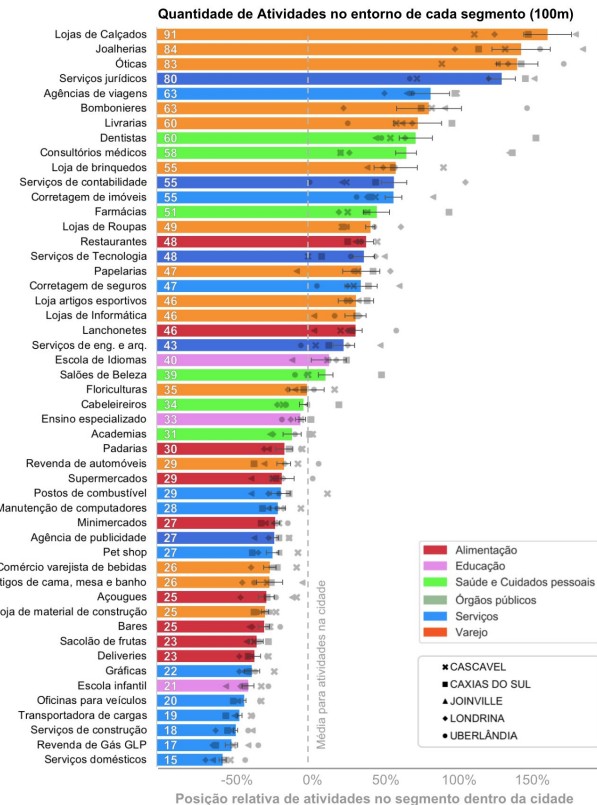
Existe **semelhança entre cidades** na quantidade de vizinhos no entorno dos segmentos, com média 35 atividades a 100 metros de cada ponto.

O gráfico mostra os valores individuais por cidade da mesma quantidade de atividades no entorno dos pontos, normalizados pela média da cidade. Estes valores seguem a tendência das atividades, mostrando consistência entre os agrupamentos.

Atividades com maior concentração de vizinhos são do **varejo**, associadas com o **vestuário** (loja de calçados, joalherias, óticas) e **saúde** (dentistas, médicos e farmácias).

Estas são menores e próximas de outras atividades, como em ruas especializadas, shopping centers e prédios comerciais.

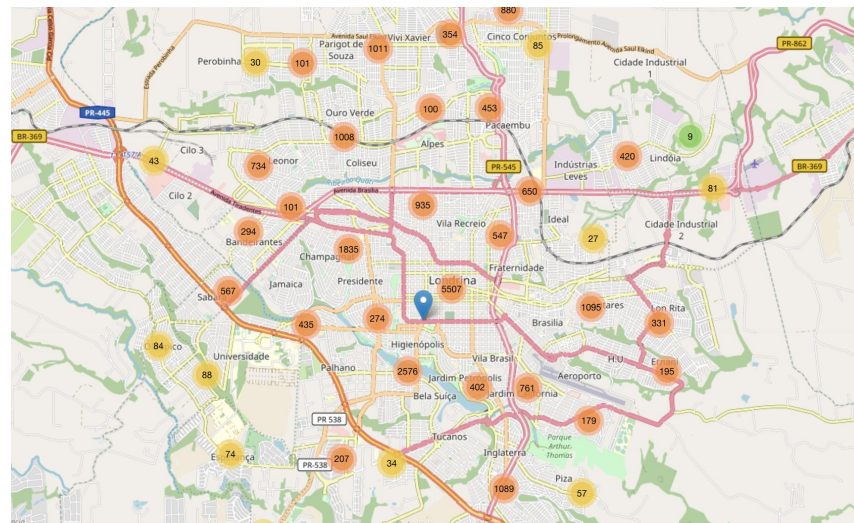
As menores concentrações e mais isoladas, por outro lado, ressaltam atividades dependentes de **veículos** (oficinas, transportadoras, materiais de construção) e **serviços externos** (domésticos, construção, delivery), mais afastadas dos centros e por consequência das demais atividades.



Cálculo da matriz completa do Índice-M

O índice M avalia a **aproximação ou afastamento** entre os **diferentes segmentos de atividades econômicas**.

Construímos a **matriz completa de interações do índice M** entre os 64 setores de atividades econômicas analisados, como estudo de caso no cenário brasileiro.




Londrina possui 575.377 habitantes (IBGE, 2020), a segunda cidade mais populosa do Paraná, atrás da capital Curitiba. É um eixo de ligação entre o Sul e Sudeste e um centro urbano, econômico, industrial e cultural do norte do Paraná. Possui 67.263 atividades econômicas ativas, sendo 31.688 entre os setores analisados e 90% destas posicionadas de forma precisa sobre o mapa.

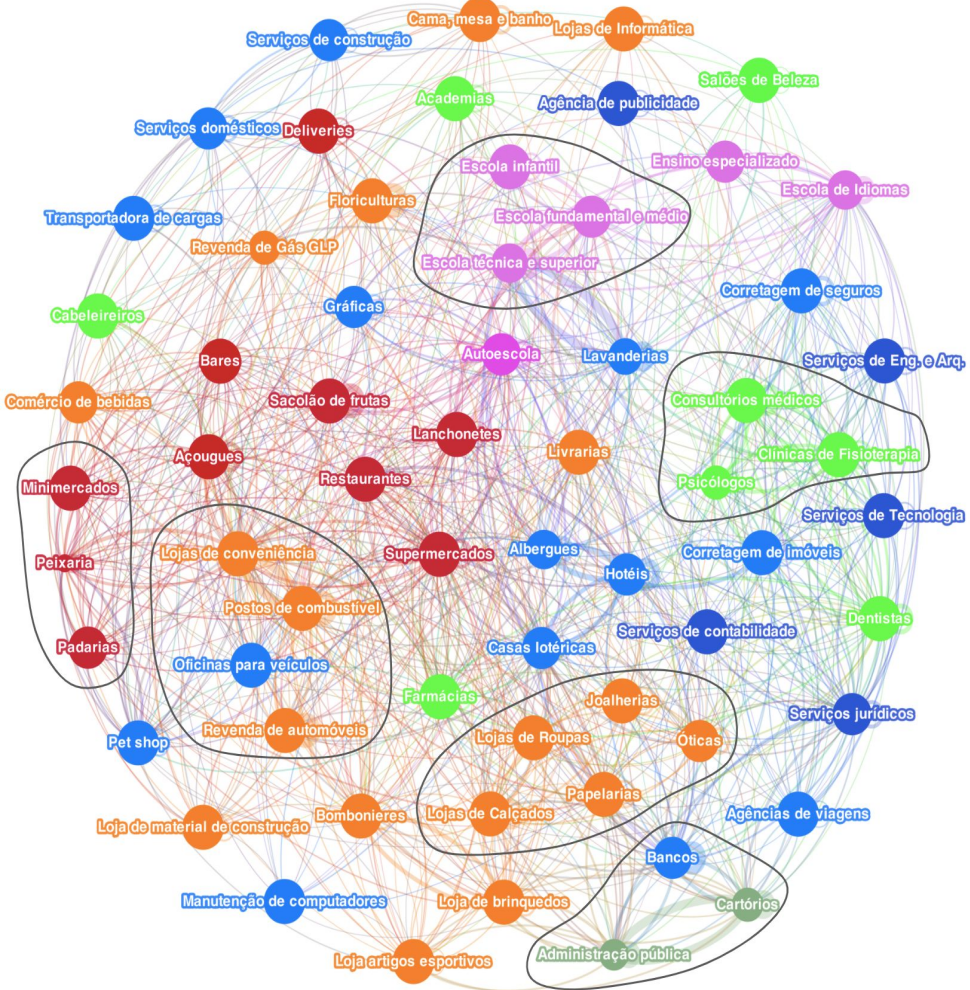
Exemplos de Índice-M para atração entre atividades

Setor A	Setor B	Índice M entre setores
Administração pública	Bancos	3.81 ± 1.15
Consultórios médicos	Dentistas	3.06 ± 0.65
Clínicas de Fisioterapia	Psicólogos	4.52 ± 1.97
Escola infantil	Escola fundamental e médio	4.29 ± 2.87
Escola técnica e superior	Escola de Idiomas	3.05 ± 2.06
Lojas de Calçados	Joalherias	3.00 ± 0.66
Lojas de Roupas	Lojas de Calçados	3.67 ± 0.56
Oficinas para veículos	Revenda de automóveis	2.94 ± 1.06
Postos de combustível	Lojas de conveniência	13.10 ± 4.86
Serviços de Eng. e Arq	Corretagem de imóveis	1.97 ± 0.25

Existem **≈3.8 vezes a proporção de “Bancos”** no entorno (100m) de “Administração Pública”, em relação a concentração média da cidade, conforme a fórmula:

$$M_{AB}(x, r) = \frac{n_B(x, r)}{n_{\text{tot}}(x, r)} \cdot \frac{N_B}{N_{\text{tot}}}$$


O desvio padrão deste índice para as cinco cidades analisadas foi de ± 1.15



A rede do Índice-M conecta setores com **índice M>1,30**, aproximado pelo algoritmo Force Atlas.

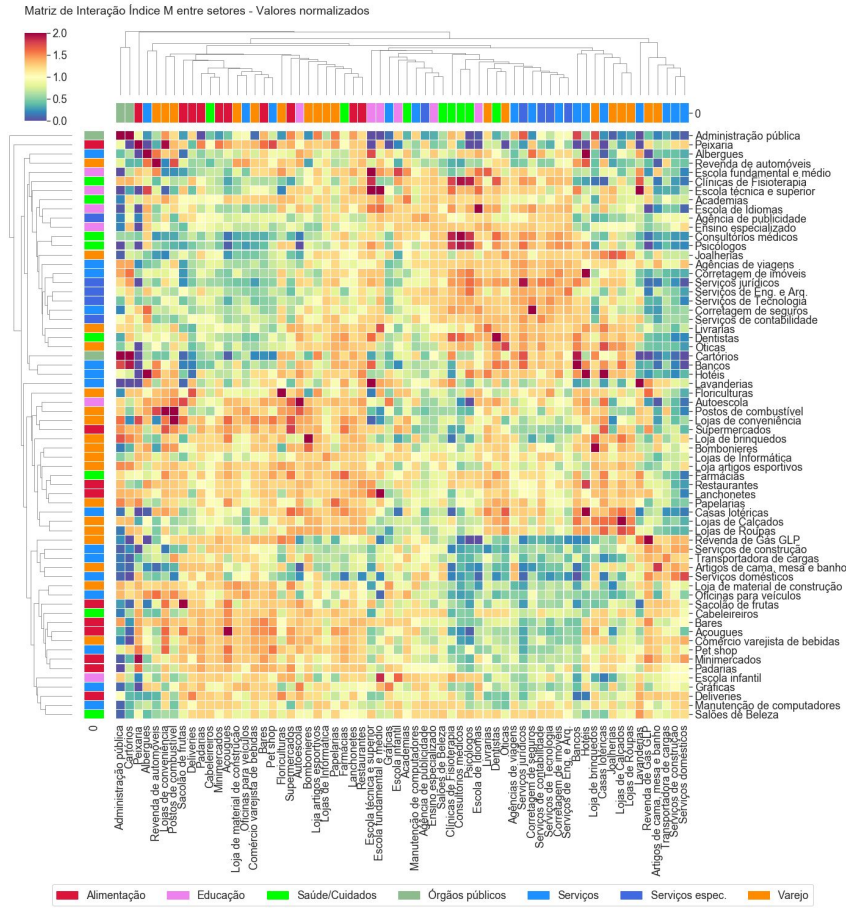
Aparecem relações de **atração espacial** em segmentos com **relação entre seus serviços**, como **escolas** (infantil, fundamental, média, superior), **atividades com veículos** (postos, oficinas, revenda de automóveis), **comércio de moda** (roupa, calçados, joalherias, ótica), **saúde** (médicos, psicólogos, fisioterapia) e **serviços burocráticos** (bancos, cartório, administração pública).

A rede também divide indiretamente setores de escala sublinear e linear (inclinados à esquerda) daquelas superlineares (tendendo a direita), mostrando que **atividades entre regimes concentram-se próximas**. No regime superlinear agrupam-se possivelmente mais centrais na cidade para atender necessidades mais complexas, enquanto em outros regimes aproximam-se diretamente dos consumidores frequentes

- Alimentação
- Educação
- Serviços
- Varejo
- Órgãos públicos
- Saúde e Cuidados

Categorias de setores (e.g. alimentação, educação, saúde, educação, serviços, varejo) tendem a se **aproximar espacialmente**, concentrando ofertas de produtos e serviços relacionados

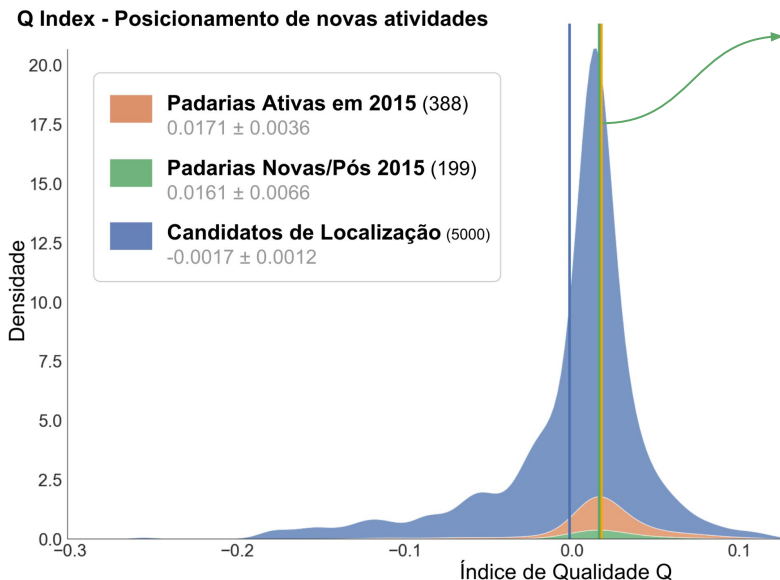
Podem existir diversas causas, como o oferecimento de **necessidades em comum** (alimentação), **comércios especializados** (moda) ou o agrupamento em prédios próximos (saúde).



Índice-Q: Abertura de Novos pontos

O Índice-Q mede a qualidade de uma localização para uma determinada atividade, observando as categorias de suas atividades vizinhas e a afinidade da atividade para essas categorias.

Verificamos a hipótese deste índice estar associado com a abertura de pontos e o sucesso dos mesmos, da mesma forma que JENSEN (2009), partindo da matriz de interação entre as atividades de Londrina, de forma pontual no segmento de padarias da cidade;



As novas padarias abertas após 2015 se assemelham na média da qualidade de localização em relação a padarias existentes.

A média da qualidade destas está significativamente acima da média de uma amostra de 5.000 possíveis candidatos de localização com outras atividades.

∴ Existem evidências que o índice Q pode identificar localizações mais adequadas para um setor, considerando as categorias dos vizinhos em 100 metros do ponto.

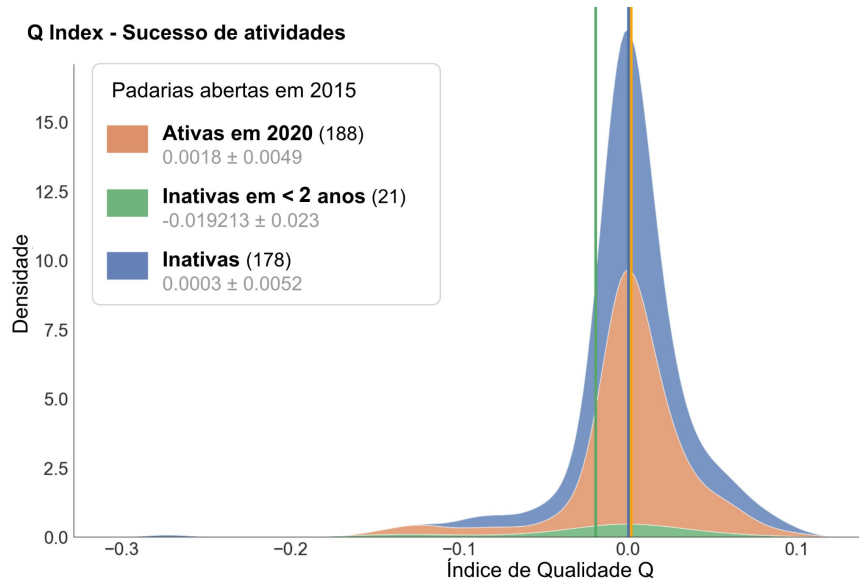
Índice-Q: Sucesso de novos pontos

Verifica-se o **Índice-Q** entre as padarias **abertas em 2015** que estavam **ativas em 2020** e **inativas em menos de 5 anos**.

A qualidade das **atividades fechadas é ligeiramente menor** em relação às atividades que continuaram abertas, entretanto esta permanece dentro do **intervalo de confiança**.

A diferença se sobressai (porém ainda sem significância estatística) para as atividades que **fecharam em menos de dois anos** após a abertura, possivelmente aquelas proporcionalmente mais afetadas pela localização inadequada.

Outros fatores além do escopo desta investigação podem contribuir para ajustes finos de localizações com maior chance de sucesso, e.g., incluir atividades além do setor terciário, sensibilidade de raios do entorno, ponderação da matriz com outras cidades e agrupar atividades em macro-setores econômicos semelhantes.





CENTRALIDADES ESPACIAIS

Avalia a distribuição das atividades econômicas nos **espaços centrais**, na escala micro-urbana de cidades.



As centralidades foram consideradas para as cidades com maior precisão

Critérios da **disponibilidade dos dados de centralidades** e da existência da localização das atividades econômicas com uma **precisão satisfatória** (acima de 80%) dentro das cidades

Estado	Cidade	Habitantes	Segmentos de ruas	Atividades Ativas	Atividades geolocalizadas	Precisão Geo
PR	Londrina	569.733	20.11	67.263	60.349	90%
MG	Uberlândia	691.305	30.818	76.243	67.266	88%
SC	Joinville	590.466	16.794	70.681	62.261	88%
PR	Cascavel	328.454	12.919	43.579	37.676	86%
RS	Caxias do Sul	510.906	15.939	64.669	51.421	80%

Os dados sobre a estrutura das cidades foram obtidos inicialmente do Open Street Maps (2019). O tratamento das malhas viárias e valores de centralidades foram compartilhadas pelo pesquisador Leonardo de Lima buscando estender sua pesquisa de correlação de atividades em redes (2015) para segmentos de atividades econômicas presentes nesta investigação

Cada cidade possui a malha viária juntamente com os valores das **centralidades de atravessamento** (*betweenness centrality*) em raio global e **proximidade** (*closeness centrality*) em raio de 500 metros, 1.000m, 2.000m, 4.000m e global.

Os trechos são calculados em formato geométrico, na menor granularidade do segmento de rua.

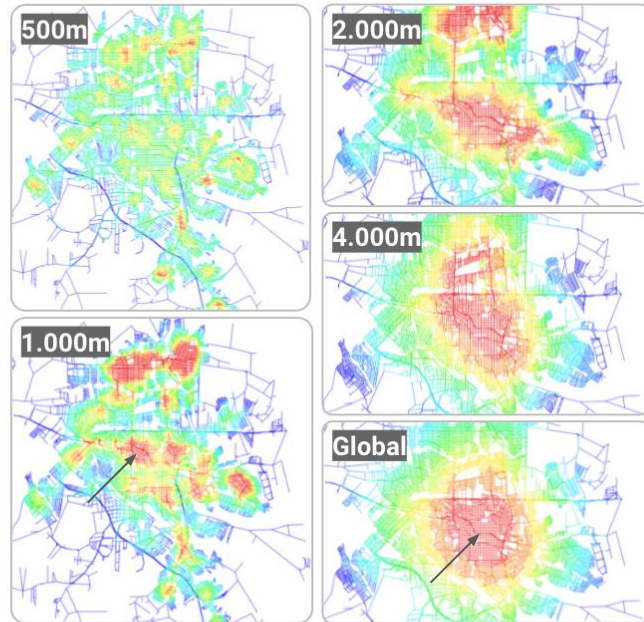
As **centralidades foram normalizadas** em relação à sua cidade (percentil 1-100), ordenadas em valores absolutos que possibilitam uma comparação relativa dentro da cidade e entre as cidades.

Exemplo Londrina

Atravessamento *Betweenness*



Proximidade *Closeness*



Representação em decis relativos à cidade, de acordo com a centralidade dos locais

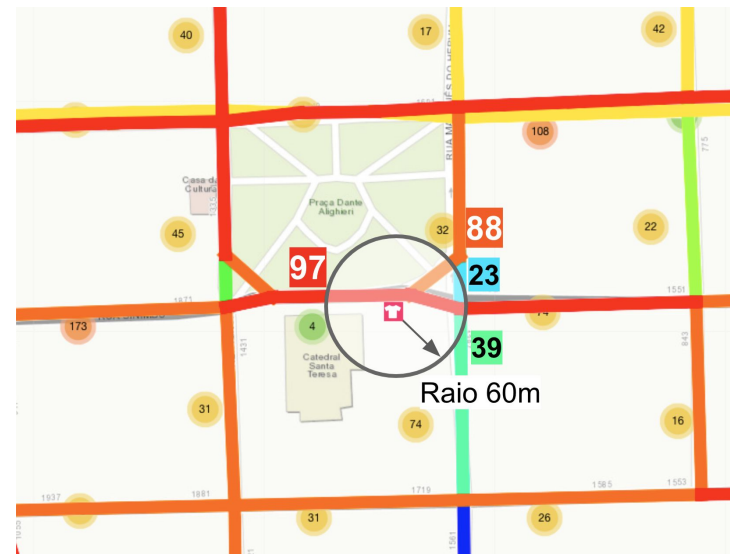


Associa-se a **atividade econômica** diretamente com os valores da centralidade do seu **trecho de rua correspondente**

A **decisão entre múltiplos segmentos** considera o trecho com o maior valor num raio de 60 metros no entorno da atividade. O tamanho do raio garante que mesmo uma atividade posicionada no centro da quadra tenha uma correspondência viária, associando 99% das atividades.

O **valor superior** melhora a precisão por reduzir divergências de micro-posicionamento. Assumindo a premissa do movimento nesse entorno, prefere-se o trecho com alta movimentação para evitar o viés de associar atividades centrais com eventuais trechos laterais.

A literatura mostra métodos distintos, como um **gradiente espacial dos valores** (PORTA, 2009) ou **contagem de atividades por trecho de rua** (LIMA, 2015). Entretanto, estes incluem parâmetros adicionais de densidade, ou dificultam a interpretabilidade das atividades nos segmentos individuais, limitando o contexto dessa investigação



As **atividade econômica** se localizam majoritariamente nas posições mais centrais nas redes urbanas

Centralidade	Raio	Entre cidades	Entre atividades	% Quartil Sup.	
Atravessamento (Betweenness)	Global	75 ± 3.42	75 ± 1.56	46.10%	←
	500m	59 ± 7.42	59 ± 1.75	28.50%	←
Proximidade (Closeness)	1.000m	66 ± 6.13	66 ± 1.60	37.50%	
	2.000m	70 ± 6.03	69 ± 1.64	43.80%	
	4.000m	72 ± 5.48	71 ± 1.64	47.60%	
	Global	74 ± 4.33	73 ± 1.66	48.60%	←

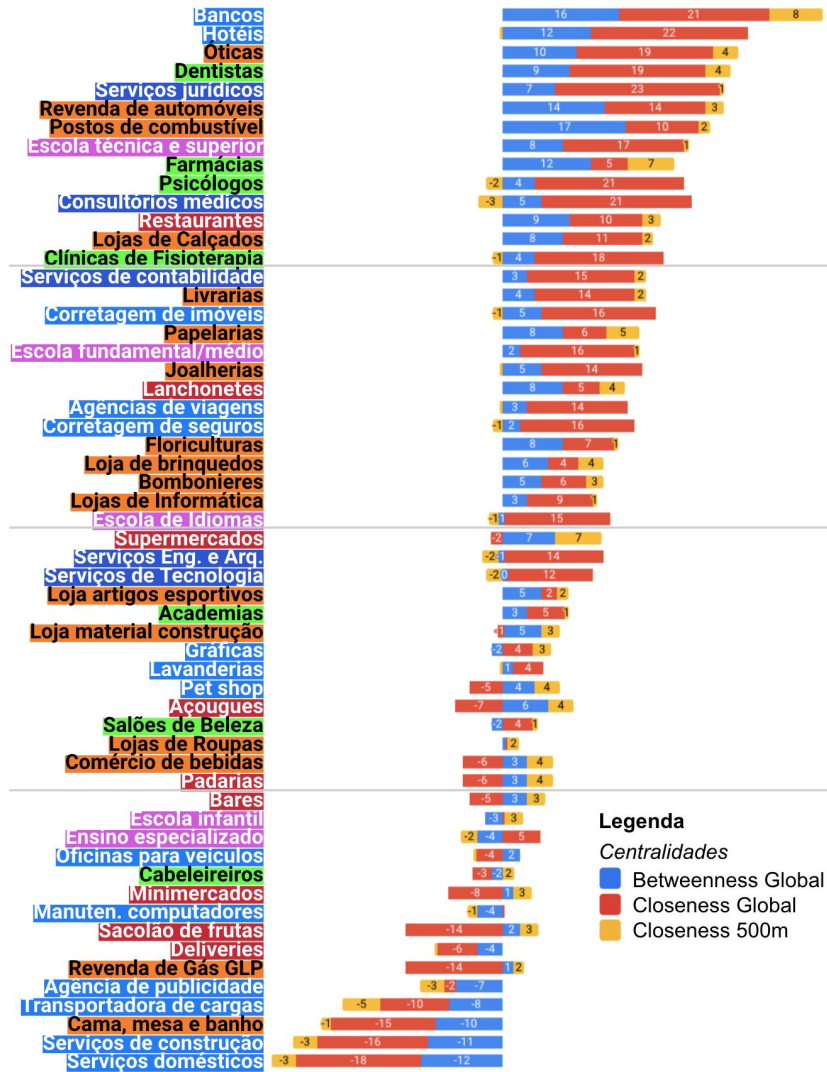
Escolhem-se as centralidades de atravessamento (global) e proximidade (500m e global) para seguir com as demais análises, especialmente por possuírem a menor correlação entre si e abrangerem aspectos distintos da dinâmica urbana.

Os deltas de centralidade em relação à média da cidade mostram em qual centralidade os segmentos se destacam

Centralidade de atravessamento (*betweenness*) é destaque sobretudo em segmentos onde o movimento de pessoas ou veículos parece ser primordial (postos de combustível, bancos, hotéis, farmácias, óticas, restaurantes, ensino superior).

Centralidade de proximidade (*closeness*) a **curtas distâncias** (500m) é relevante nas **atividades cotidianas** (padarias, lanchonetes, farmácias, supermercados, açougue, bebida, papelarias, pet shop) indicando preferência destes negócios dentro de bairros.

Centralidade de proximidade (*closeness*) a **longas distâncias** (global) evidencia a presença de **setores super lineares** (entre os 10 primeiros, 8 são super lineares: serviços jurídicos, consultórios médicos, psicólogos, óticas, dentistas, fisioterapia, educação superior, corretagem). Estas atividades especializadas possivelmente buscam **locais centrais na cidade** para atender consumidores menos recorrentes.



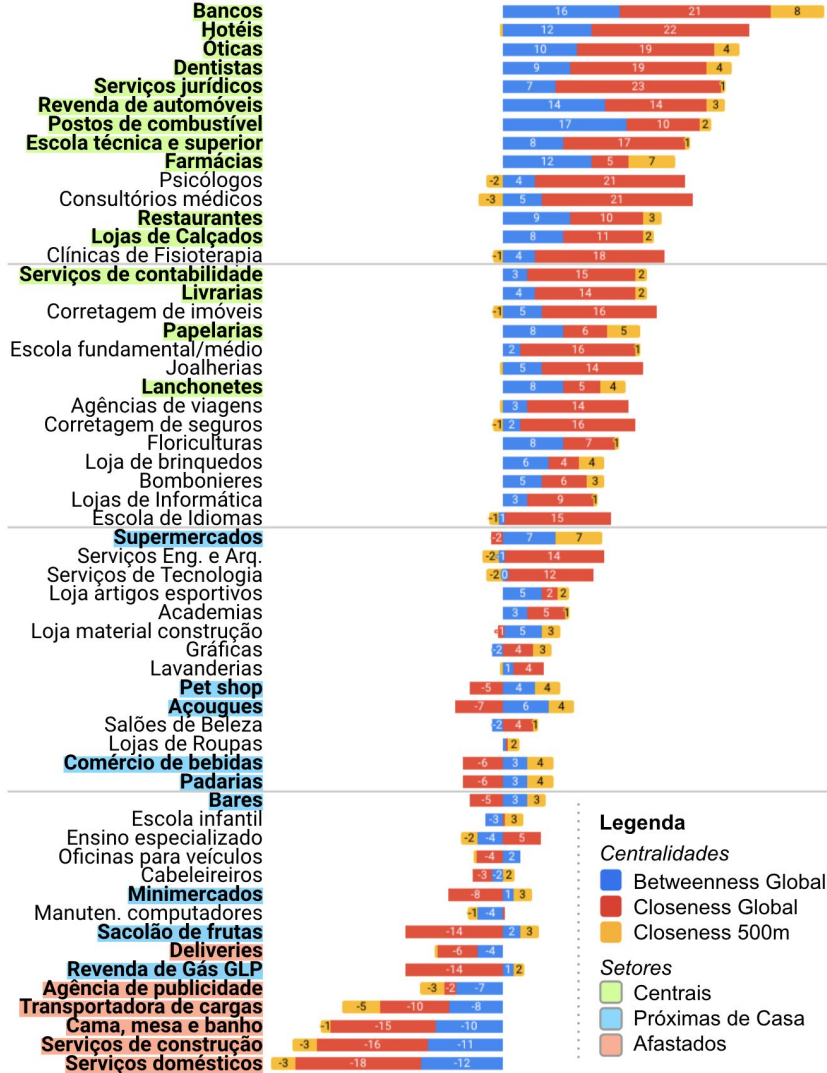
Legenda
Centralidades
■ Betweenness Global
■ Closeness Global
■ Closeness 500m

Os segmentos apresentam padrões com suas composições de deltas

Setores “centrais” possuem os três deltas positivos e podem ser considerados **altamente dependentes da localização**. Bancos, hotéis, óticas, dentistas, postos de combustível, escolas, farmácias, restaurantes e lojas de calçados.

Setores “próximos de casa” mostram proximidade global negativa, entretanto proximidade a curta distância e atravessamento positivos. São **atividades distribuídas no território e próxima aos consumidores de consumo recorrente**, ainda que distante da cidade como um todo. Padarias, bares, bebidas, açougues, pet shop, supermercados, mini mercados, sacolão de frutas e revenda de gás.

Setores “afastados” possuem os três deltas negativos, revelando a preferência destes pelo afastamento das centralidades. Possivelmente viáveis economicamente fora dos centros servindo consumidores com a estrutura ou atendimento necessários enquanto se mantêm competitivos. Deliveries, agências, transportadoras, artigos de casa, construção e serviços domésticos.



Legenda

Centralidades

- Betweenness Global
- Closeness Global
- Closeness 500m

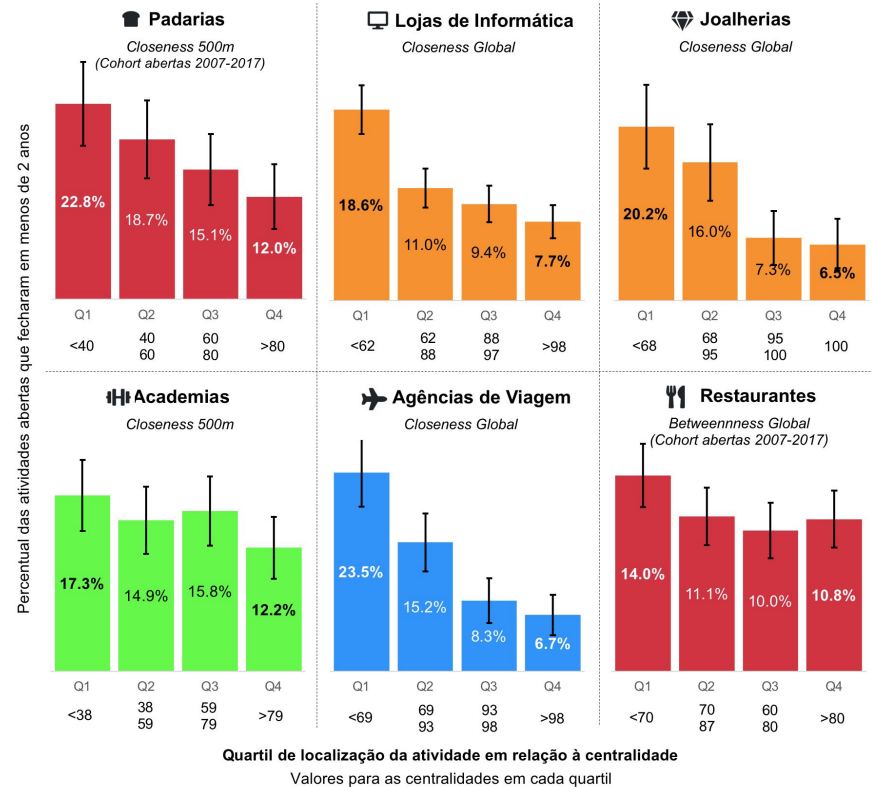
Setores

- Centrais
- Próximas de Casa
- Afastados

Evidências da centralidade para o sucesso da atividade

Observam-se **diferenças significativas** em alguns segmentos nas **taxas de fechamento** de atividades, entre os quartis em relação à localização

- Centralidades com melhor resposta usualmente aquelas com maior deltas de localização para o segmento, como proximidade 500m para padarias e atravessamento global para joalherias.
- Relações usualmente se mantêm em cidades individualmente.
- Maior influência da localização na taxa de sucesso parecem de empreendedores individuais, diferente de casos de bancos, onde localização é importante mas diligência evita posterior fechamento

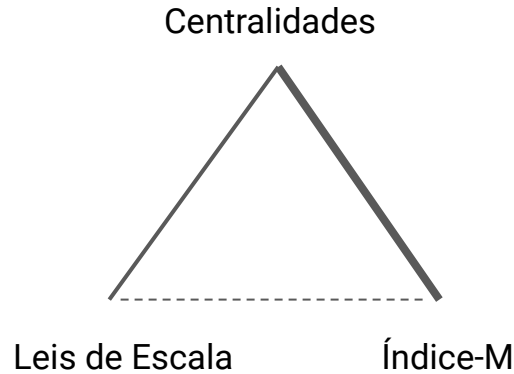




DISCUSSÃO & CONCLUSÕES

CONVERGÊNCIA ENTRE MODELOS DE LOCALIZAÇÃO

As associações mais fortes de resultados dos três modelos ocorrem entre as Centralidades e Índice-M; e entre as Centralidades e Leis de Escala.

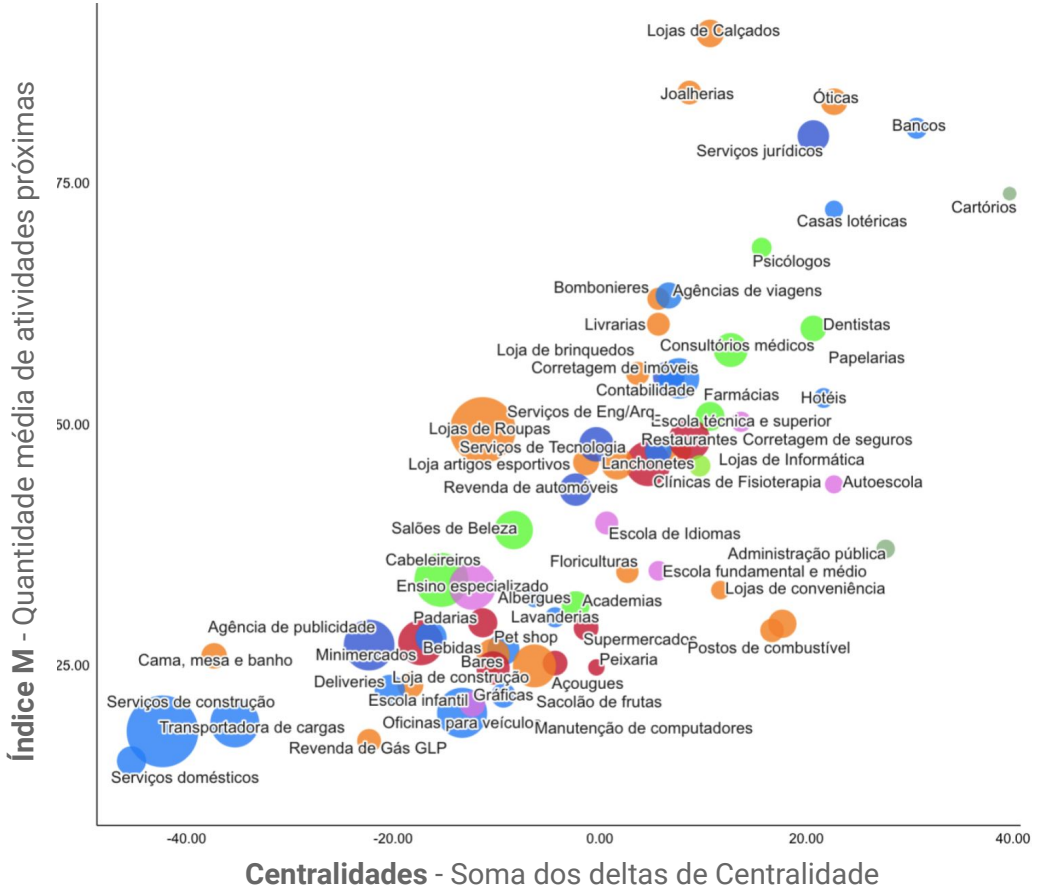


Logo, pode-se fechar um triângulo conectando os três modelos e pressupor **mecanismos comuns originando estes comportamentos.**

A Centralidades e Índice M

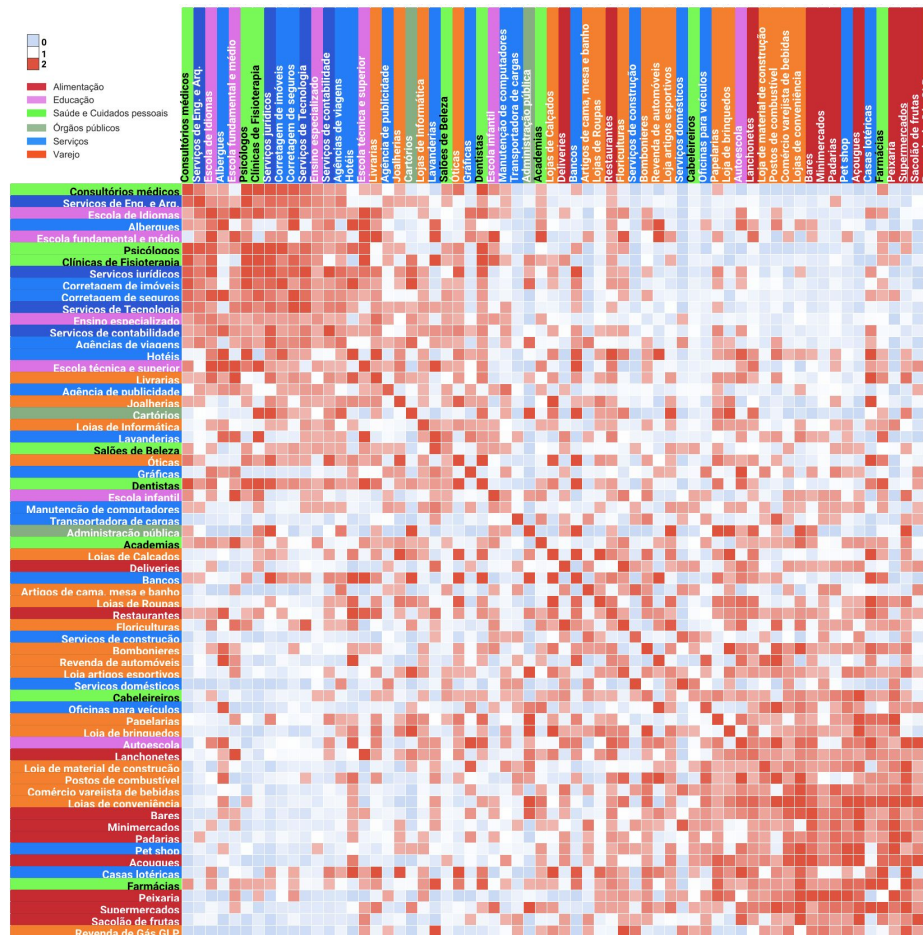
Atividades **mais centrais** na cidade tendem a existir em aglomerações e possuir **mais vizinhos**.

Correlação entre ambas as séries de $\rho=0.72$. Exemplos de setores com vizinhos e mais centrais são lojas de calçados, joalherias, óticas, bancos e cartórios.



A Centralidades e Índice M

Atividades dos setores “próximas de casa” e “centrais” tendem a estar próximas entre os mesmos.



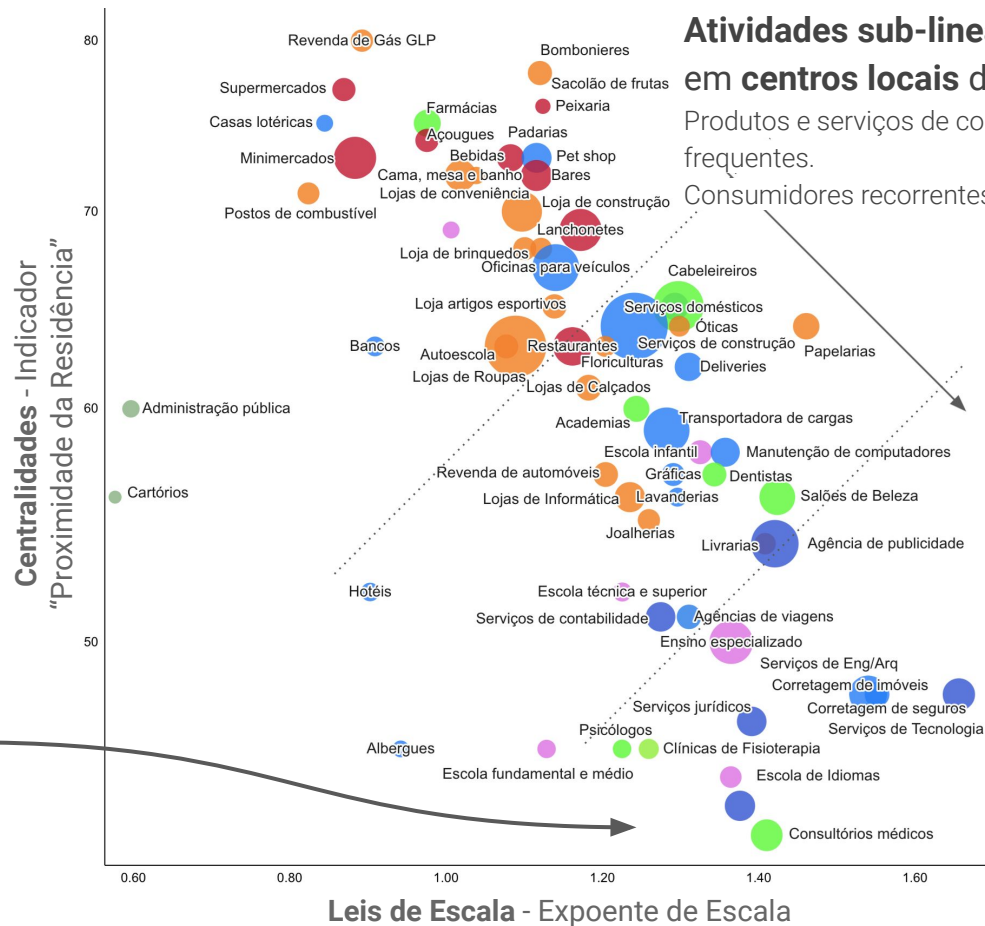
B Centralidades e Leis de Escala

Atividades “próximas de casa” na cidade tendem a possuir escala **sub-linear**.

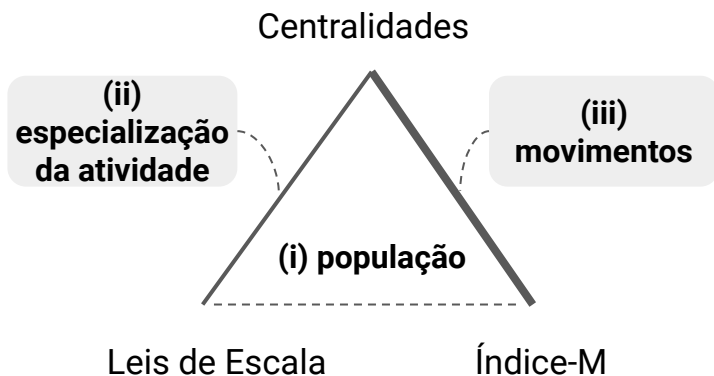
Proximidade de casa definido como soma do delta de proximidade local, atravessamento e subtraído a proximidade global.

Atividades super-lineares em centros globais da cidade

Serviços mais especializados. Próximo a grande quantidade de consumidores e negócios complementares. Consumo mais ocasional e menor sensibilidade ao deslocamento.



POSSÍVEIS MECANISMOS DA DINÂMICA URBANA



A **população**, primordial para a existência da atividade econômica, conecta os modelos. As Leis de Escala empregam explicitamente a população da cidade. As Centralidades mantêm esta população implícita no movimento das redes urbanas. O Índice M relaciona negócios do entorno e indiretamente sua população consumidora.

O **nível de especialização da atividade** é comum entre as Leis de Escala e as Centralidades. Enquanto o primeiro pressupõe regimes de escalonamento, o segundo distingue a distribuição no território entre atividades comuns e especializadas. Esta especialização parece associada com a recorrência do consumo e a sensibilidade do consumidor para se movimentar em busca da atividade.

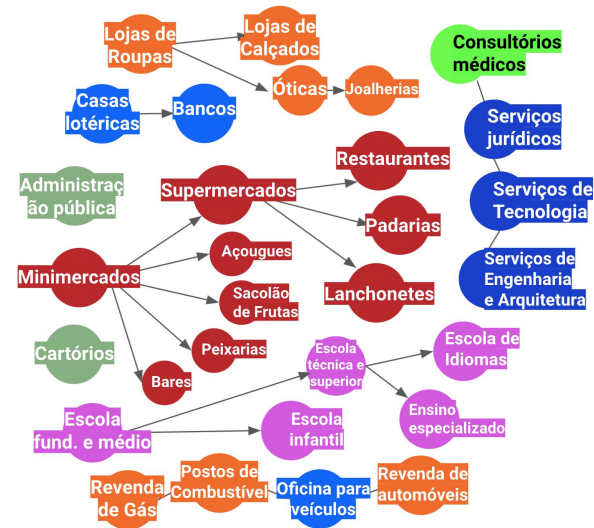
O **movimento** interliga as Centralidades e o Índice-M. Centralidades possuem o movimento em seu âmago, com deslocamento sobre o território a partir da morfologia urbana. Embora o Índice M considere atividades no entorno, a primeira ordem possivelmente sejam os movimentos afins existentes nestas atividades.

Os modelos analisados possuem sinergia com as ideias de Jane Jacobs (1961) sobre o surgimento e especialização dos trabalhos nas cidades

Leis de Escala - evolução dos trabalhos, presumindo que as cidades iniciam com maior proporção de atividades sub-lineares para atender a infraestrutura e gradualmente passam a se especializar em atividades mais complexas. Uma pequena cidade onde existem apenas minimercados pode ao crescer especializar essa oferta em supermercados, açougues e peixarias. Uma metrópole especializa seus restaurantes em temáticas e culinárias diversas.

Índice-M se associa com a divisão dos trabalhos. A matriz de atração indica que atividades semelhantes tendem a se agrupar espacialmente próximas, como se estas estivessem se complementando a partir de um “trabalho a ser feito” (*job to be done*). Uma cidade que dispõe somente de uma loja de roupas atende ali as necessidades de vestuário. Uma loja de sapatos surge ao lado desta loja de roupas e diversifica trabalhos e ofertas complementares, *spillover effect*, “transbordamento” de conhecimento com setor concentrado.

Centralidades mostram preferência de localizações intra-urbanas para atividades em centralidades locais (cotidianas) e centralidades globais (especializadas). A economia urbana e teoria do lugar central (CHRISTALLER, 1966) prevê hierarquias de locais mais centrais de atividades mais complexas e especializadas. O modelo gravitacional de Huff (ANDERSON, 2011) mostra maior sensibilidade dos consumidores aos deslocamentos cotidianos e posiciona atividades de consumo recorrente e menos complexas próximas às residências.





CONCLUSÕES //

Confirmação de hipóteses iniciais.

As três abordagens medem a **distribuição espacial** para segmentos de atividades econômicas brasileiras.

Cada modelo aporta aspectos distintos da localização, em granularidades diversas do território, com possíveis mecanismos comuns.

Leis de Escala

- Regimes de **escalonamentos esperados** para as atividades.
- Sub-lineares em atividades econômicas de **estrutura urbana**.
- Ligeiramente super-lineares em **necessidades** como alimentação e varejo.
- super-lineares em atividades e **serviços mais especializados**.
- **Evolução** de metade desses expoentes segue constante durante décadas.
- Indícios da **especialização** das atividades sempre crescente.

Índice M

- Revela padrões de **atração e repulsão** entre segmentos econômicos.
- Quantidade de **vizinhos** e aglomeração dos segmentos.
- Segmentos com **produtos e serviços comuns** próximos especialmente.
- **Índice-Q** caracteriza pontos onde abriram novas padarias em relação a candidatos, porém menos indícios para identificar o sucesso da localização.

Centralidade

- Atividades tendem a se localizar em **posições centrais** da cidade.
- Segmentos dependentes de **movimento** possuem maior atravessamento.
- Atividades cotidianas "**próximas de casa**" maior proximidade local.
- Atividades **especializadas** maior proximidade global.
- Evidências que centralidades indicam o **sucesso da localização** de alguns setores, onde atividades mais centrais possuem maior sucesso.



CONCLUSÕES //

- **Convergências entre abordagens.** Centralidades **conectam os modelos**, onde atividades centrais possuem mais vizinhos; e atividades distribuídas no território com escalonamentos menores. Elementos da população, especialização da atividade e movimentos podem ser **mecanismos** da dinâmica urbana comuns. As linhas corroboram Jacobs e economia urbana - surgimento, especialização e distribuição de atividades.
- **Empreendedores e planejadores urbanos** podem usar aspectos desses modelos (e.g. locais centrais, mix complementar de atividades, escala de atividades) para eventualmente **decidir sobre a localização** de suas atividades e elaboração de políticas públicas. Seria relevante construir **índices como a atratividade do ponto**, que elucidem as respostas e aplicativos para alavancar a aplicação e o impacto do conhecimento.
- **Ciência das cidades** se mostra evidente na **distribuição das atividades econômicas brasileiras** de acordo com os modelos de sistemas complexos, unindo de forma interdisciplinar a física, geografia e economia urbana. Os resultados são promissores, embora há um grande caminho para **unificar estes princípios** em modelos mínimos e universais sobre a distribuição espacial das atividades econômicas.

DIRECIONAMENTOS

1 Projeto CNPQ -
Atratividade do ponto
CNPq/MCTI/SEMPI 021/2021

28/11

3 Avanço de estudos
sobre modelos e
índices
COMPLEXIDADES

3 Aplicação de modelos
para empreendimentos
 **GREATSPACES**
www.greatspaces.com.br • Explorar
informações; analisar o espaço;
encontrar respostas

2 Publicação de Artigo
e/ou divulgação

...



REFERÊNCIAS

- ANDERSON, James. "The Gravity Model". *Annu. Rev. Econ.* 2011.3:133-160.
- ANSELIN, Luc. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. 294p.
- BETTENCOURT, Luis. et al. "Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities". *PNAS*, v. 104(17), p. 7301–7306, apr 2007.
- BARTHELMY, Marc. *The Structure and Dynamics of Cities: Urban Data Analysis and Theoretical Modeling*. Cambridge University Press. 2017.
- BATTY, Michael. *The New Science of Cities*. MIT Press (MA). 2013.
- CHRISTALLER, W. *Central Places in Southern Germany*, New Jersey, Prentice-Hall, 1966, Parte B.
- EPSTEIN, Joshua. "Why Model?". *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* vol. 11, no. 4 12. 2008.
- GEM, Global Entrepreneurship Monitor. 2019/2020 Global Report. London: Global Entrepreneurship Research Association. Disponível em <<https://www.gemconsortium.org/report>>. Acesso em 23 de outubro de 2020.
- HILLER, Bill. *Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*, Cambridge: Cambridge University Press, 1999. 463p.
- HYEJIN, Youn, Bettencourt LMA, Lobo J, Strumsky D, Samaniego H, West GB. 2016 "Scaling and universality in urban economic diversification". *J. R. Soc. Interface* 13: 20150937. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2015.0937> . 2016.
- HONG, Inho; FRANK, Morgan; RAHWAN, lyad; JUNG, Woo-Sung; YOUN, Hyejin. "A common trajectory recapitulated by urban economies". arXiv:1810.08330v1 [physics.soc-ph]. 2018.
- IGNAZZI, Cosmo. "Scaling laws, economic growth, education and crime: Evidence from Brazil". *Dynamics of the city systems and the territories* 2014-4 p 1-14. 2014.
- JACOBS, Jane. *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House. 1993 [1961].
- JENSEN, Pablo. "Network-based predictions of retail store commercial categories and optimal locations". *Physical Review E* 74. 2006
- LANCASTER, Kelvin. "Consumer Demand: A New Approach". New York: Columbia University Press, 1971.
- LIMA, Leonardo da Silva. "Centralidades em Redes Espaciais Urbanas e Localização de Atividades Econômicas". Dissertação. Mestrado em Ciências. Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2015.
- MEIRELLES, João. *Leis de Escala em Cidades*. Dissertação. Mestrado em Ciências. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- O'SULLIVAN, Arthur. *Urban Economics*. 8th Ed. New York: McGraw-Hill, 2011
- RIBEIRO FL, MEIRELLES J, FERREIRA FF, NETO CR. 2017 "A model of urban scaling laws based on distance-dependent interactions." *R. Soc. open sci.* 4: 160926. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.160926> . 2017.
- RUEDA, Salvador. *Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz*. Agência de Ecologia Urbana de Barcelona: Barcelona, 2010. 477p.
- MITCHELL, Melanie. *Complexity: A Guided Tour*. Oxford University Press : USA. 2009.
- WEST, Geoffrey; BETTENCOURT, Luis. "Unified theory of urban living", *Nature*, Vol 467. 2010.



OBRIGADO PELA ATENÇÃO

EDUARDO VICENSI DE BASTIANI

EDDEB@USP.BR / WWW.EDDEB.COM / 54 99212.2418