

Seminário - Análise de artigo científico sobre tema Pop←→Amb



Disciplina: **População, Espaço e Ambiente** (turma 2021)
Docentes: Dra Silvana Amaral e Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro

Discente: Marcelo Saraiva Gondim

Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities

José P. Reis^{1*}, Elisabete A. Silva¹ and Paulo Pinho²

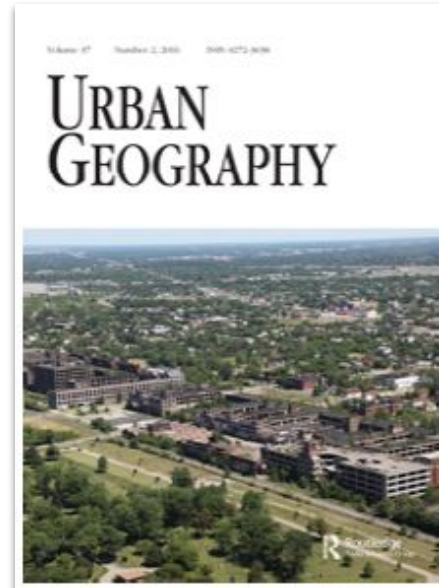
¹Department of Land Economy, University of Cambridge, Cambridge, UK;

²Research Centre for Territory, Transports and Environment (CITTA), University of Porto, Porto, Portugal

Referência:

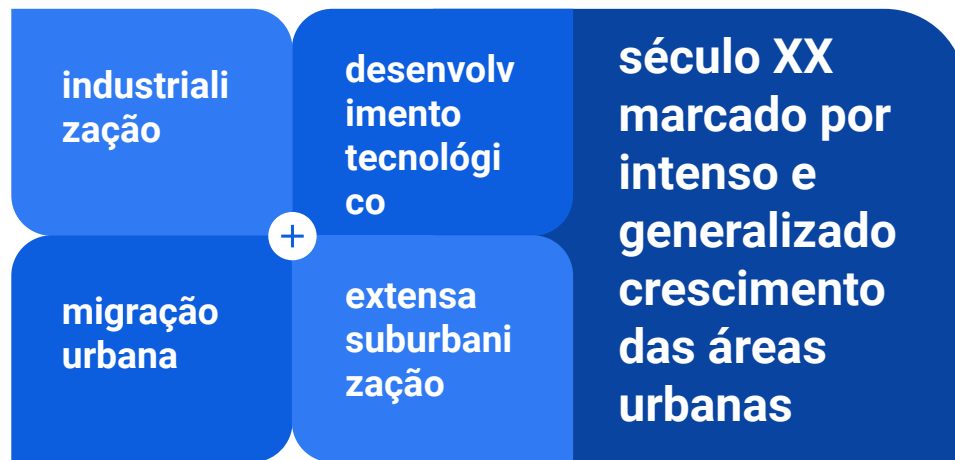
José P. Reis, Elisabete A. Silva & Paulo Pinho (2016) **Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities**, Urban Geography, 37:2, 246-271, DOI: 10.1080/02723638.2015.1096118

To link to this article: <<https://doi.org/10.1080/02723638.2015.1096118>>



Medindo mudanças na forma urbana [justificativa]

padrões espaciais de desenvolvimento urbano nas **cidades europeias e norte-americanas** parece **ter mudado** consideravelmente durante as últimas décadas



aumento da **competição entre as cidades**, em que algumas cidades tenderão a **crescer à custa de outras**, dependendo de um amplo e complexo conjunto de fatores **ainda não totalmente claros!**

Porque medir as mudanças na morfologia urbana?

estudo das formas e dos processos de formação dos objetos construídos



Pigeon, Norford, Zibouche, & Marchadier,

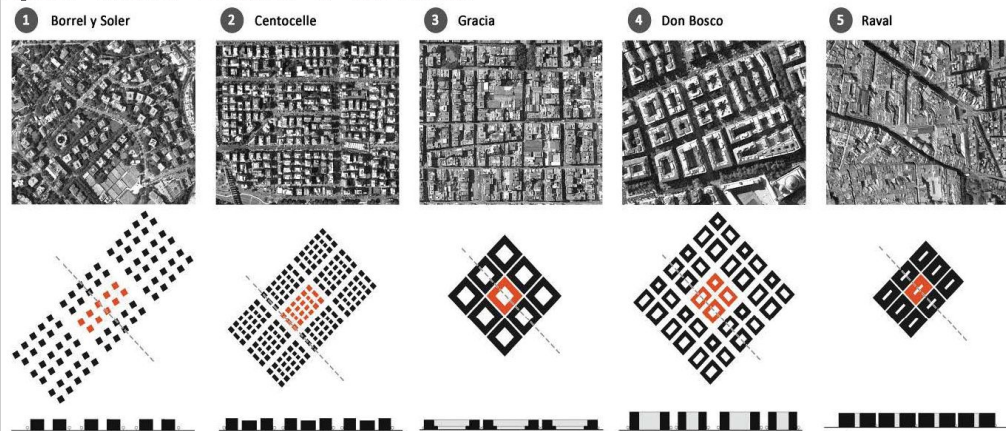
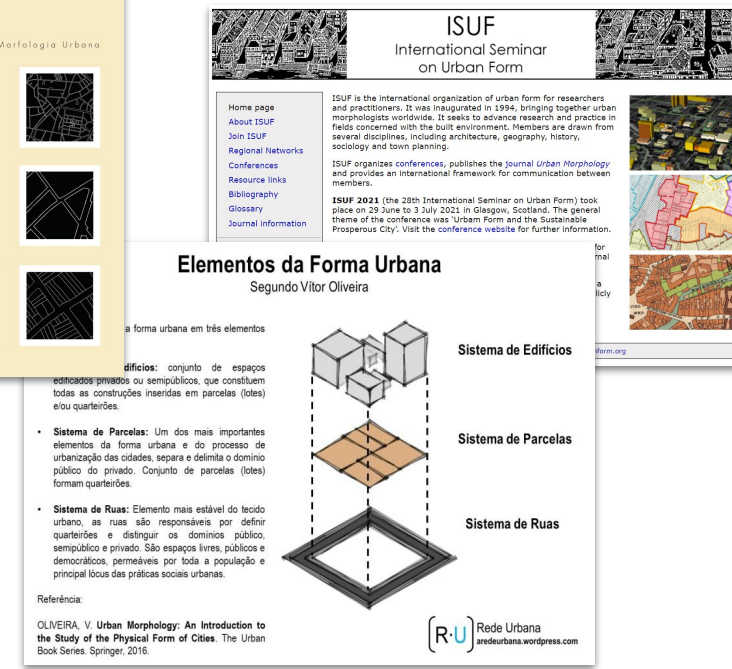
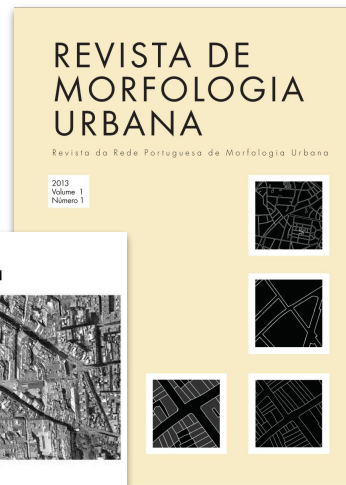
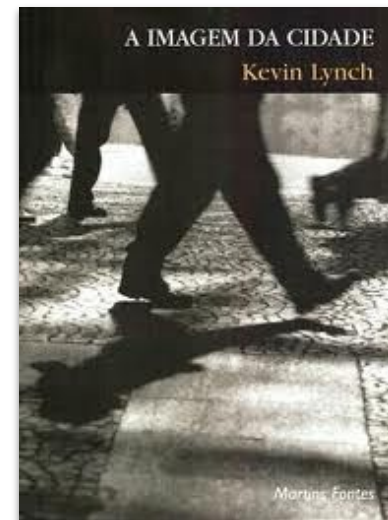


Fig. 2: Reference urban textures and corresponding models



<https://aredeurbana.files.wordpress.com/2018/01/forma_urbana.jpg?w=878>
<https://i1.rgstatic.net/publication/280741633_Revista_de_Morfologia_Urbana_1/links/55c5039e08aea2d9bdc39667/largepreview.png>
<<https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/7f73c0b0ab0410c14bcd2df36568426f94fc6b4/3-Figure2-1.png>>
<<https://www.urbanform.org/>>

Porque medir as mudanças na morfologia urbana?



CORREA, Roberto Lobato. **Processos, formas e interações espaciais**. Revista Brasileira de Geografia, v. 61, n. 1 (2016).
<https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2016_n1_art_7>

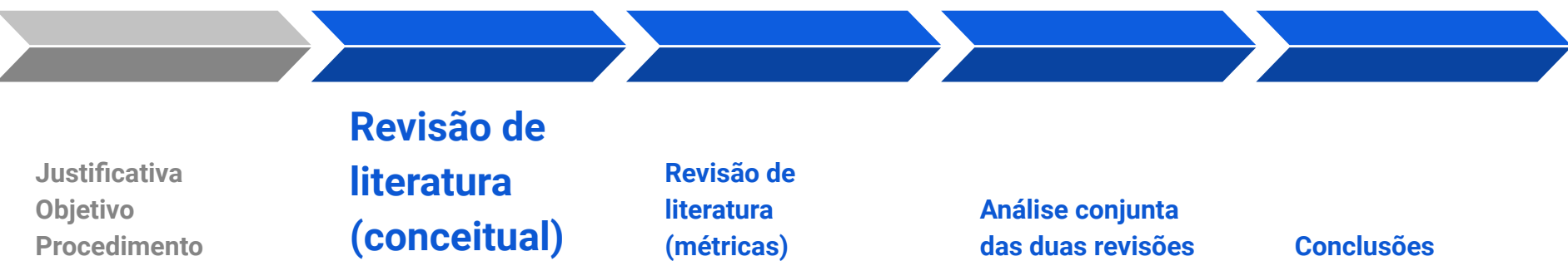
CORREA, Roberto Lobato. **Tempo, espaço e geografia** - um ensaio. Revista Brasileira de Geografia, v. 64, n. 1 (2019).
<https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2019_n1_285-294>

LYNCH, Kevin. A imagem da cidade. São Paulo: Martins Fontes, 1980.
<<http://othaudoblog.blogspot.com/2013/03/resenha-imagem-da-cidade-kevin-lynch.html>>

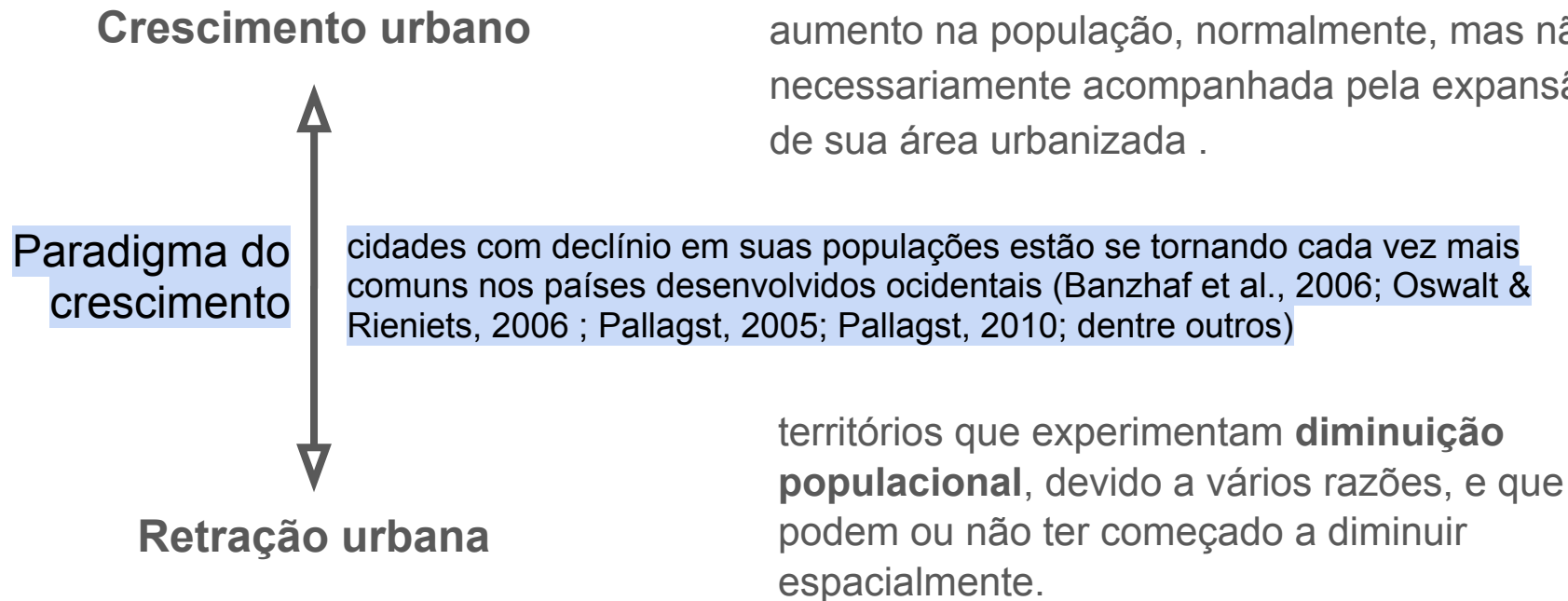
Métricas espaciais para estudar padrões urbanos de cidades em processos de crescimento e encolhimento	
Objetivo Geral	Métodos e procedimentos

O propósito principal do artigo é analisar e discutir o estado da arte em relação às <u>métricas espaciais</u> usadas para quantificar os <u>padrões espaciais de crescimento urbano e redução urbana</u>, construindo um conjunto (portfólio) de métricas, que podem ser úteis para pesquisadores e profissionais urbanos	(1) visão geral da literatura sobre os padrões espaciais de crescimento e encolhimento; [aspectos conceituais] (2) revisão sistemática das métricas espaciais mais importantes referidas em estudos da forma urbana [detalhado a seguir] (3) discutir o estado atual da pesquisa sobre <u>métricas espaciais para analisar os padrões e processos de crescimento e redução</u> e encontrar as principais lacunas que podem ser exploradas em pesquisas futuras.
---	--

Organização



Estudo da mudança urbana: crescimento e encolhimento



Padrões morfológicos de CRESCIMENTO urbano

- (1) expansão
- (2) alastramento
- (3) policentrismo
- (4) densificação / coalescência

PAISAGEM

X

CRESCIMENTO URBANO

Table 1. Spatial patterns of urban growth.

Spatial patterns of urban growth		Sources	
Expansion	Increase in urbanized area (also measured as greenfield/pervious area consumption)	Frenkel and Askenazi (2008)	Pham, Yamaguchi, and Bui (2011)
		Hahs and McDonnell (2006)	Schneider and Woodcock (2008)
		Herold et al. (2002)	Seto and Fragkias (2005)
		Herold et al. (2003)	
		Herold et al. (2005)	Sexton et al. (2012)
			Silva et al. (2008)
			Torrens (2008)
	New development adjacent to urbanized areas	Sun, Wu, Lv, Yao, and Wei (2013)	Pham et al. (2011)
		Shi, Sun, Zhu, Li, and Mei (2012)	Wilson et al. (2003)
	Size of urban area	Schneider and Woodcock (2008)	
		Tsai (2005)	

Padrões morfológicos de CRESCIMENTO urbano

- (1) expansão
- (2) **alastramento**
- (3) policentrismo
- (4) densificação / coalescência

Urban sprawl	Low density (built-up; housing units; lot size)	Crawford (2007) Ewing et al. (2002) Ewing (1997) Knaap et al. (2007)	Lowry and Lowry (2014) Sarzynski, Galster, and Stack (2014b) Schneider and Woodcock (2008) Song and Knaap (2004)
	Low density (population/ households; jobs)	Ewing et al. (2002) Frenkel and Ashkenazi (2008) Huang et al. (2007) Lowry and Lowry (2014)	Sarzynski et al. (2014b) Schneider and Woodcock (2008) Torrens (2008) Tsai (2005)
	Single use development (land use segregation/mix)	Crawford (2007) Ewing (1997) Ewing et al. (2002) Frenkel and Ashkenazi (2008) Galster et al. (2001) Hahs and McDonnell (2006)	Knaap et al. (2007) Lowry and Lowry (2014) Sarzynski et al. (2014b) Song and Knaap (2004) Torrens (2008)
	Fragmentation (leapfrog/ discontinuous development; low compaction)	Aguilera et al. (2011) Crawford (2007) Frenkel and Ashkenazi (2008) Galster et al. (2001) Hahs and McDonnell (2006) Herold et al. (2002) Herold et al. (2003) Herold et al. (2005) Huang et al. (2007)	Pham et al. (2011) Sarzynski et al. (2014b) Schneider and Woodcock (2008) Seto and Fragkias (2005) Shi et al. (2012) Sun et al. (2013) Torrens (2008) Wilson et al. (2003)
	Shape irregularity/complexity	Aguilera et al. (2011) Ewing (1997) Frenkel and Ashkenazi (2008) Hahs and McDonnell (2006) Herold et al. (2002) Herold et al. (2003)	Herold et al. (2005) Huang et al. (2007) Pham et al. (2011) Seto and Fragkias (2005) Torrens (2008)

(Continued)

Padrões morfológicos de CRESCIMENTO urbano

- (1) expansão
- (2) **alastramento**
- (3) policentrismo
- (4) densificação / coalescência

Table 1. (Continued).

Spatial patterns of urban growth	Sources	
Poor accessibility (also measured as low proximity or high average distance between activities)	Frenkel and Ashkenazi (2008) Galster et al. (2001) ^b Knaap et al. (2007) Lowry and Lowry (2014) ^a	Sarzynski et al. (2014b) ^b Song and Knaap (2004) Torrens (2008)
Inequality/low concentration	Galster et al. (2001) Sarzynski et al. (2014b)	Tsai (2005)
Low centrality (development outside main centre; population decentralization)	Ewing et al. (2002) Frenkel and Ashkenazi (2008) Galster et al. (2001)	Hahs and McDonnell (2006) Huang et al. (2007) Sarzynski et al. (2014b)
Absence of centralities (low clustering; decentralization)	Ewing et al. (2002) Galster et al. (2001) Martellozo and Clarke (2011)	Torrens (2008) Tsai (2005)
Low connectivity (street connectivity; block size)	Ewing et al. (2002) Knaap et al. (2007)	Lowry and Lowry (2014) ^c Song and Knaap (2004)
Linear development (or along main roads)	Aguilera et al. (2011) Crawford (2007)	Wilson et al. (2003)

Padrões morfológicos de CRESCIMENTO urbano

- (1) expansão
- (2) alastramento
- (3) policentrismo

crescimento de "assentamentos", resultando na formação de um subcentro

- (4) densificação / coalescência

“desenvolvimento de preenchimento” e aumento da densidade

Polycentrism	Outlying/secondary centre formation	Portnov and Schwartz (2009)	Yang et al. (2012)
		Wilson et al. (2003)	
	Nuclearity (<i>low levels also used to characterize sprawl</i>)	Sarzynski et al. (2014b)	
		Galster et al. (2001)	
Densification/ coalescence	Infill (built-up area; increase in residential units or road network density)	Couch et al. (2005)	Sun et al. (2013)
		Hahs and McDonnell (2006)	Shi et al. (2012)
		Pham et al. (2011)	Wilson et al. (2003)
	Infill (population, jobs, activities)	Herold et al. (2003)	
		Hahs and McDonnell (2006)	
	Increase in nonresidential land uses	Aguilera et al. (2011)	
^a Defined as “centrality” by the authors. ^b Defined as “proximity” by the authors. ^c Defined as “accessibility” by the authors.			

Padrões morfológicos de CRESCIMENTO urbano

baseia-se na ideia de que embora **estruturas construídas** crescem em padrões muito complexos e irregulares, esses padrões tendem a se repetir em diferentes níveis de hierarquia e em diferentes escalas espaciais, assemelhando-se fractais.

As estruturas fractais, embora aparentemente caóticas, seguem uma estrutura espacial bem definida, organização que pode ser quantificada.

FORMA FÍSICA DAS ESTRUTURAS
CONSTRUÍDAS

FORMA DE OCUPAÇÃO DO
ESPAÇO PELAS ESTRUTURAS
CONSTRUÍDAS

Padrões morfológicos de RETRAÇÃO urbana

Presença de altas taxas de desocupação habitacional (emigração)

Desindustrialização e fechamento de indústrias de manufatura

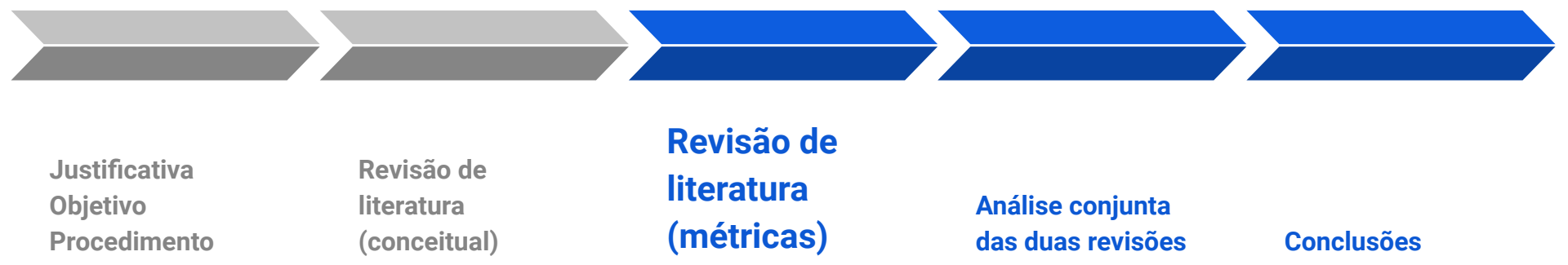
Esvaziamento do centro da cidade em comparação com seus subúrbios

Expansão do perímetro urbano

Espalhamento das funções, fluxos e atividades

Table 2. Spatial patterns of urban shrinkage.		
Spatial patterns of urban shrinkage		Sources
Residential vacancy	Ahrens (2005)	Rieniets (2009)
	Haase, Holzkämper, and Seppelt (2007)	Schetke and Haase (2008)
	Kabisch, Haase, and Haase (2006)	Schwarz, Haase, and Seppelt (2010)
	Bontje (2004)	Siedentop and Fina (2008)
	Haase, Bernt, Grossmann, Mykhnenko, and Rink (2013)	Sousa (2010)
Urban decay (proportion of decaying buildings)	Pinho, Oliveira, Cruz, Sousa, and Martins (2010)	Wiechmann and Pallagst (2012)
	Rieniets (2009)	Schetke and Haase (2008)
	Haase, Haase, Kabisch, Kabisch, and Rink (2012)	Schwarz et al. (2010)
Vacant industrial land (increasing urban brownfield area)	Schwarz et al. (2010)	Siedentop and Fina (2008)
	Haase et al. (2012)	Sousa (2010)
Urban perforation (spatial heterogeneity, small-scale fragmentation)	Cunningham-Sabot and Fol (2007)	Schetke and Haase (2008)
	Haase et al. (2007)	Schwarz et al. (2010)
	Hollander et al. (2009)	Siedentop and Fina (2008)
	Haase et al. (2012)	Sousa (2010)
Large-scale demolition	Haase et al. (2007)	Schwarz (2010)
	Schetke and Haase (2008)	Wiechmann and Pallagst (2012)
	Kabish et al. (2006)	
Commercial vacancy	Schetke and Haase (2008)	
	Haase et al. (2012)	
Increasing open spaces	Schetke and Haase (2008)	

Organização



Justificativa
Objetivo
Procedimento

Revisão de
literatura
(conceitual)

**Revisão de
literatura
(métricas)**

Análise conjunta
das duas revisões

Conclusões

Métricas espaciais para estudar padrões urbanos de cidades em processos de crescimento e encolhimento

Métricas espaciais	Métodos e procedimentos
--------------------	-------------------------

são medidas quantitativas utilizadas para avaliar as características espaciais dos assentamentos urbanos e suas estruturas (Reis et al., 2014).

agrupamento das métricas:

(1) **paisagem** (41 métricas)

(2) **geoespaciais** (110)

(3) **estatísticas espaciais** (11)

1. pesquisa em banco de dados multidisciplinares
2. concentrado em duas bases: "scopus" e "web of knowledge"
3. palavras-chave mais utilizadas: "métricas" , "forma urbana", "crescimento urbano" e "redução urbana"
4. pesquisa considerando as referências e citações dos artigos selecionados
5. apenas métricas com aplicações em estudos empíricos
6. publicações nos últimos 15 anos
7. escalas consideradas: regional, urbano e bairro
8. escalas desconsideradas: edificação e seu entorno

Métricas espaciais - PAISAGEM

- (1) forma irregular: assentamento com forma regular/irregular ou uniforme/complexo
 - (2) fragmentação: assentamentos urbanos estão próximos (agregados) ou dispersos (fragmentados)
 - (3) diversidade: composição da paisagem
 - (4) outros
- forma e padrão da vegetação
- proteção ambiental e conservação de recursos
- representar características urbanas espaciais
- vincular processos econômicos aos padrões de uso da terra
- sensoriamento remoto

Table 3. Landscape metrics organized by categories (the values in brackets correspond to the number of empirical papers using that metric). Adapted from Reis et al. (2014). AWMP, area weighted mean patch; AWM, area weighted mean.

Category	Meaning	Metrics
Shape irregularity	Measures whether an urban settlement has a regular shape or a complex shape with a ragged edge	AWMP fractal dimension (10) Edge density (8) AWM shape index (4) Landscape shape index (6) Fractal dimension (4) Comp. index of the largest patch (3) Shape index (1) Mean shape index (1) Square pixel (1) Mean perimeter–area ratio (1) Mean radius of gyration (1) Edge-to-interior ratio (1)
Fragmentation	Measures the extent to which urban settlements (or patches) are close together (aggregated) or dispersed (fragmented). These metrics are used at the landscape level	Mean patch size (14) Number of patches (12) Patch density (9) Contagion index (7) Mean nearest neighbour distance (6) Landscape expansion index (2) Intersp. and justap. index (2) Mean landscape expansion index (1) AWM landscape expansion index (1) Mean nearest neighbour distance standard deviation (1) Change in density of urban land (1) Percent. Like of adjacency (1) Length of common edge (1)
Diversity	Measures the relative distribution of different urban characteristics (e.g. land uses). More focused on the composition of the urban landscape	Shannon's diversity index (5) Shannon's evenness index (2) Patch size standard deviation (3) Patch size coefficient variation (2) Patch richness (2) Contrasting edge ratio (1) Contrasting edge proportion (1) Mean dispersion (1) Diversity index (1) Simpson's diversity index (2) Simpson's evenness index (1)
Other metrics	Measures both complexity and fragmentation	Compactness index (3)
	Area metrics	Change in size of urban area (1) Urban area (12)
	Other	Largest patch index (7) Patch cohesion index (1)

Métricas espaciais - GEOESPACIAS

- (1) Fragmentação
- (2) densidade
- (3) diversidade do uso do solo
- (4) centralidade

Table 4. Geospatial metrics organized by categories (the values in brackets correspond to the number of empirical papers using that metric). Adapted from Reis et al. (2014). UA, urban area; LU, land use; CBD, central business district.

Category	Meaning	Metrics	
Fragmentation	Considers the relation between built-up settlements or blocks and open areas. Measures the extent to which urban settlements are more continuous and concentrated or more scattered (fragmented)	Fractal dimension (6)	Continuity (1)
		Index of clustering (3)	Clustering (1)
		Ratio of open space (2)	Dispersion index (1)
		Leapfrog index (2)	H indicator (1)
		Degree of sealing (1)	Hrel indicator (1)
		Gross leapfrog index (1)	Area index (1)
		Net leapfrog index (1)	Cluster index (1)
		Land consumption index (I) (1)	Shape index (R) (1)
		Fraction of imperv. surface (1)	Compactness (1)
		Peripheral density (1)	Coefficient of variation (1)
		Population density (7)	Clark's dens. gradient (1)
		Residential density (5)	Road network density (1)
Density	Measures the density of built-up development, infrastructure, people or activities in an area, or the intensity of particular land uses	Lot size (4)	Urban density index (1)
		Floor space (2)	Ratio density of people (1)
		Job density (2)	Av. household size (1)
		Single family dwellings dens. (1)	Res. dev. existing UA (1)
		Segregated land use (2)	Mix actual (1)
Land use diversity	Measures the relative distribution of different land uses	Land use diversity (1)	Mix zoned (1)
		Land consumption index (II) (1)	Mixed uses (1)
		Land use diversity index (1)	Mix (1)
		Total greenery (1)	Urb. LU change (1)
		Neighb. rec. area (1)	Area neighb. green (1)
Centrality	Measures the relative position of settlements in relation to the whole urban area	Centrality index (2)	Distance to CBD (I) (1)
		Index of remoteness (1)	Distance to CBD (II) (1)
		Spatial isolation index (1)	Centrality (1)
		Centralization index (1)	Core-dominated nucl. (1)
		Nuclearity (1)	H indicator (1)
			Hrel indicator (1)

(Continued)

Métricas espaciais - GEOESPACIAS

- (5) Acessibilidade
 - (6) Conectividade
 - (7) Desigualdade
 - (8) Rede *
 - (9) Outros
- “análise das relações topológicas”

Table 4. (Continued).

Category		Meaning	Metrics	
Accessibility		Measure the spatial distribution of activities focusing on the proximity between land uses in an urban area	Commercial distance (3)	Med. dist. to schools (1)
			Commercial ped. access. (2)	Transit ped. access (2)
			Bus distance (2)	Weighted av. proximity (1)
			Park distance (2)	Dist. to roads (1)
			Proximity (same LU) (1)	Dist. to pr. school (1)
			Proximity (dif. LU) (1)	Dist. to shopping (1)
			Community node inaccess. (1)	Degree of isolation (1)
Connectivity		Measures the connectivity between different places in an urban community	Internal (street) connectivity (3)	Blocks (1)
			External connectivity (2)	Length cul-de-sacs (2)
			Blocks perimeter (2)	Dendritic street pattern (1)
Inequality		Measures inequality in the distribution of attributes.	Concentration (1)	Relative entropy (1)
			Delta index (1)	Batty's entropy (1)
Spatial network analysis	Syntax of space	Measures developed in space syntax or in related methods	Integration (10)	Number of axial lines (4)
			Connectivity (9)	Control (3)
			Mean depth (6)	Grid axiality (2)
			Synergy (5)	Axial ringiness (2)
			Intelligibility (5)	Real rel. asymmetry (1)
			Mean axial lines length (4)	Choice (1)
	Different dual graph approach	Also uses dual graph, but with a different method for the construction of the axial map	Number of nodes (1)	Clustering coefficient (1)
			Average degree (1)	Efficiency (1)
			Characteristic path length (1)	
	Multiple centrality assessment	Uses a primal graph, more common in other spatial network analysis approaches	Closeness centrality (4)	Straightness centrality (4)
			Betweenness centrality (4)	Information centrality (3)
Other metrics		Metrics that quantify particular features of urban areas, not included in the other categories	Highway strip index (2)	Res. vacancy (2)
			Median contour polycentricity (1)	Orientation index (1)
			Mean contour polycentricity (1)	B ratio (1)
			Peak ratio (1)	A ratio (1)
			Share of renovated houses (1)	Share of demolition (1)

Métricas espaciais - ESTATÍSTICAS ESPACIAIS

- (1) Regressão
 - (2) Autocorrelação espacial
 - (3) Igualdade / desigualdade
 - (4) Fragmentação / agrupamento
- “análise dos atributos (dados estatísticos) espacializados”

Table 5. Spatial statistics metrics organized by categories (the values in brackets correspond to the number of empirical papers using that metric). Adapted from Reis et al. (2014). OLS, ordinary least-squares.

Category	Meaning	Metrics
Regression metrics	Based on regression methods	Density gradient by OLS regression (1)
Spatial autocorrelation	Measure whether certain attributes are evenly (or randomly) distributed across the urban area or clustered	Moran's <i>I</i> (5) Local Moran (<i>Ii</i>) (2) Geary coefficient (1) Getis-Ord <i>Gi</i> (1) Getis-Ord <i>Gi*</i> (1)
Evenness of distribution	Measure the inequality of an attribute distribution	Gini coefficient (1) Locational Gini coefficient (1) Location quotient (1)
Spatial fragmentation/ clustering	Fragmentation of an attribute across different locations	Number of fragments (1) Spatial index (1)

Organização



Justificativa
Objetivo
Procedimento

Revisão de
literatura
(conceitual)

Revisão de
literatura
(métricas)

**Análise
conjunta das
duas revisões**

Conclusões

Métricas de crescimento e redução

PAISAGEM	GEOESPACIAIS	ESTATÍSTICA ESPACIAL
literatura consistente / aplicado e testado em diferentes situações / métodos padronizados / facilidade de comparação em diferentes estudos de casos / bons resultados em: escalas regionais, movimentos populacionais, variáveis socioeconômicas e governança /	potencial analítico extremamente relevante / facilidade de representar padrões urbanos / desenvolvidas especificamente para estudo urbanos / sintaxe espacial como ferramenta para diferente estudos de casos /	caracterizar padrões urbanos / caracterizar uniformidade e desigualdade da distribuição de um atributo / revelar padrões de agrupamento espacial ou fragmentação / Moran's I / 
confiar muito nos princípios da ecologia / não adequado bem a alguns estudos urbanos / dificuldade de aplicação em escalas menores (intra-urbano) /	tratamento específico de casos particulares / adaptação para aplicações comparativas / necessidades de ajustes para comparações /	padronização dos dados / disponibilidade temporal (periodicidade) disponibilidade espacial (cobertura) / 

Métricas de crescimento e redução

padrões espaciais de encolhimento urbano são de fato bastante complexos. O encolhimento em termos espaciais não é o oposto de crescimento: as áreas urbanas contemporâneas não tendem a encolher fisicamente quando perdem população, mas, ao contrário, muitas vezes continuam a crescer (ou se espalhar) em uma densidade mais baixa (Oswalt, 2005; Pallagst, 2005; Rieniets, 2006, 2009; Siedentop & Fina, 2008)

Table 6. Summary of metrics.

Landscape metrics	Total number of metrics:	41
	In studies of urban growth:	41
	In studies of urban shrinkage:	2
	In other studies:	0
Geospatial metrics	Total number of metrics:	110
	In studies of urban growth:	76
	In studies of urban shrinkage:	13
	In other studies:	31
Spatial statistics	Total number of metrics:	11
	In studies of urban growth:	6
	In studies of urban shrinkage:	0
	In other studies:	7
Total number of metrics:		162

Métricas de crescimento e redução

Estudo sistemático da retração urbana em planejamento urbano é relativamente recente (ver, por exemplo, Oswalt, 2006)

tem se preocupado mais com as causas de redução e com ações políticas para lidar com este processo, do que estudar ou medindo seus padrões.

Dados quantitativos de boa qualidade para apoiar o desenvolvimento de métricas de redução urbana.

Isso ocorre porque os padrões de encolhimento requerem uma ampla gama de variáveis (estruturas construídas, mas também demográficas, uso do solo e dados socioeconômicos), e um alto nível de desagregação, uma vez que alguns destes padrões ocorrem em diferentes escalas, incluindo níveis muito locais (quarteirões ou vizinhanças).

Organização



Justificativa
Objetivo
Procedimento

Revisão de
literatura
(conceitual)

Revisão de
literatura
(métricas)

Análise conjunta
das duas revisões

Conclusões

Conclusões

Eficiência na medição de padrões espaciais específicos. Existem várias métricas abordando padrões espaciais semelhantes que podem, por um lado, apresentar níveis de correlação entre si; e, por outro lado, têm um desempenho diferente em termos de utilidade de seus resultados. (Orenstein, Frenkel, & Jahshan, 2014; Schwarz, 2010)

A qualidade e utilidade das métricas podem depender dos dados disponíveis, seu nível de agregação e a escala de análise de contextos específicos ou estudos de caso. (Šímová & Gdulová, 2012)

Métricas de crescimento urbano talvez precisem ser adaptadas às condições particulares de crescimento em diferentes estudos de caso e em diferentes escalas espaciais. A combinação de diferentes métricas em um único indicador multidimensional, talvez com a **inclusão de variáveis econômicas e demográficas** também, é certamente um tópico interessante para o futuro pesquisa

Conclusões

Métricas de retração urbana identificaram com frequência alguns padrões de encolhimento, com destaque para: vacância, demolição e fragmentação, proporcionando perspectivas de desenvolvimento de novas métricas. (Aguilera et al., 2011; Herold et al., 2002; Huang et al., 2007 ; Huang, Wang, E Budd, 2009)

Ponto de partida para uma melhor compreensão dos índices quantitativos de estudos da morfologia urbana e para o desenvolvimento de novas métricas ou indicadores mistos que podem revelar mais completamente os padrões espaciais de cidades em crescimento e em redução

Estender a literatura a outros tipos de métricas, **incluindo indicadores demográficos e socioeconômicos** que podem ser combinadas com algumas das métricas espaciais apresentadas. **Combinando, por exemplo, as dimensões físicas de redução com variáveis socioeconômicas e demográficas** (Banzhaf et al., 2006; Buzar et al., 2007; Kabisch et al., 2006; Schetke & Haase, 2008; Sousa, 2010).

relação $P \longleftrightarrow A$

Conclusões

Retrações urbanas estão se tornando cada vez mais frequentes nas cidades de países desenvolvidos, especialmente na Europa e América do Norte, muitas vezes ocorrendo juntos com o crescimento urbano dentro da mesma cidade ou sistema urbano.



E..., se for verdade que alguns dos métodos (incluindo métricas espaciais) desenvolvidos com foco principalmente no crescimento pode ser igualmente usado em um contexto de encolhimento..., então alguns padrões particulares de retração urbana ainda estão claramente ausentes de uma adequada compreensão dos métodos de avaliação apropriados.

Material suplementar

1

APPENDIX – Full lists of spatial metrics

Table A1 – Landscape Metrics

1. Landscape Metrics					
Group / Metric		Measurement	Empirical applications	Interpretation	Study focus ¹
Area	Change in size of urban area	Difference in urban area between time periods	Schneider and Woodcock (2008)	Increase of urban area indicates growth.	PUG
	Change in density of urban land	Difference in ratio of urban expansion to all land	Schneider and Woodcock (2008)	Larger increase in built-up land density indicates infilling, smaller increase indicates more dispersion.	PUG
	Urban area (also percentage of landscape; class area)	Share in area of urban land or of a particular land use type	Herold et al. (2002; 2003; 2005); Aguilera et al. (2011); Schneider and Woodcock (2008); Guerois and Pulmain (2008); Kassanko et al. (2006); Schneider et al. (2005); Wu et al. (2011); Weng (2007); Hahs et al. (2006); Pham et al. (2011)	The proportion of the total area that has a particular characteristic (e.g. land use type)	PUG
			Schwartz (2010)		

Material suplementar

Mean radius of gyration		$h_{ij} = \frac{1}{z} \sum_{j=1}^z d_{ij}$ h_{ij}=distance between cell ij located in patch ij and the centroid of the patch; z=nr of cells in the patch ij	Aguilera et al. (2011)	patches in terms of roundness Low: roundness (compaction) High: elongation	PUG
Landscape expansion index	Landscape expansion index	$LEI = 100 \times \frac{A_o}{A_o + A_v}$ A_o=intersection of the buffer zone of the new patch with occupied land; A_v= intersection of the buffer zone of the new patch with vacant land [0;100]	Liu et al. (2010) Shi et al. (2012)	Measures the proportion of a buffer around the edge of a new patch that intersects old built-up area.	PUG
	Mean landscape expansion index	$MEI = \sum_{i=1}^N \frac{LEI_i}{N}$ N=total number of newly grown patches	Liu et al. (2010)	LEI defines three types of urban growth: infilling [50,100]; edge-expansion [0-50]; outlying [0]	PUG
	Area Weighted mean landscape expansion index	$AWMEI = \sum_{i=1}^N LEI_i \times \left(\frac{a_i}{A}\right)$ a_i=area of new patch i; A=total area of all new patches	Liu et al. (2010)	MEI is the simple average of all newly grown patches. <u>AWMEI</u> is similar to MEI but <u>weighting</u> the area of each patch. Higher MEI or AWMEI: lower expansion, the landscape tends to be more compact.	PUG
Mean perimeter to area ratio		$\frac{\sum_i l_{ik}}{n_k \bar{a}_{ik}}$ l_{ik}=perimeter of patch i of LU k; a_{ik}=area of patch i of LU k; n_k=total nr of patches in land	Irwin and Bockstael (2007)	Captures the mean size and shape of patches, holding constant the total <u>nr</u> of patches. Increase of PAR of a focal land use: increasing complexity or the addition of smaller patches.	PUG

Material suplementar

Table A2 – Geo-spatial metrics

2. Geo-spatial metrics				
Group / Metric	Measurement	Empirical applications	Interpretation	Study focus
Fractal dimension	$D = \frac{1}{\ln R'} \ln \left[\frac{N(R')}{4} \right] \quad (2)$ N'= number of occupied points on a rectangular grid, at radial distance R' from CBD	Longley and Mesev (2000) Shen (2002) Frankhauser (2004) Frankhauser (1998) De Keersmaecker et al. (2003) Terzi and Kaya (2011)	Measures the extent to which built areas fill the space. Values between 1 (built areas fill the space of a line) and 2 (built areas completely fill the two-dimensional space).	PUG UP
Centrality index	$\text{Centrality} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} D_i / N-1}{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} D_i / N-1}{\sqrt{S/\pi}}$ D=distance of centroid of patch i to centroid of the largest patch; R=radius of a circle with area S S=sum of area of all patches; N=nr of patches	Schwarz (2010) Huang et al. (2007)	Measures the degree to which the urban development is close to CBD (defined as the centroid of the largest patch). It minimizes the effect of scale by dividing by R . Higher Cent. Index: more elongated the overall city is.	PUG
Ratio of open space	$ROS = \frac{S'}{S} \cdot 100$ S'=sum of all holes within urban area S=sum of area of all patches	Schwarz (2010) Huang et al. (2007)	Measure of porosity: measures the total ratio of open space (unclassified areas) compared to the urban area	PUG
Gross leapfrog index	$I_{gi} = \frac{A_i^{out}}{A_i^u}$ A^{out}=leapfrog areas in settlement i; A^u=urban built-up area of settlement i	Frenkel and Ashkenazi (2008)	Measures fragmentation or scatter. Similar o ROS	PUG
	R_i^{out}			

Material suplementar

3. Spatial Statistics				
Group / Metric	Measurement	Empirical applications	Interpretation	Study focus
Moran's I (spatial autocorrelation)	$I = \left(\frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \right) \left(\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right)$ n: nr. of land parcels; w_{ij}: adjacency between units i and j (w_{ii}=0; w_{ij}=0); x_i: value of a variable for i; x_j: its value at j; $\bar{x}$ is: mean value of the same characteristic across n. [-1;1]	Torrens (2008) Tsai (2005) Poulson et al (2011) Gullian and Gallo (2010) Portnov and Schwartz (2009)	Positive I indicates parcels that are more similar in the value of a certain variable (x) than the average (y), while negative values indicate dissimilarity. If I=0, there's no statistically relevant patterning of x. Cities with global low density decentralization or high-density compaction are expected to have I values close to 1.	PUG UP
Local Moran I _i	$I_i = \left(\frac{x_i}{m_2} \right) \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j$ $m_2 = \sum_{i=1}^n \frac{x_i^2}{n}$ [-1,1] n: nr of land parcels considered in analysis; w_{ij}: adjacency between spatial units i and j; x_i and x_j: value of a variable for i and j	Torrens (2008) Chung and Brown (2007)	Measures data homogeneity and diversity: is positive where either low or high values of an attribute are near each other, while negative values of I _i are to be found in areas with low and high values of an attribute.	PUG UP
	$G_i(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d) x_j}{W_i}, j \neq i \text{ and } W_i = \sum_j w_{ij}(d)$			

Um novo olhar sobre a Cidade (Aldaíza Sposati)

