

ENTROPIA NA CONFIGURAÇÃO URBANA DA ÁREA INDUSTRIAL DE LAGES/SC

ENTROPÍA EN LA CONFIGURACIÓN URBANA DEL ÁREA INDUSTRIAL DE LAGES/SC.

ENTROPY IN THE URBAN CONFIGURATION OF THE INDUSTRIAL AREA OF LAGES/SC

CALVETTI, FERNANDO DOS SANTOS

Arquiteto e Urbanista, Doutor em Planejamento Urbano e Regional, Professor adjunto do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de Santa Catarina, E-mail: fernando.calveti@udesc.br

SANTOS, LILIAN LOUISE FABRE

Arquiteta e urbanista, mestra em Preservação do Patrimônio Cultural, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, E-mail: arqllilianfabre@gmail.com

SILVA, SOFIA BUENO DA

Estudante de graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Estado de Santa Catarina, E-mail: sofia.silva@edu.udesc.br

PILATI, JOÃO VITOR BITTENCOURT

Estudante de graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Estado de Santa Catarina, E-mail: joao.pilati@edu.udesc.br

RESUMO

Este artigo, parte da revisão metodológica de uma pesquisa em andamento, discute a configuração urbana de áreas industriais. Fazemos isso no contexto dos modelos configuracionais e da sintaxe urbana. Nosso interesse se dá na possibilidade de mensurar a (in)adequação de uma malha pensada originalmente como centro de grandes fábricas e indústrias, responsável pelo escoamento eficiente da sua produção, e usada, contemporaneamente, em usos predominantemente urbanos, como habitação, comércio e serviços. Buscamos, através deste estudo quantitativo, contribuir com a compreensão da complexidade da configuração urbana, discutindo como uma organização extremamente hierarquizada pode prejudicar a heterogeneidade de usos do solo. O recorte territorial do estudo é a zona industrial da cidade de Lages, centro da Região Metropolitana do Planalto Serrano, Santa Catarina. A área se destaca se destaca pela separação com o restante da cidade em função da passagem de uma rodovia federal, situação que reforça o status de periferia, social e territorial, para a população local. Nossos resultados mostram uma rede local hierarquizada e com entropia baixa se comparada ao restante da cidade, confirmando a segregação de oportunidades e serviços urbanos para as demandas locais. PALAVRAS-CHAVE: Morfologia urbana; áreas industriais; Lages/SC.

RESUMEN

Este artículo, parte de la revisión metodológica de un proyecto de investigación en curso, discute la configuración urbana de las áreas industriales. Lo hacemos en el contexto de modelos configuracionales y sintaxis urbanas. Nuestro interés radica en la posibilidad de medir la (in)adecuación de un diseño concebido originalmente como el centro de grandes fábricas e industrias, responsables de canalizar eficientemente su producción, y ahora utilizado predominantemente para fines urbanos como vivienda, comercio y servicios. A través de este estudio cuantitativo, buscamos contribuir a la comprensión de la complejidad de la configuración urbana, discutiendo cómo una organización extremadamente jerárquica puede impedir la heterogeneidad de los usos del suelo. El enfoque territorial del estudio es la zona industrial de la ciudad de Lages, en el centro de la Región Metropolitana del Planalto Serrano, Santa Catarina. La zona se destaca por su separación del resto de la ciudad debido al paso de una carretera federal, una situación que refuerza su estatus como periferia social y territorial para la población local. Nuestros resultados muestran una red local jerarquizada y con baja entropía en comparación con el resto de la ciudad, confirmando la segregación de oportunidades y servicios urbanos para las demandas locales.

PALABRAS CLAVES: Morfología urbana; Áreas industriales; Lages, Brasil.

ABSTRACT

This article, part of the methodological review of an ongoing research project, discusses the urban configuration of industrial areas. We do this within the context of configurational models and urban syntax. Our interest lies in the possibility of measuring the (in)adequacy of a layout originally conceived as the center of large factories and industries, responsible for efficiently channeling their production, and now predominantly used for urban purposes such as housing, commerce, and services. Through this quantitative study, we aim to contribute to the understanding of the complexity of urban configuration, discussing how an extremely hierarchical organization can impede the heterogeneity of land uses. The territorial focus of the study is the industrial zone of the city of Lages, at the center of the Serrano Plateau Metropolitan Region in Santa Catarina. The area stands out for its separation from the rest of the city due to the passage of a federal highway, a situation that reinforces its status as a social and territorial periphery for the local population. Our results show a hierarchized local network with low entropy compared to the rest of the city, confirming the segregation of opportunities and urban services for local demands.

KEYWORDS: Urban Morphology; Industrial Areas; Lages, Brazil.

Recebido em: 30/06/2023

Aceito em: 22/04/2024

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo faz parte de uma pesquisa em andamento, intitulada “Expressões da identidade cabocla na paisagem urbana de Lages, Santa Catarina”, e discute a configuração da malha urbana em áreas industriais. Nosso interesse se dá na investigação das consequências do processo urbanizador de adaptação de áreas geralmente periféricas e organizada em grandes porções de terra nas cidades. Recorremos ao entendimento de que muitas redes urbanas modificam e apagam partes de sua geometria à medida que se desenvolvem, tornando difícil quantificar e rastrear sua transformação (Gudmudsson; Mohajeri, 2013). Neste sentido, Kostof afirma que compreendemos corretamente a forma apenas na medida em que estamos familiarizados com as condições culturais específicas que a geraram. Quanto mais conhecemos as culturas e a estrutura social ao longo da história e em diferentes partes do mundo, “melhor somos capazes de interpretar o ambiente construído” (Kostof, 1991, p.10).

O estudo reconhece a complexidade das lógicas espaciais de diferentes contextos urbanos, e que suas especificidades quanto ao seu crescimento não podem ser confundidas com o próprio planejamento, que assume diversas formas e incorpora padrões complexos, tanto em assentamentos informais quanto em tecidos urbanos orgânicos. É importante destacar que em muitas cidades, tanto padrões espaciais planejados centralmente quanto auto-organizados coexistem, conforme a forma urbana evolui ao longo do tempo ou quando uma cidade se expande para incorporar novas formas urbanas heterogêneas. Isso é especialmente latente em áreas que começaram com uma centralidade e hierarquia muito definida e marcada no território, como é o caso do entorno de praças fundacionais nos municípios brasileiros e também em polos industriais.

Esse processo de esvaziamento da função industrial de polos vinculados a centros urbanos ganha força principalmente a partir de meados do século XX, e mais tarde, nos anos 1980, o conceito de “vazio urbano” começa a ser aprofundado em discussões feitas a partir das primeiras ações de reconversão de áreas industriais em vazios urbanos no hemisfério norte (Cavalcanti; Alvim, 2019). Nessas regiões, as intervenções em antigas áreas industriais, portuárias e ferroviárias surgiram como resultado dos processos de desindustrialização e desconcentração industrial, intensificados com a crise capitalista dos anos 1970. É importante destacar que, apesar da atuação conjunta do poder público e do setor privado, a preservação do interesse público tem sido determinante para o sucesso de importantes projetos urbanos e intervenções.

No contexto brasileiro, o interesse pela temática é mais recente. As consequências formais de ocupação ou falta de ocupação, em áreas previamente industriais estão ligadas ao processo de reestruturação produtiva da indústria brasileira no contexto de uma industrialização reconhecidamente tardia.

Com nossa abordagem quantitativa buscamos contribuir com a análise da complexidade da configuração urbana desse tipo de área. Nosso estudo de caso recai sobre a cidade de Lages, centro da região metropolitana do planalto catarinense, especificamente no bairro Caroba e seu entorno imediato, que configuram a chamada “zona industrial” da cidade. Esta é uma região do Estado com relativa pouca produção acadêmica sobre sua configuração espacial, o nosso estudo de caso é relevante por caracterizar um subcentro urbano, separado do restante da malha em função da passagem de uma rodovia federal, a BR-116, que liga o Rio Grande do Sul com o centro do país. A localização do que hoje é o bairro, à sudoeste do cruzamento da BR-116 com a BR-282, que liga a capital, Florianópolis, com o oeste catarinense, foi estratégica para o escoamento da produção da indústria local ao longo do século XX e, em menor escala, ainda hoje.

Como destacam Cavalcanti e Alvim (2019), o processo de desconcentração industrial, desde meados do século XX até a atualidade, vem gerando vazios urbanos e incompatibilidades das malhas pré-existentes com as novas demandas e dinâmicas urbanas. No caso de Lages/SC, esse processo fica visível à medida que a cidade dá as costas para essa porção (que está ao seu oeste), e cresce para leste, em direção à capital Florianópolis, distante 230km.

Essa lógica acaba gerando vazios urbanos numa malha ainda vinculada à produção industrial. O crescimento do bairro, de forma orgânica, acaba caracterizado por ser uma periferia tanto territorial quanto social em relação ao centro da cidade, evidenciando uma segregação entre as demandas locais e as oportunidades e serviços urbanos. Os resultados quantitativos do nosso estudo mostram uma rede local ainda hierarquizada e com entropia baixa se comparada ao restante da cidade.

2 A CONSTRUÇÃO DO ESTUDO

A metodologia adotada recai sobre os estudos quantitativos de análise urbana. Esta escolha se dá pela leitura de que a estrutura configuracional da cidade é objeto específico de análise e discussão dos chamados modelos configuracionais, que envolvem a estruturação da cidade como um grafo, formado por vértices e

nós, e o cálculo matemático de uma série de métricas referentes a cada parte da cidade, como acessibilidade, centralidade ou entropia, entre outros. Nosso estudo, considerado ainda um piloto para a pesquisa ainda em andamento, testa a centralidade (*betweenness centrality* no original) e entropia para a análise da forma.

Entropia urbana

A entropia urbana é um conceito que se refere à complexidade e desordem nas estruturas e padrões das cidades. É uma medida que busca quantificar a variedade, diversidade e aleatoriedade presentes nos sistemas urbanos (NETTO, 2020). A entropia urbana pode ser observada nas diferentes orientações das ruas, na variedade de estilos arquitetônicos, na diversidade de usos do solo e na distribuição de equipamentos e serviços pela cidade.

Uma alta entropia urbana indica uma cidade com maior diversidade e complexidade, onde há uma mistura de diferentes elementos e uma maior oferta de opções para os moradores. Por outro lado, uma baixa entropia urbana sugere uma cidade mais homogênea e ordenada, com menos diversidade e menor variedade de escolhas. A compreensão da entropia urbana é relevante pois ajuda a entender a dinâmica e evolução das cidades. Ao considerar a entropia urbana, é possível buscar um equilíbrio entre ordem e diversidade, criando espaços urbanos mais vibrantes, inclusivos e sustentáveis.

A entropia urbana pode ser calculada utilizando a fórmula proposta por Shannon (1949). Na aplicação da fórmula de Shannon à entropia urbana, são consideradas as informações sobre as características e padrões presentes na cidade. Essas informações podem ser obtidas a partir de dados como a distribuição de usos do solo, a diversidade arquitetônica, a conectividade das vias e outros elementos urbanos relevantes.

A fórmula de Shannon para o cálculo da entropia é:

$$H = - \sum (P(x) * \log_2(P(x)))$$

Onde:

H representa a entropia;

P(x) é a probabilidade de ocorrência de uma determinada característica ou padrão x na cidade.

Para calcular a entropia urbana utilizando a fórmula de Shannon, portanto, é necessário definir a probabilidade de ocorrência de uma determinada característica ou padrão, representada por P(x). A definição de P(x) depende do contexto específico em que está sendo aplicada a análise da entropia urbana.

A forma de determinar P(x) pode variar de acordo com a natureza dos dados disponíveis e a característica ou padrão que está sendo considerado. Por exemplo, se estivermos interessados na diversidade de usos do solo em uma cidade, podemos calcular P(x) como a proporção da área ocupada por cada tipo de uso do solo em relação à área total da cidade.

Digamos que tenhamos três tipos de uso do solo: residencial, comercial e áreas verdes. Se a área residencial corresponder a 60% do total, a área comercial a 30% e as áreas verdes a 10%, podemos definir P(x) da seguinte maneira:

$$P(\text{residencial}) = 0,6; P(\text{comercial}) = 0,3; P(\text{áreas verdes}) = 0,1$$

Essas probabilidades refletem a distribuição proporcional dos diferentes usos do solo na cidade e são usadas na fórmula de Shannon para calcular a entropia. É importante ressaltar que a definição de P(x) pode variar de acordo com o aspecto específico que está sendo analisado na entropia urbana. Por exemplo, se estivermos considerando a diversidade arquitetônica, a probabilidade pode ser determinada pela frequência de diferentes estilos arquitetônicos na cidade.

Em resumo, P(x) é a probabilidade de ocorrência de uma característica ou padrão específico na cidade e deve ser definida de acordo com o contexto e os dados disponíveis para a análise da entropia urbana. Essa fórmula permite quantificar a complexidade e diversidade presentes nos sistemas urbanos, fornecendo uma medida numérica da entropia urbana. Como dito anteriormente, quanto maior for o valor resultante da fórmula, maior será a entropia urbana, indicando uma cidade com maior diversidade e complexidade. Essa metodologia permite que se compare a entropia entre diferentes cidades, bairros ou regiões dentro de uma cidade, auxiliando no planejamento urbano e na compreensão dos aspectos complexos das áreas urbanas. Desenvolvimento do artigo, envolvendo um ou mais subtítulos numerados. Desenvolvimento do artigo, envolvendo um ou mais subtítulos numerados. Desenvolvimento do artigo, envolvendo um ou mais subtítulos numerados.

Centralidade urbana

A centralidade urbana se mostra um conceito fundamental na análise da morfologia e estudo das redes urbanas (Krafta, 1994; 1999; Sposito, 2001, 2011; Netto; Krafta, 2009; Calvetti, 2016; 2022). Referimo-nos à importância e influência de determinados locais ou áreas dentro de uma cidade ou região urbana. A centralidade pode ser medida e compreendida de várias maneiras, considerando diferentes aspectos, como a acessibilidade, atividades econômicas, densidade populacional, infraestrutura e serviços.

Na morfologia urbana, a centralidade se relaciona com a forma e estrutura da cidade, destacando áreas ou pontos de convergência que desempenham papéis-chave em termos de comércio, serviços, governança ou cultura. Isso inclui áreas centrais, como o centro histórico, distritos comerciais, praças principais ou pontos de encontro populares.

O estudo das redes urbanas também está, portanto, ligado à centralidade. As cidades são sistemas complexos interconectados por uma variedade de redes, como redes de transporte, redes de comunicação e redes sociais. O estudo da centralidade nessas redes permite identificar e analisar os nós ou pontos críticos de interação e fluxo dentro da cidade, que desempenham um papel significativo na conectividade e eficiência do sistema urbano.

A análise da centralidade urbana se mostra como fundamental para o planejamento e desenvolvimento urbano. Ela auxilia na identificação de áreas estratégicas para investimentos, melhoria da mobilidade, criação de espaços públicos e promoção de uma distribuição mais equitativa de recursos e serviços urbanos. Além disso, a compreensão da centralidade urbana ajuda a entender a dinâmica espacial, as hierarquias urbanas e os padrões de interação que moldam a vida nas cidades.

Dentre os diferentes tipos de centralidade, nos atemos à chamada *betweenness centrality*, ou centralidade intermediária. Esta é uma medida utilizada na análise de redes para identificar a importância relativa dos pontos ou linhas como intermediários nas interações entre outros pontos ou linhas da rede. Essa medida não faz juízo de valores sobre a importância desses intermediários, mas destaca sua posição estratégica na comunicação ou fluxo de informações dentro da rede.

Este conceito tem suas raízes na teoria dos grafos e na análise de redes complexas. Foi inicialmente proposto por Freeman (1978) como parte de seus estudos sobre a estrutura e dinâmica das redes sociais.

Na época, as redes sociais eram um campo emergente de pesquisa, e Freeman percebeu a importância de identificar os indivíduos que atuavam como intermediários-chave na comunicação e transferência de informações dentro de uma rede. Ele argumentou que esses intermediários desempenhavam um papel crucial na conectividade e no fluxo de informações entre os membros de uma rede social.

Ao longo do tempo, o conceito de centralidade intermediária expandiu-se além das redes sociais e foi aplicado em diversas áreas, como transporte, infraestrutura, sistemas de computação, ecologia e até mesmo em estudos urbanos. Ele proporciona insights sobre a estrutura e a dinâmica de diferentes tipos de redes, permitindo identificar os elementos-chave que facilitam o fluxo e a comunicação entre os nós. O cálculo da *betweenness centrality* envolve os seguintes passos:

- Definir a rede: Represente a rede de pontos ou linhas que deseja analisar. A rede pode ser um sistema de transporte, uma rede social, uma rede de infraestrutura, entre outros. No nosso caso, a rede é a própria cidade de Lages, para num segundo momento focarmos na análise local do bairro Caroba e seu entorno imediato (figura 1 e figura 2, página seguinte).
- Encontrar os caminhos mais curtos: Para cada par de pontos ou linhas na rede, encontramos todos os caminhos mais curtos que os conectam. Um caminho mais curto é o trajeto com o menor número de arestas ou a menor distância entre os pontos.
- Contar as ocorrências: Para cada ponto ou linha na rede, contamos quantas vezes ele aparece como intermediário nos caminhos mais curtos entre outros pontos ou linhas. Isso significa verificar em quantos caminhos mais curtos um determinado ponto ou linha está presente.
- Calcular a centralidade: Normalizamos o número de ocorrências contadas para cada ponto ou linha, dividindo pelo número total de pares de pontos ou linhas (ou seja, pelo número total de caminhos mais curtos).

Figura 1: Edificações da área urbana de Lages com bairro Caroba destacado, em vermelho..



Fonte: Autores, 2023.

Figura 2: Edificações do bairro caroba, em destaque, e entorno imediato. Maiores formas são galpões industriais



Fonte: Autores, 2023.

A medida resultante é a centralidade intermediária para cada ponto ou linha, indicando a proporção de caminhos mais curtos em que esse elemento atua como intermediário.

A centralidade intermediária é útil para identificar elementos cruciais na comunicação, fluxo de informações ou controle de fluxo dentro de uma rede. Esses elementos desempenham um papel fundamental na conectividade e podem ser estrategicamente importantes para a resiliência e eficiência do sistema de rede.

A fórmula para calculá-la é a seguinte:

$$\text{Centralidade intermediária} = \sum (\sigma(st, v) / \sigma(st))$$

Onde:

$\sigma(st, v)$ é o número de caminhos mais curtos entre um par de pontos s e t que passam pelo ponto ou linha v ;

$\sigma(st)$ é o número total de caminhos mais curtos entre o par de pontos s e t na rede.

Essa fórmula representa a proporção de caminhos mais curtos que passam pelo ponto ou linha v em relação ao número total de caminhos mais curtos entre todos os pares de pontos na rede. É importante mencionar que existem variações e algoritmos diferentes para o cálculo da centralidade intermediária, dependendo do tipo de rede e da abordagem utilizada. A fórmula acima representa uma fórmula geral amplamente utilizada para calcular esta centralidade em redes complexas.

Métodos e resultados

Nossa análise reside, a nível instrumental, principalmente no uso das bibliotecas OSMnx (Boeing, 2022) e Networkx (Hagberg; Schult; Swart, 2022) na linguagem Python. Utilizamos essas bibliotecas para gerar as visualizações que compõem as figuras deste artigo e para calcular os índices desejados.

Analizamos, igualmente, a proximidade dos pontos na malha urbana para equipamentos e serviços tidos como essenciais – equipamentos de educação e saúde. Os equipamentos e suas localizações foram considerados a partir das informações cadastradas no OpenStreetMaps, projeto de mapeamento colaborativo para criar um mapa livre e editável do mundo, fornecendo dados a sítios na internet, aplicações de celular e outros dispositivos, e que é a base da biblioteca OSMnx. Esses cálculos de proximidade levam em consideração as distâncias reais entre cada nó do sistema – que representam esquinas – e os equipamentos mapeados (figuras 3, 4 e 5).

Figura 3: Localização de hospitais, centros de saúde, clínicas médicas e postos de saúde em Lages, em vermelho.



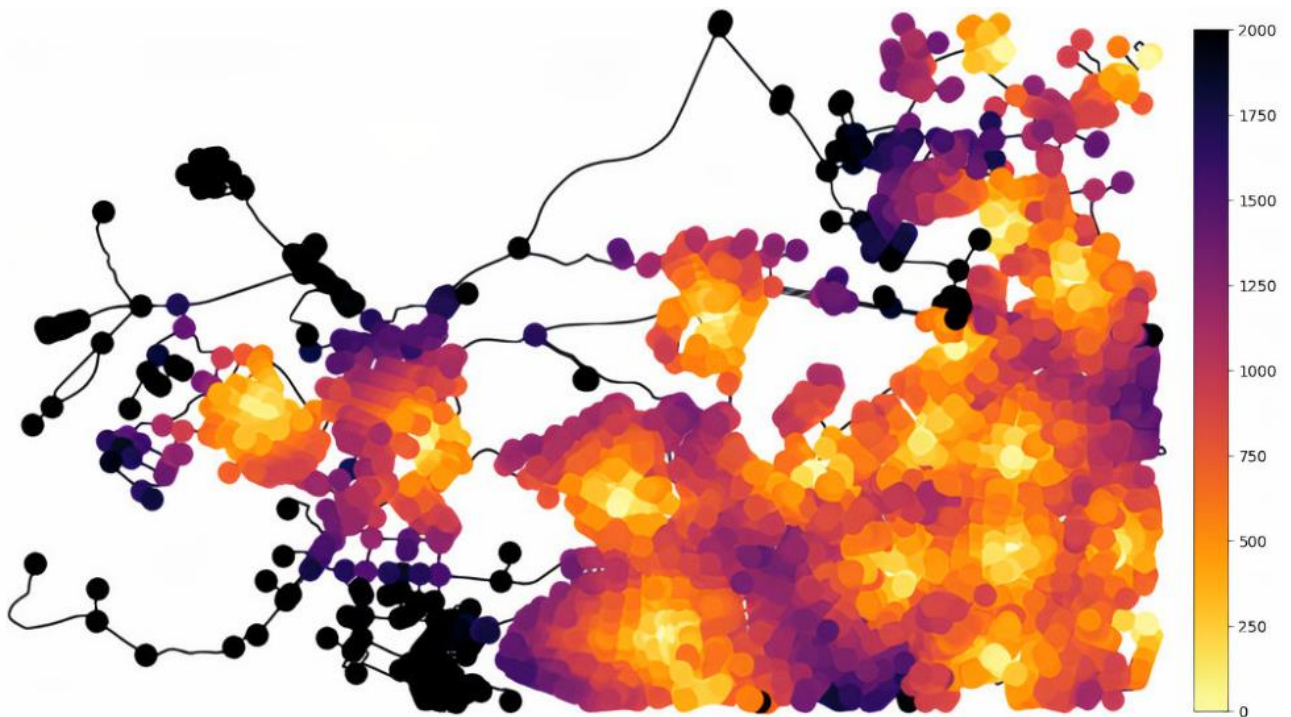
Fonte: Autores, 2023.

Figura 4: Localização de creches, escolas, cursos técnicos, centros universitários e universidades em Lages, em azul.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 5: Distância em metros das esquinas do bairro Caroba e de parte de Lages para equipamentos de saúde e educação da cidade.

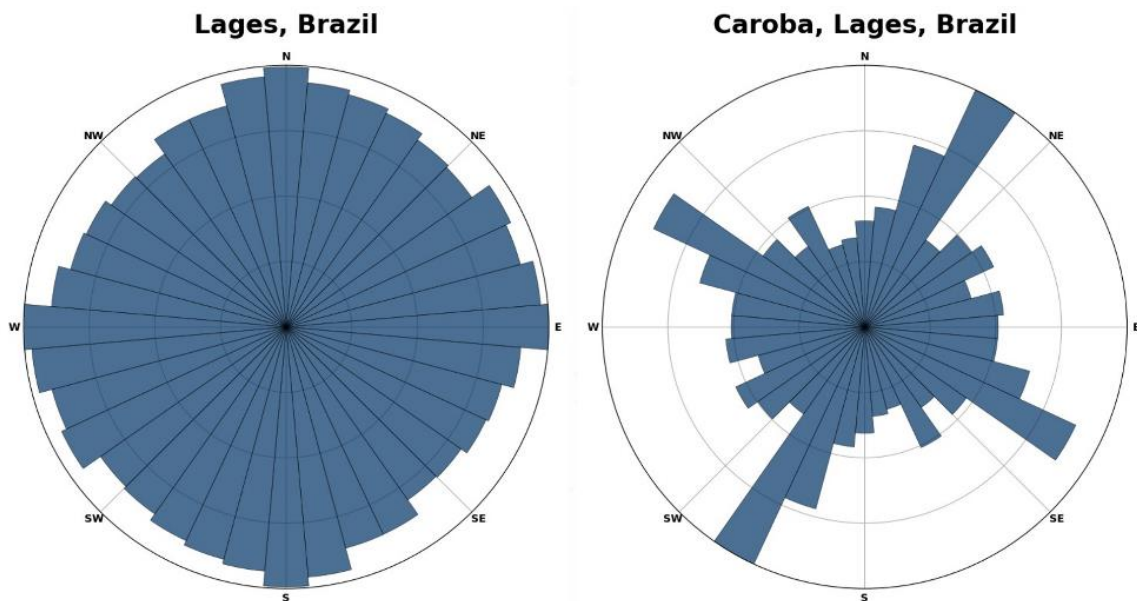


Fonte: Autores, 2023.

Os usos do solo levantados no bairro mostram uma entropia ainda muito baixa, no valor de 0,30. Isso quantifica uma baixa variedade de usos, com predominância de residências, além dos polos industriais

presentes ainda no bairro. Buscando ainda complemento à análise da complexidade viária, comparamos a orientação das vias do bairro se comparada à orientação das vias da cidade (figura 6).

Figura 6: Orientação das ruas de Lages à esquerda e orientação das ruas do bairro Caroba, à direita. Diagramas produzidos a partir do OSMnx.



Fonte: Autores, 2023.

Podemos verificar, nesses diagramas da Rosa (figura 4), que a malha do bairro está ainda extremamente hierarquizada, dando preferência na sua configuração ao sentido paralelo à BR-116, dificultando, assim, uma maior integração ao restante do sistema urbano.

Os resultados desse estudo ilustram diferentes princípios de ordenação espacial urbana e ajudam a explicar nuances da organização de grade. Boeing (2019) reforça essa ideia ao observar que cidades com uma estrutura de grade apresentam um valor de entropia que sugere que estas cidades seguem uma única grade em uma certa extensão. No entanto, essas cidades também podem ter múltiplas grades concorrentes, o que pode ser visualizado por meio de análises. Além disso, foram identificadas correlações significativas entre o valor de entropia e outros indicadores de ordenação espacial, como a curvatura das ruas e a conectividade da rede viária.

É importante ressaltar que esses resultados foram obtidos no estudo realizado por Boeing (2019), que analisou uma ampla amostra de cidades ao redor do mundo. Os resultados indicam diferenças significativas entre cidades na América do Norte e Europa em termos de padrões espaciais. As cidades na América do Norte tendem a apresentar uma estrutura mais similar à grade, com menor entropia e curvatura em comparação com as cidades europeias. A provável justificativa para isso, como aponta o próprio autor, estaria na sobreposição de diferentes períodos de urbanização nas cidades europeias, enquanto a grande parte das grandes cidades dos Estados Unidos, assim como na América Latina, se urbanizou efetivamente ao longo do século XX, numa lógica cartesiana voltada ao automóvel.

A relação entre a orientação do sistema viário e sua complexidade se mostra, portanto, como um aspecto relevante na compreensão da organização espacial das cidades. A orientação do sistema viário refere-se à direção predominante das ruas e sua relação com uma grade regular ou irregular. A complexidade, por sua vez, está relacionada à estrutura e aos padrões de conectividade da rede viária.

Em geral, cidades com sistemas viários mais ordenados, como as que seguem uma grade regular, tendem a apresentar uma menor complexidade em termos de orientação. Isso ocorre porque as ruas seguem um padrão previsível e regular, o que facilita a navegação e a compreensão da estrutura urbana. Exemplos clássicos de cidades com sistemas viários ordenados incluem Nova York, com seu famoso grid retangular em Manhattan, e Brasília, com seu layout em forma de cruz.

Por outro lado, cidades com sistemas viários mais complexos, como aqueles com padrões irregulares e sinuosos, tendem a ter uma orientação menos definida. Esses sistemas podem surgir devido a fatores

históricos, topográficos ou culturais, resultando em ruas que seguem trajetórias curvas, interseções em ângulos variados e direções de fluxo não lineares. Esses sistemas podem ser observados em cidades antigas, onde as ruas foram estabelecidas sem um planejamento prévio rigoroso, ou em áreas com topografia acidentada, onde as estradas se adaptam ao terreno.

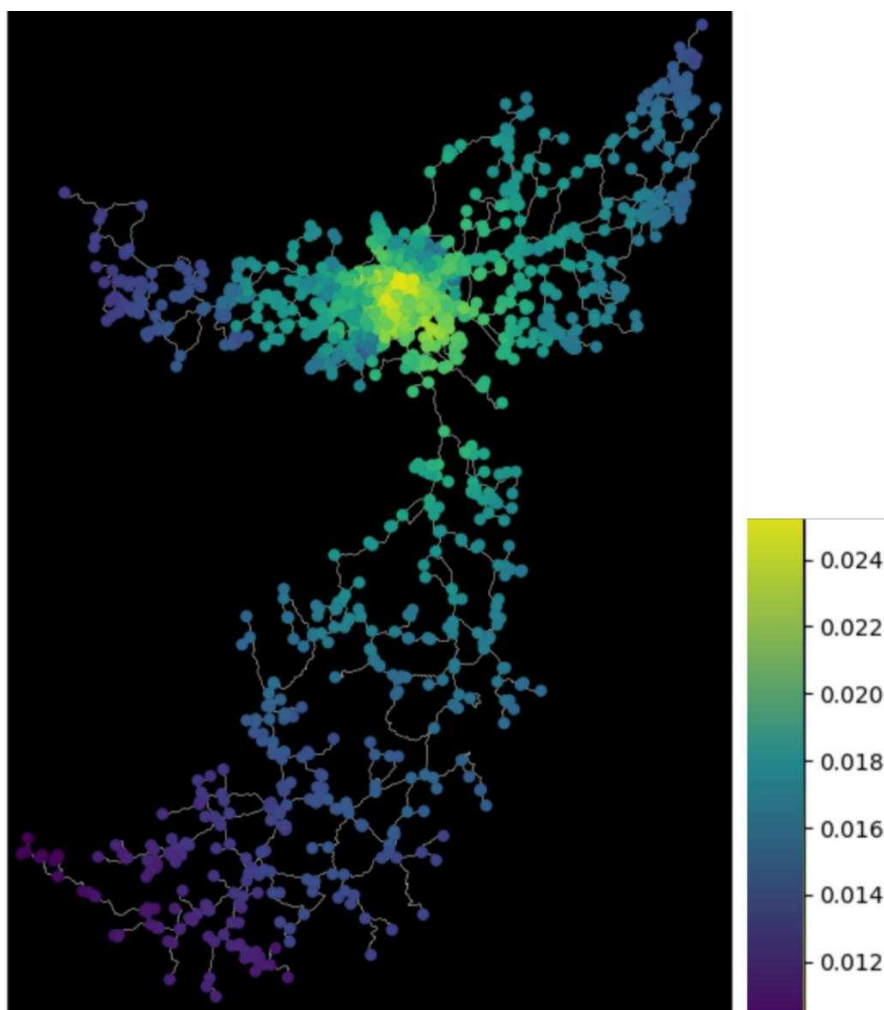
A complexidade da orientação do sistema viário pode afetar diversos aspectos da vida urbana. Por exemplo, sistemas viários mais complexos podem dificultar a navegação e a localização de destinos, levando a maior tempo de deslocamento e maior probabilidade de se perder. Além disso, sistemas viários complexos podem influenciar a distribuição espacial das atividades econômicas, a acessibilidade aos serviços públicos e a interação social entre os moradores.

No entanto, é importante destacar que a relação entre a orientação do sistema viário e a complexidade não é necessariamente negativa ou positiva. Cada cidade possui suas próprias características e contexto específico que influenciam a forma como o sistema viário é organizado e como isso afeta a vida urbana. Portanto, é essencial considerar as peculiaridades de cada contexto urbano ao analisar a relação entre a orientação do sistema viário e sua complexidade.

No nosso caso, fica clara a complexidade relativa da cidade de Lages frente ao recorte do Caroba. Não apenas pela diferença de tamanho entre os dois, mas pelas configurações de orientação de vias, predisposição de uso misto do solo e centralidade teórica da malha (figura 6).

Os resultados de nossas mensurações apontam para o bairro Caroba com baixa centralidade intermediária em relação ao restante da cidade. Destacamos o centro histórico como, ainda, a centralidade total do sistema urbano. Os resultados foram normalizados para que sua soma alcance o valor de 1. Assim, vemos que a centralidade média dos pontos do bairro Caroba e do seu entorno imediato corresponde à cerca de 1,3% da centralidade do sistema, enquanto no Centro se chega, em média, ao dobro da centralidade.

Figura 7: Centralidade intermediária em Lages/SC.



Fonte: Autores, 2023.¹.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossas métricas confirmam a condição periférica do bairro Caroba, localizado em sentido contrário ao eixo de crescimento da cidade. Isso se dá principalmente através da verificação de sua baixa centralidade da malha urbana. Ressaltamos que análises de sistemas fechados, como o deste estudo, possuem algumas limitações, como o chamado “efeito de borda”. O mesmo prejudica vias e pontos às margens da cidade, por desconsiderar, inevitavelmente, conexões entre estas e outras municipalidades, o que acaba por distorcer, por vezes de forma significativa, a hierarquia entre as diferentes partes do sistema. Dado o reconhecimento desse problema recorrente, afirmamos, também, que o mesmo nos parece naturalmente mitigado pelo isolamento de Lages referente às suas cidades vizinhas. Não há conurbação na região, e a análise, portanto, não é prejudicada pelo recorte territorial da cidade. Essa característica reforça nossos cálculos, no que refere a condição periférica do Caroba.

Destacamos, também, que a estrutura viária do bairro, fundado como polo industrial da cidade, ainda se vincula à forte hierarquia territorial destes espaços fabris. Grandes quadras e poucas possibilidade de acesso ao bairro contribuem com um loteamento irregular e pouco atrativo para os investimentos formais da cidade. A falta de desenvolvimento comercial, de serviços ou de espaços públicos de lazer contribuem com a manutenção desse cenário. Essas carências ficam evidentes não apenas no levantamento de usos, mas no cálculo de entropia, que mostra uma combinação pobre de usos. As vias se estruturam principalmente de forma paralela à BR-116, dificultando a integração do bairro à malha viária do restante da cidade, que representa ainda a principal centralidade do sistema.

As baixas centralidade e entropia do bairro não condizem com o percentual da população lageana que lá habita, sendo considerado um bairro relativamente povoado, mesmo que com tipologias arquitetônicas baixas. Destacamos igualmente a proximidade física com o centro de Lages, embora a sua relação seja prejudicada pela rodovia que separa os bairros. No sentido de uma urbanização mais eficiente no bairro, o estudo parece apontar que um novo processo de divisão, parcelamento e loteamento se faz necessário, afim de fomentar uma maior diversidade de usos e de ocupações. Este processo invariavelmente ocasiona a necessidade de novos investimentos e estruturação de novas vias de acesso local, aumentando a permeabilidade do bairro e a integração da sua população com o resto da cidade e com os serviços e empregos de outros polos urbanos.

Em suma, os resultados do estudo fornecem uma base empírica para medir e visualizar a complexidade da ordenação espacial, embora o mesmo não seja, reconhecidamente, o suficiente para a compreensão do fenômeno urbano. Essas informações são úteis para planejadores e designers, permitindo que comparem padrões de forma urbana e enriqueçam suas práticas de planejamento e projeto. No entanto, é necessário realizar pesquisas adicionais e considerar diferentes variáveis para uma compreensão mais completa dos padrões de ordenação espacial em diferentes contextos urbanos. Os próximos passos do estudo pressupõem uma revisão da metodologia e um aprofundamento teórico, a fim de nos apropriarmos melhor dos resultados e termos melhores condições de contribuir com a discussão.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa CAPES-DS a Lilian Louise Fabre Santos, estudante de doutorado que desempenhou papel fundamental nesta pesquisa. O suporte financeiro fornecido contribuiu significativamente para o estudo realizado. Agradecemos o apoio, e reconhecemos o papel crucial da CAPES no desenvolvimento acadêmico e profissional dos estudantes de pós-graduação no Brasil.

REFERÊNCIAS

- BOEING, G. *Urban spatial order: street network orientation, configuration, and entropy*. Applied Network Science, 4, 67, 2019.
- _____. *OSMNx: Retrieve, Model, Analyze, and Visualize Openstreetmap Street Networks*, 2022.
- CALVETTI, F. *Indicador de hierarquia regional*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Urbanismo (PROPUR). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- _____. *Os meios de hospedagem e as tecnologias digitais: impactos na dinâmica urbana*. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

CAVALCANTI, E.; ALVIM, A. Há vagas! O negócio dos vazios urbanos industriais em Fortaleza-CE. *Caderno Metropole*, v. 21, n. 44, pp. 305-330, jan/abr 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/pwy8HdHvp4ggkQDwCRb9fFH/>. Acesso em: Abril de 2023

FREEMAN, L. Centrality In Social Networks: conceptual clarification. *Social Networks*, V. 1, N. 3, P. 215-239, 1978.

GUDMUNDSSON, A; MOHAJERI, N. Entropy and Order in Urban Street Networks. *Scientific Reports*, 3 : 3324, 2013. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep03324>. Acesso em:Abril de 2023

HAGBERG, A, A.; SCHULT, D.; SWART, P J. *Networkx: High Productivity Software For Complex Networks*, 2022. Disponível em: <https://www.osti.gov/biblio/960616>. Acesso em: Abril de 2023

KOSTOF S. *The City shaped: urban patterns and meanings through history*. Bulfinch Press, New York, 1991.

KRAFTA, R. Modelling Intraurban Configurational Development. *Environment and Planning B: Planning And Design*, V. 21, N. 1, P. 67–82, Doi:10.1068/B210067, 1994.

_____. Spatial Self-Organization and The Production Of The City. *Cybergeo: European Journal Of Geography*, V. 1, 1999. Disponível em: <https://journals.openedition.org/cybergeo/4985>. Acesso em:Abril de 2023

NETTO, V. Da forma urbana à cidade como informação. *URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 2020, 12.

NETTO, V; KRAFTA, R. A forma urbana como problema de desempenho. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 11, n. 2, p. 157–180, 2009. Disponível em: <https://rbeur.emnuvens.com.br/rbeur/article/view/225>. Acesso em: Maio de 2023

SPOSITO, M. Novas formas comerciais e redefinição da centralidade intra-urbana. In: SPOSITO, M (Ed.). *Textos e contextos para a leitura geográfica de uma cidade média*. Presidente Prudente: [S.N.], 2001.

_____. A produção do espaço urbano: escalas, diferenças e desigualdades socioespaciais. In: CARLOS, A; SOUZA M; SPOSITO, M. (Eds.). *A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios*. São Paulo: Contexto, 2011. P. 123–145.

NOTAS

NOTA DO EDITOR (*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade dos autores.