

PROPOSTA DE ANÁLISE DA COMPACIDADE E DA DISPERSÃO URBANAS COMO DIAGNÓSTICO

Cláudio Robert Pierini¹

RESUMO: Neste trabalho, o objetivo é oferecer uma nova maneira de classificar a compacidade e a dispersão urbanas analisando seus respectivos índices como complementares, trazendo à tona as formas mais utilizadas de cálculo e suas principais variáveis, que diferem entre si, mas não são diametralmente opostas como se convencionava classificar. Enquanto a compacidade se refere à forma urbana, ou seja, ao perímetro e à área, tendo seu comportamento matemático de forma logarítmica, a dispersão leva em consideração a população, o lugar no espaço em que ocupam, assim como a densidade, sendo tal índice matematicamente linear. Como resultado, os índices de compacidade e dispersão são combinados e a forma de análise é descrita como uma ferramenta possível de ser aplicada em diversos cenários, culminando em uma Matriz proposta ao final do artigo. Por fim, todo o trabalho realizado abre possibilidades de emprego de uma classificação de áreas urbanas que buscam calcular os índices de compacidade e de dispersão visando processos de aplicação de instrumentos de reforma urbana e função social da propriedade para cidades mais justas, compactas e sustentáveis.

Palavras-chave: Cidades compactas, Índices de compacidade e dispersão, Sustentabilidade, Engenharia urbana.

ABSTRACT: In this work, the objective is to offer a new way to classify urban compactness and dispersion by analyzing such indexes as being complementary, bringing to the fore the most used forms of calculation and their main variables, which differ from one another, but are not diametrically opposed as it's agreed to classify. While compactness refers to urban form, perimeter and area, having their mathematical behavior in a logarithmic way, the dispersion takes into account the population, the place in the space in which they occupy, as well as the density, being this index mathematically linear. As a result, the compactness and dispersion indices are combined and the form of analysis is described as a possible tool to be applied in different scenarios, culminating in a Matrix proposed at the end of the article. Finally, all the work done opens up possibilities for employing a classification of urban areas that seek to calculate the rates of compactness and dispersion aiming at processes of application of instruments of urban reform and social function of property for fairer, more compact and sustainable cities.

Keywords: Compact cities, Compactness and dispersion indexes, Sustainability, Urban engineering.

INTRODUÇÃO

Compacidade e dispersão denotam dois processos complementares no meio urbano e têm sido de grande relevância nos principais estudos sobre o uso e a ocupação do solo. É também por meio destes estudos que se observa o processo dinâmico representado pelos resultados quantitativos e análises qualitativas dos principais índices relacionados a tais processos. Todavia, observa-se, na grande maioria dos autores, uma definição bem

¹ Doutor em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. E-mail: crpierini@gmail.com

demarcada de que no processo de compacidade seu oposto seria a dispersão, sendo entendido que sempre que uma cidade, que não pudesse ser compacta, seria dispersa, invariavelmente. Esta afirmação se tornou um problema fundamental neste trabalho pois, como poderiam ser opostos se um leva em consideração variáveis completamente diferentes do outro? No desenvolvimento desta pesquisa foi possível elucidar que cada uma destas definições se complementa, não são o oposto extremo, ou seja, não se pode afirmar categoricamente que quanto mais próximo de uma, mais afastado da outra. Tal fato foi de grande valia na análise dos dados que foram gerados nesta pesquisa, porque, baseado nos autores utilizados, se fossem considerados opostos, a pesquisa não seria adequadamente estruturada, mesmo porque a dispersão tem como principais variáveis a população, a densidade e a distância em relação à(s) centralidade(s) de cada área urbana a ser analisada. Por outro lado, a compacidade tem como base a área e o perímetro.

ÍNDICE DE COMPACIDADE

Ao longo do tempo têm sido buscadas medidas capazes de traduzirem o nível de compacidade de uma cidade, o que, aliás, tem sido o grande desafio. Desde 1822, com a proposta de Ritter, utiliza-se como medidas fundamentais o Perímetro (P) e a Área (A). Ritter deu início a tais estudos usando uma proporção simples entre essas duas variáveis. A partir disso, muitas equações mais elaboradas e complexas procuravam dar conta desta mensuração e, ao serem analisadas cada uma delas é possível chegar a quatro categorias diferentes: 1) mensuração perímetro-área tendo como principais autores, além de Ritter, Miller (1953), Reock Jr. (1961) e Osserman, (1978); 2) forma de referência; 3) propriedades geométricas de pixels e; 4) dispersão de elemento da área (LI; GOODCHILD; CHURCH, 2013). A adoção de uma abordagem área-perímetro por Ritter, durante as primeiras experiências realizadas no campo de estudos da compacidade, foi considerada, de certa forma, simplista, especialmente por não considerar a forma urbana, visto que o cálculo era realizado por meio da razão entre a área e o quadrado do perímetro. Todavia, Miller (1953), Reock Jr. (1961) e Osserman (1978) adicionaram o π com o objetivo de considerar a circularidade no cálculo da compacidade.

Os autores dessa categoria, posteriores à Ritter, consideram a forma circular a mais compacta. Além disso, para eles, à forma circular perfeita sempre será atribuído o valor 1, ou seja, quanto mais próximo de 1, mais compacta e, quanto mais próximo de 0, mais

dispersa (nesta pesquisa considera-se como menos compacta ou não-compacta) a forma urbana. Da mesma forma, os autores da abordagem área-perímetro adotaram uma normalização das fórmulas removendo o efeito de escala advindo da diferença das grandezas entre as duas variáveis. Segundo Li, Goodchild e Church (2013), o Quociente Iso-Perimétrico (IPQ) de Osserman (1978) tornou-se uma das medidas de compactidade mais aceitas da categoria área-perímetro, onde C_{IPQ} demonstra o valor da compactação.

$$C_{IPQ} = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Equação 1 - Quociente Iso-Perimétrico de OSSERMAN (1978)

De acordo com Santiago e Bribiesca (2009), essa fórmula do IPQ, proposta por Osserman (1978), mesmo não sendo estável para formas urbanas irregulares, que distanciam em demasia da circular, é, todavia, aplicável no cálculo do índice de compactidade para dados vetoriais e imagens ráster, tornando-se uma fonte fácil de computar, da mesma forma que não é sensível a mudanças no tamanho, pois mantém a forma constante. Sendo assim, continua, na visão de Santiago e Bribiesca (2009), sendo o índice de formas mais amplamente aceito e utilizado. Da mesma forma, se comparada a expressão matemática proposta por Osserman (1978) (Equação 1), pode-se perceber que ela resulta de um quadrado simples da expressão proposta por Reock Jr. (1961).

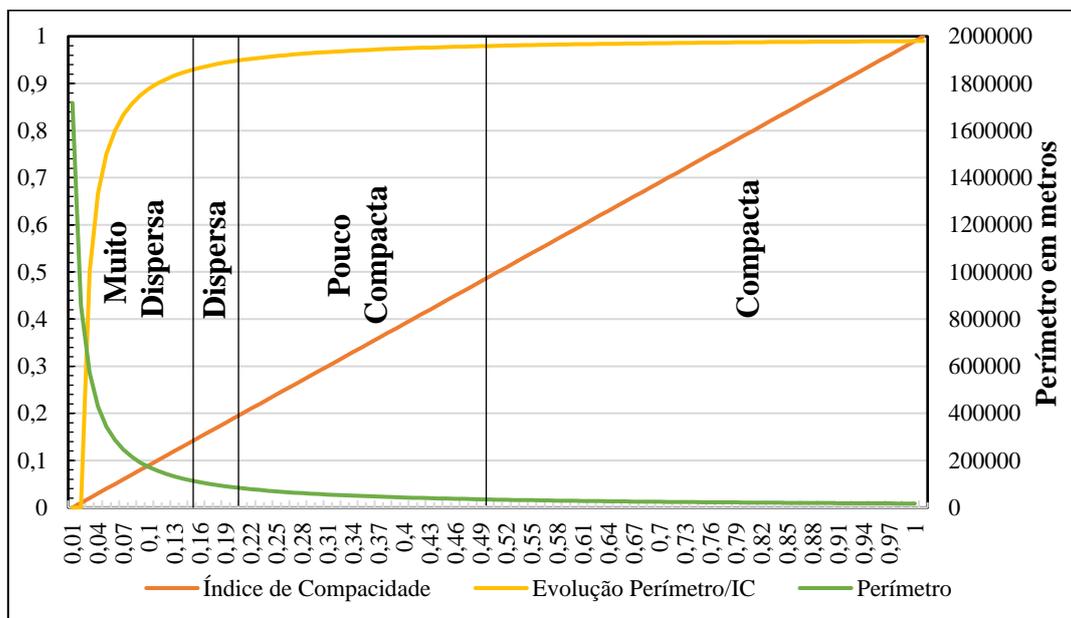
$$IC = 2 \sqrt{\pi A} / P$$

Equação 2 - Índice de compactidade proposto por REOCK JR. (1961)

Uma demonstração acerca da atualidade das expressões matemáticas para o cálculo da compactidade, que já eram empregadas nas décadas de 1960 e 1970, é o referenciamento de Lu e Y (2015) em pesquisas recentes, que se basearam nas propostas de Cole (1964) e Reock Jr. (1961), utilizando a mesma fórmula apresentada na Equação 2. Dessa forma, para este trabalho será utilizado, exclusivamente, o método área-perímetro, com o auxílio da equação apresentada por Reock Jr. (1978) (Equação 2). Além da forma de cálculo do índice de compactidade, é preciso estabelecer critérios que balizem qual valoração deve ser

atribuída ao termo “compacto”, definindo o que pode ser considerado quantitativamente como área urbana compacta. Por isso, de acordo com Lu e Y (2015), a classificação dos índices devem seguir a classificação estabelecida como: de $0 < 0,15$ Muito Dispersa; de $0,15$ até $0,2$ Dispersa; de $0,21 < 0,5$ Pouco Compacta; e de $0,5$ até $1,0$ Compacta. O Gráfico 1 ilustra que a relação entre o aumento linear do índice de compacidade não estabelece o mesmo crescimento linear na medida padrão do Perímetro que determinou o índice, que tem comportamento logarítmico. Da mesma maneira, a curva denominada Evolução Perímetro e relação com o IC (Índice de Compacidade) aponta para tal crescimento, sendo este gráfico uma ferramenta que demonstra como Lu e Y (2015) determinaram a classificação e a distribuição dos valores entre 0 e 1.

Gráfico 1 - Averiguação da validade do Índice de Compacidade na Classificação



Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Para tal averiguação foram estabelecidas as medidas de compacidade entre 0,01 e 1 sendo utilizada a área total de um município. O objetivo foi demonstrar como os autores chegaram à classificação não homogênea para os resultados dos índices, usando um exemplo de índices de compacidade previamente calculadas, visto que a categoria “Compacta” abarca um grande grupo de índices, ou seja, a metade. A curva do perímetro mostra que quanto menor a sua medida, maior o índice de compacidade. Os valores utilizados são referentes à área de um município usado como exemplo, pois não importará, ou seja, para qualquer valor que seja estabelecido de área real, em qualquer período da evolução urbana, o gráfico será

construído da mesma maneira, apresentando a forma do modelo do Gráfico 1. Por outro lado, a outra curva, que segue em sentido oposto ao da diminuição do perímetro como proporcional ao aumento do índice de compacidade, a qual também não é linear, aponta que a cada incremento de 0,01 unidade no índice de compacidade há um aumento não linear (logarítmica) do perímetro relacionado, confirmando a não linearidade na classificação, apesar do incremento no índice de compacidade apresentar tal linearidade. Dessa forma, tanto a curva “Evolução Perímetro/IC”, quanto a curva do “Perímetro” corroboram a divisão estabelecida por Lu e Y (2015). Sendo assim, a partir da área urbana loteada identificada, estabelece-se como tal área ocuparia totalmente um círculo perfeito, calculando seu raio correspondente pela equação:

$$A = \pi r^2$$

Equação 3 – Equação para cálculo da área

Após o cálculo do raio, sabendo-se a área do círculo (A) (a área urbana total), é possível determinar, então, o Perímetro (P) pela equação:

$$P = 2\pi r$$

Equação 4 – Equação para cálculo do perímetro

Por fim, com os resultados de área (A), perímetro (P) e raio do círculo (r) se torna possível inseri-los na Equação 2 e produzir uma tabela com todos os valores possíveis para o intervalo de IC = 1 até IC = 0,01, para, ao final, demonstrar o comportamento da curva para qualquer área, considerando a forma circular defendida pela teoria desenvolvida para o índice de compacidade.

A DISPERSÃO POPULACIONAL URBANA

As decisões políticas nas áreas de habitação e transporte têm forte influência sobre o crescimento das cidades e no seu desenvolvimento com qualidade de vida para sua população. O crescimento disperso das cidades tem efeitos dos mais diversos e que incidem tanto na população como na própria cidade, como o crescimento do número de veículos, com conseqüente crescimento no número de congestionamentos e elevação dos níveis de poluição; a orientação do crescimento urbano, que pode levar a inexistência ou subutilização de equipamentos públicos em algumas partes da cidade. Diante

a essa amostra de causas e consequências, **é importante entender o crescimento físico da cidade, uma vez que pode ocorrer mais rápido que o de sua população [grifo nosso]**, deixando para o futuro uma situação de agravamento dos problemas atuais caso não sejam tomadas as devidas medidas de planejamento. (MONTEIRO, 2016; p. 119).

A cidade dispersa ou difusa é fruto da expansão urbana baseada no uso do primordial do automóvel como opção de deslocamento. O automóvel moldou a maneira como as cidades se desenvolveram e fez delas suas dependentes. Sendo assim, para entender como esse modelo de cidade rarefeita ou dispersa se propagou, se faz necessário entender, primeiramente, como acontece a interação entre os modais de transporte e o uso e ocupação do solo. Os usos do solo e dos transportes estão intimamente ligados, numa relação bidirecional, em que as decisões referentes a um deles, impactam no outro, e vice-versa. A separação espacial em cidades dispersas remete ao uso cada vez maior dos transportes e necessidade de realização de viagens motorizadas para indivíduos e mercadorias (REIS FILHO, 2007; MONCLÚS, 1998). Em complemento, Sposito (2011; 2009; 2004) afirma que a cidade dispersa ou difusa está relacionada ao crescimento territorial acima do crescimento populacional, indicando como uma das principais consequências a produção de vazios, que impactam na continuidade do território urbano e produzem intensificação da diferenciação socioespacial.

Snyder e Bird (1998) afirmam se tratar de um desenvolvimento urbano caracterizado pela baixa densidade e com histórico de consolidação da ocupação em áreas distantes do centro urbano, que também pode ser um termo reconhecidamente como a construção de propriedades imobiliárias também nas áreas mais distantes do centro urbano (BRUECKNER; HELSLEY, 2011, p. 205). Nas cidades medievais, conhecidas como o mais fiel modelo de compacidade, os deslocamentos eram realizados a pé, influenciando a forma limitada de desenvolvimento e a proximidade de usos e serviços aos locais de moradia. Todavia, o planejamento e a implantação de linhas férreas tornaram possível a mudança de paradigma na forma de deslocamento e de ocupação, alterando as relações no tempo e no espaço, sendo que as mudanças se tornariam de maiores proporções com o advento do modo individual e motorizado. Mesmo porque o desenvolvimento de sistemas de transportes, os modais e suas matrizes, determinam a localização de empreendimentos, de investimentos e de valorizações referentes ao uso do solo.

Para entender como essa relação se estabelece de maneira bidirecional no uso do solo e na concepção dos modos de transporte, existem algumas abordagens teóricas. A primeira

delas é a da **teoria técnica**, que estrutura o modo de ocupação e do transporte por instrumental técnico das áreas específicas sobre mobilidade urbana; a segunda é a abordagem que analisa a cidade como espaço de mercado, ou seja, estruturada a partir de **teorias econômicas**; e por fim, as **teorias sociais** se tornam fundamentais para entender todas as relações presentes na sociedade e no espaço urbano. Para Dieleman e Wegener (2004), a primeira dessas teorias é a técnica, ou mais especificamente sistemas de mobilidade urbana que influenciam a forma urbana e sua conseqüente compacidade. São elas as mais adequadas para determinar a organização no interior das cidades. Tais sistemas se tornam cada vez mais importantes quando as cidades deixam de apresentar uma característica que se distancia daquelas do medievo, onde tudo se fazia por intermédio da caminhada e o tempo de deslocamento era baixo, devido à proximidade e concentração dos núcleos. Nesse período não se falava em vazios urbanos, tamanha densidade espacial existente. Quando essas características começam a mudar, de maneira tanto influenciada, como influenciável, os transportes e suas tecnologias passam a ter papel preponderante no desenvolvimento urbano.

Entretanto, considerando a diminuição e a quase extinção de cidades medievais e do modelo compacto e concentrado que as mesmas apresentavam, assim como o desenvolvimento de diferentes formas de deslocamento não individuais que eram inseridos no interior das cidades, somente na década de 1950 são iniciados estudos em busca de entender a relação entre os transportes e o desenvolvimento espacial das cidades. Hansen (1959) realizou um estudo na cidade de Washington e observou, ainda que de maneira bastante incipiente, que locais com acessibilidade e mobilidades aumentadas teriam maiores chances de apresentarem maiores desenvolvimento e densidade do que locais mais remotos. Na visão de Hansen (1959), a acessibilidade configura o uso da terra e, modos de viagem e localização são aspectos que se influenciam de tal forma que devem ser bem coordenados. Inferências estas que passam a ser foco de grande grupo de planejadores, especificamente dos norte-americanos.

A segunda teoria é aquela em que a cidade é vista como um mercado, sendo essa a teoria econômica. Nela, a localização é vista como econômica e transpõe a barreira do puramente técnico. A localização como mercado influencia as escolhas de classes e de usos sobre os serviços, seu tamanho e seus objetivos de produção e reprodução. Da mesma forma, os indivíduos optam por preferências e necessidades espaciais para vivenciarem a cidade, ou seja, para o trabalho, o lazer, a moradia etc. considerando também suas restrições

financeiras. Os locais com maior possibilidade de acesso são mais convidativos e apresentam maior precificação no mercado – especulativo, principalmente. Dieleman e Wegener (2004) se basearam no pressuposto da localização de Von Thünen (1826), apesar dele ter trabalhado especificamente com os impactos econômicos das localizações dos empreendimentos agrícolas e sua relação com o excedente recebido, que é inversamente proporcional à distância do centro de comercialização, suas conclusões já dariam indícios dos impactos que os custos dos transportes e o preço da terra teriam quando as distâncias aumentassem.

Alonso (1964), a partir do modelo de mercado de terras urbanas, pressupõe que tanto as empresas, quanto as famílias, escolhem a localização onde estão dispostos a pagar. No caso das empresas, Alonso (1964) afirma que tudo está estruturado em função do custo de produção, que envolve também transportes e lucro, além do tamanho do terreno. Para ele, uma empresa com alto valor agregado pode pagar por uma unidade de terra um preço mais elevado e determinar uma “melhor localização”. Todavia, uma família não é uma empresa e suas considerações acerca da aquisição de um lote são um tanto quanto diversas das empresas. De fato, a localização em relação à centralidade é um ponto comum entre as empresas e as famílias, mas para essas últimas, o transporte e o preço da terra são os mais importantes. As famílias, portanto, combinam a utilidade da terra e sua localização com os transportes, considerando suas restrições orçamentárias. Segundo o autor, por muito tempo, as famílias de alta renda ocupavam grandes regiões mais distantes do centro e as famílias de baixa renda se fixavam em áreas habitacionais de alta densidade e mais próximas ao centro (ALONSO, 1964).

Atualmente, as famílias de alta renda continuam a ocupar grandes regiões em áreas distantes da centralidade, mas em condomínios fechados, contando com grandes possibilidades de rápido deslocamentos por vias pavimentadas para automóveis. Por outro lado, a população de mais baixa renda, em movimentos de gentrificação, cada vez mais comuns nos grandes centros urbanos, ocupam regiões mais distantes da centralidade, ou em situação precária, ou em programas habitacionais onde a prioridade é a compra de terra barata, com baixo oferecimento de infraestrutura adequada, inclusive de transportes, sendo esta última uma variável importante na definição do local de habitação das famílias.

De acordo com Alonso (1964) são alterações nas questões econômicas que levam a polarizações e a dispersão dentro desse espaço, tanto de empresas, como de agregados familiares. Entretanto, nas teorias sociais, a terceira na visão de Dieleman e Wegener (2004), em relação de desenvolvimento espacial das cidades, afirma-se que ele é resultado

de uma combinação da apropriação individual e coletiva do espaço. Para tal constatação, Dieleman e Wegener (2004) se inspiram em Durkheim e em Simmel para afirmarem que as teorias sociais têm como base, nos escritos sobre o desenvolvimento urbano, uma dimensão fundamental: a existência humana. Na visão de existência humana, Hägerstrand (1970) operacionalizou a forma como ela se manifestava e introduziu o conceito de "orçamentos em relação ao tempo", nos quais cada um dos indivíduos, de acordo com seu papel estabelecido na sociedade, sua renda e o nível de tecnologia ao qual tem acesso (por exemplo, propriedade do carro) acaba sujeito a várias restrições pela relação entre essas variáveis. De toda forma, apesar do pensamento ter sido colocado na década de 1970, as ideias do autor continuam atuais, considerando que fatores como estes têm determinado a localização das famílias e classes de renda específicas em cada região das cidades.

Hägerstrand (1970), voltado para a geografia do tempo, que considera indispensável na relação entre transportes e o uso da terra, complementa que existem três tipos de restrições acerca dos espaços e a sua conseqüente organização. A primeira delas é a restrição da capacidade do indivíduo, e não das técnicas e tecnologias de transportes disponíveis, que podem envolver desde o orçamento, o tempo, a possibilidade e a capacidade de acesso aos transportes. De acordo com Hägerstrand (1970), a segunda restrição é aquela que envolve as dificuldades em organizar por locais e horários os equipamentos de comércio e lazer, assim como essas variáveis relacionadas aos próprios indivíduos. E por fim, a terceira restrição é aquela que envolve a organização e a localização das instituições, sejam elas pública ou privada, de acordo com cada um dos indivíduos e suas aglomerações, facilitando ou não o acesso, horários e valores cobrados pela entrada, estacionamento, entre outros. Zahavi et al. (1981) e Zahavi (1979; 1974) adicionam ainda que é preciso maximizar a realização de atividades ou oferecer oportunidades que podem ser alcançadas de acordo com os respectivos orçamentos de tempo de viagem e de dinheiro dos indivíduos e das famílias.

Na teoria de Zahavi et al. (1981) e Zahavi (1979; 1974) é explicado por que o aumento ou a redução de custos exigem cada vez mais aos indivíduos sejam levados para locais de residência mais periféricos, distantes das áreas urbanizadas, sem aumentar seus orçamentos de tempo e dinheiro para viagens. Ao decidir pelo local de moradia, as duas variáveis são consideradas, tempo e dinheiro, e cada indivíduo opta por qual delas pode lançar mão. Todavia, moldadas no decorrer do tempo, as cidades experimentam a todo momento um incremento técnico-científico e tecnológico, assim como recebem constantemente reforços baseados na cultura social. Antes da 1ª Revolução Industrial, um dos maiores momentos de

incremento tecnológico no interior das cidades, assim como um dos maiores de diferenciação entre os seus indivíduos baseado em classes econômicas e início da divisão do trabalho especializado e repetitivo, tornando a cidade uma enorme máquina de produção em larga escala e de poluição (MUMFORD, 1991), as cidades eram pequenas e densas, não muito distantes umas das outras – no máximo cinco quilômetros – facilitando o acesso à pé (NEWMAN, 1992).

De acordo com Newman (1992), a nova forma urbana construída, que supera aquela fortificada, densa e compacta, é resultado da 1ª Revolução Industrial, que impulsionou a criação de sub centros e a expansão extra muros. De toda forma, o autor reforça que a estratégia de expansão veio acompanhada da inserção dos trens e dos bondes no interior das cidades, tornando possível passar dos cinco quilômetros de caminhada para entre vinte e cinco e trinta e cinco quilômetros com tais tecnologias (NEWMAN, 1992). Somado a esse fato, o autor reforça que após a Segunda Guerra Mundial, o automóvel, como tecnologia do momento, tomou o lugar dos modais citados para se tornar o principal indutor de expansão e ocupação das cidades para além daqueles limites, chegando aos cinquenta quilômetros dentro de uma mesma cidade. Como consequência direta há um crescimento da expansão suburbana, configurada por baixa densidade, ao mesmo tempo que ocorre uma descentralização das cidades desde o início do século XX, principalmente na América do Norte e nas cidades europeias após a Segunda Guerra (NEWMAN, 1992).

Bernhardt (2007) afirma que definir o processo de expansão urbana é muito complicado, por ser considerado um fenômeno multidimensional e que assume formas diversas. O autor afirma que esse processo é complexo e há a influência de diversos fatores no desenvolvimento das cidades, especialmente a partir do século XIX. Para que seja possível entender todas as variáveis envolvidas, destacam-se as principais forças motrizes que determinaram a descentralização das cidades: 1) os transportes, suas tecnologias e, principalmente, a expansão no uso dos automóveis, especialmente após o fim da Segunda Guerra Mundial e; 2) prioridades de ordem econômica, que estimulam o avanço da estrutura urbana com consequente aumento dos limites urbanos – aqui pode ser inserido o aspecto econômico da especulação imobiliária, inclusive.

Antes considerado um meio de liberdade, que transportava famílias para a tranquilidade dos campo aos finais de semana longe da poluição e dos ruídos da cidade da década de 1960, como afirma Nyström (2001), o automóvel passou a ter importância na vida diária dos indivíduos facilitando seus deslocamentos entre casa e trabalho, resolvendo seus

problemas individuais, porém, gerando problemas coletivos – as mesmas poluições e ruídos, somados agora os congestionamentos e aos espaços para estacionamentos, que foram potencializados com a presença cada vez maior dos veículos automotores. Esse estímulo ao uso do automóvel também estimulou o desenvolvimento de cidades cada vez mais dispersas, como afirmam Newman e Kenworthy (1999), possibilitando a habitação de baixa densidade e aumentando as distâncias de viagem. Nesse caso, Newman e Kenworthy (1999) são autores que estudaram as relações dos automóveis, dos indivíduos e a influência na forma urbana específicas de países como os Estados Unidos, que criaram subúrbios estruturados de acordo com a dependência dos carros para a vida diária e que tal situação não pode ser analisada de forma análoga ao caso brasileiro.

Todavia, em relação ao tempo e ao espaço, vinculados às facilidades trazidas pelos automóveis, o caso brasileiro pode ser comparado aos casos de países com a característica de crescimento suburbano, independentemente da classe que ocupa, pois é inegável o protagonismo dos automóveis no aumento das distâncias e, conseqüentemente, essas distâncias como fatores primordiais na determinação do preço da terra, como afirma Bernhardt (2007). O que remete à abordagem econômica de Dieleman e Wegener (2004). Assim como os automóveis, e as tecnologias a eles atrelados, os aspectos econômicos desempenharam um papel importante na determinação da forma das cidades. Como principal fator de expansão urbana está o preço da terra. De acordo com Bernhardt (2007), esse fator influenciou o deslocamento das famílias para fora dos núcleos e sua conseqüente busca por terras mais baratas, mesmo porque, de acordo com o autor, áreas construídas e consolidadas, com muitas instalações existentes, são mais caras. Bernhart (2007) reforça que também houve uma mudança das indústrias para regiões mais distantes da centralidade e isso se deve a combinação de fatores econômicos importantes tais como a baixa tributação, o espaço disponível e o acesso facilitado à rodovia, pontos que não favorecem indivíduos que dependem de centros e núcleos da cidade quando são obrigados a buscar por terras mais baratas e que muitas vezes não dispõem de automóveis próprios.

Dessa forma, a expansão urbana é resultado da combinação de diversos fatores que se influenciam e que não dizem respeito exclusivo à disseminação do automóvel, mas também dos aspectos econômicos, às novas tecnologias e a muitos aspectos da vida social. São conseqüência da expansão urbana as preocupações ambientais, sociais e econômicas. É essa forma de expansão, configurada pelo elevado preço da terra, baixa qualidade dos transportes coletivos e uso primordial do automóvel que promovem a dispersão urbana.

Além disso, é inegável que a dispersão urbana requer maiores investimentos em infraestrutura, como por exemplo em fornecimento de água e rede elétrica, assim como arruamento e sistemas mais custosos de transporte público.

A compreensão do comportamento espacial da população, como ela se distribui no espaço urbano e como o configura, são importantes para compreender custos de deslocamento ou de instalação e manutenção dos vários tipos de infra-estrutura. Bertaud e Malpezzi (1999; 2003) propuseram uma forma de mensurar a distribuição espacial da população mediante o Índice de Dispersão. O índice indica o quanto a área urbana é dispersa. Baseia-se nas distâncias dos diversos setores urbanos e de sua população ao centro de negócios (CBD - Central Business District). Com isso, revela-se como a população ocupa o espaço e quão distante ela está do CBD, onde se concentram empregos, serviços e circulação de pessoas e mercadorias (RIBEIRO; HOLANDA, 2006, p. 50).

Esse índice, proposto por Bertaud e Malpezzi (1999) e bem introduzido por Ribeiro e Holanda (2006), está diposto na Equação 5, apresentando a ocupação da área urbana em relação ao CBD (*Central Business District*) em função da densidade populacional, representando como ocorre a ocupação próxima a esse centro e nas regiões periféricas. Sendo esse índice calculado por: ρ , que é o índice de dispersão, d é a distância de cada setor ao CBD, w é a população de cada setor, e C é a área similar à forma circular de uma cidade hipotética de área equivalente:

$$\rho = \frac{\sum_i d_i w_i}{C}$$

Equação 5 - Índice de dispersão proposto por Bertaud e Malpezzi (1999)

Todavia, Holanda (2001) realizou uma alteração na equação (da Equação 5 para a Equação 6) proposta por Bertaud e Malpezzi (1999), sem que o resultado, ao serem aplicadas quaisquer delas, se altere. Após a “nova equação” Ribeiro e Holanda (2006) propuseram uma normalização, que tem como objetivo estabelecer valores mínimo e máximo, podendo qualquer índice de dispersão apresentar um resultado classificável entre 0 (zero) e 1 (um), facilitando a análise. Sendo assim, a equação normalizada tem ρ como o índice de dispersão, d a distância do centróide de cada setor urbano ao CBD, p a população de cada setor urbano, P a população urbana total, e C a média dos pontos de um círculo de área equivalente à da

cidade analisada ao seu centro (que é igual a 2/3 do raio desse círculo, valor obtido por meio de cálculo integral) (RIBEIRO; HOLANDA, 2006).

$$\rho = \frac{\sum_i d_i p_i}{PC}$$

Equação 6 - Índice de dispersão de Holanda (2001)

No caso específico deste trabalho, a inovação está em unir os índices de compacidade e de dispersão para que uma análise mais completa seja realizada considerando a complexidade da ocupação tanto por loteamentos, quanto por parte dos habitantes que em cada uma destas áreas loteadas ocuparão.

DENSIDADE URBANA

A densidade urbana média e o índice de dispersão são duas variáveis importantes, principalmente porque primeira impacta diretamente no resultado da segunda. Como apresentado na Equação 6, o índice de dispersão depende da população de cada setor, que neste caso pode representar loteamentos ou bairros, além da distância destes setores em relação ao centro urbano. Então, como a densidade se torna componente fundamental, faz-se nos próximos parágrafos algumas considerações sobre esta variável. Segundo Alexander (1993) e Alexander, Reed e Murphy (1988), a densidade urbana é uma medida que está relacionada diretamente à quantidade de habitantes que ocupam uma determinada área urbana. Cheng (2010) posiciona a densidade urbana como uma das duas subcategorias da densidade física que representa quanto do espaço físico está sendo utilizado por um determinado grupo de habitantes ou ocupado por edificações (que seria a segunda subcategoria, a densidade construída).

Dessa forma, apresentar a densidade urbana neste ponto do trabalho é muito importante, pois esta variável se relaciona à ocupação, porque requer conhecimento da área que está ocupada e, como consequência, servirá de base para a composição do índice de dispersão. Da mesma maneira, o conhecimento dos vazios urbanos e suas dimensões dentro de cada área loteada pode apontar para soluções de densificação, especialmente às áreas mais próximas ao centro, pois quanto maior a população contida numa mesma área do território maior será a densidade e a compacidade, o que, pelo contrário, contribuirá para

que a dispersão urbana diminua. Então, a densidade urbana torna-se elemento-chave como elo de ligação entre a compacidade e a dispersão urbanas.

Entretanto, conhecer os índices de densidade urbana, sem qualquer forma de classificação, não abre possibilidades concretas de análise. Por isso, no Quadro 1 estão os valores de densidade urbana categorizados pela Secretaria de Planejamento Urbano de Porto Alegre (1995), que faz uma classificação a partir de intervalos de valores, pontuando os efeitos de cada um na produção do espaço urbano. Mesmo assim, as densidades urbanas médias podem ser diferentes se considerada a área urbana total, loteamentos específicos, bairro ou até mesmo um pequeno conjunto de ruas e avenidas. Os resultados referentes às densidades não são capazes de traduzir, isoladamente, o impacto. Por isso, a classificação prévia adequadamente estruturada por pesquisadores e órgãos públicos pode oferecer um parâmetro, tendo como objetivo elucidar os possíveis principais efeitos advindos das variações de densidade. Dessa forma, segue o Quadro 1 produzido com informações provenientes de Porto Alegre (1995) que contém uma forma de classificação coerente com cada faixa de densidade bruta.

Quadro 1 - Classificação dos níveis de densidade e os principais efeitos

Características da ocupação		
Classificação	Densidade Urbana Média (hab/ha)	Efeitos
Antieconômica	Menor que 45	Serviços públicos extremamente caros; Transporte público ineficiente; Ruas desertas; Equipamentos comunitários subutilizados
Economicamente aceitável	De 45 a 100	Serviços públicos caros; Transporte público ineficiente; Boa quantidade de vida em zonas exclusivas de habitação unifamiliar Privacidade nas áreas verdes, praças, parques, etc.; Espaços públicos subutilizados; Pouca mescla de usos nas zonas residenciais.
Economicamente desejável	De 100 a 150	Serviços públicos econômicos; Transporte público eficiente; Espaços públicos otimizados; Utilização de parques e equipamentos públicos pelo maior número de pessoas; Mescla de tipologias residenciais; Mescla de usos
Economicamente aceitável	De 150 a 200	Serviços públicos econômicos; Transporte público eficiente; Desapropriações para alargamento do sistema viário; Redução da circulação de carros particulares; Perda de privacidade nos equipamentos comunitários;
Antieconômica	Mais que 200	Congestionamento da infraestrutura;

		Congestionamento da circulação urbana; Má qualidade de vida; Investimentos de porte em infraestrutura, circulação e transporte de massa.
--	--	--

Fonte: Adaptado de PORTO ALEGRE (1995)

Acioly e Davidson (1998) afirmam que a relação entre a densidade urbana média e os custos de infraestrutura são complexas. Os autores apontam que tais custos, que se referem às redes de água, esgoto, gás e eletricidade, além da pavimentação, dos transportes e da drenagem, diminuem à medida que a densidade populacional aumenta de patamares próximos ao 50 para 200 hab./ha. Há, então, uma relação inversa. Todavia, a partir de 200 até 300 hab./ha existe ainda uma redução per capita dos custos de infraestrutura, mas é menos significativa, cenário este que evolui da mesma maneira entre 300 e 600 hab./ha, não se demonstrando, dessa maneira, muito vantajosa a manutenção de níveis de densidade acima dos 200 hab./ha. A conclusão de que o intervalo entre 50 e 200 hab./ha é o cenário mais adequado aos diversos pesquisadores e institutos cujos principais estudos são sobre densidades (NOBRE, 2011, ACIOLY; DAVIDSON, 1998, PORTO ALEGRE, 1995, MASCARÓ, 1986).

ANÁLISE COMPACIDADE E DISPERSÃO

De certa maneira, este artigo apresenta uma inovação, pois o objetivo principal é o de proporcionar novas formas de se analisar a situação da área urbana no que diz respeito à forma e à ocupação do território. Todos os cidadãos deveriam ter a oportunidade de acesso aos recursos públicos e privados, deslocarem-se por toda a área urbana por terem acessibilidade e mobilidade disponíveis, mesmo que para isso não disponham de automóvel privado – modelo tão difundido nas cidades brasileiras de médio e grande porte.

Somados à tal situação, especialmente àqueles que não demonstram qualquer incômodo com a atual questão do espraiamento, não entendem a ligação intrínseca entre as distâncias para alguns e os custos elevados para todos, porque se os limites aumentam, estes custos serão distribuídos a todos os cidadãos, seja aos da classe alta, média ou baixa de renda, porque o congestionamento aprisiona os transportes individuais e os coletivos. Por outro lado, parece consenso que cada cidadão minimamente conheça e/ou entenda os impactos negativos sobre as dimensões da sustentabilidade, tanto a social, como a ambiental e a econômica advindos da produção da cidade dispersa, difusa, espraiada ou não compacta;

mesmo que não conheça por critérios técnicos, observa em seu dia-dia a poluição, o estresse, o tempo perdido em deslocamentos e movimentos pendulares. Entretanto, os custos atrelados são difíceis de serem mensurados de maneira rasa, mas sabe-se que baixas densidades têm influência direta nos custos da infraestrutura. Por isso, este artigo tem também como um de seus objetivos principais elucidar como ocorre o cálculo de dois índices, o de compacidade e o de dispersão, que são capazes de auxiliar em diagnósticos mais completos e priorizar um planejamento integrado, porque conhecê-los oportuniza a inserção de novas formas de enfrentamento, seja pela ocupação de vazios, o que atenuaria custos totais relacionados à expansão e à manutenção da área urbana, seja por legislação sobre aprovação e controle de novos loteamentos. Como então pode ser feita tal contribuição?

1) Calcula-se a área total, loteada e de vazios urbanos econômicos² presentes na área urbana demarcada pelo perímetro urbano, consultando suas leis específicas (talvez coubesse uma legislação mais rigorosa a fim de conter as alterações de perímetros que têm servido para contento dos principais donos de terra, que muitas vezes, por valorização e inserção no solo urbano, tendem a receber mais por hectare);

2) Calcula-se o índice de compacidade (com o uso da equação correspondente), que pode ser realizado para a área urbana como um todo, a lotada, seja com vazios ou sem vazios urbanos econômicos e também para cada raio de distância determinado pela municipalidade (Executivo e Legislativo), gestor, pesquisador ou cidadão. No caso de cidades policêntricas, é possível calcular a compacidade para cada núcleo;

3) Demarca-se em ferramenta de geoprocessamento os limites de cada loteamento, visto que no Brasil não há uma lei de obrigatoriedade de ocupação de áreas já loteadas antes da aprovação de outras áreas mais novas a serem loteadas, tornando a existência de vazios antigos uma constante e, de certa forma, uma regra. Essa demarcação ajuda a identificar com maior clareza a “idade” dos vazios;

4) Cruza-se informações de população por setor censitário em relação aos loteamentos, porque os loteamentos tem características de aprovação específicas, pois setores censitários abarcam muitos loteamentos, o que dificulta a visualização;

5) Calcula-se as densidades específicas para a área urbana total e para cada loteamento, possibilitando a análise sobre quais loteamentos precisam de atenção especial

² Os vazios econômicos são próprios para loteamento e estão disponíveis para produção de habitações e serviços, seguindo regras impostas por leis orgânicas específicas, que ditam as regras de como tais edificações podem ocorrer (BORDE, 2006).

no quesito ocupação, sejam aqueles que apresentam resultados de densidade muito altos ou muito baixos;

6) Insere-se os centroides de cada loteamento;

7) Calcula-se a distância de cada um deles em relação ao centro da área urbana;

8) Calcula-se o índice de dispersão com o uso da equação correspondente;

9) Disponibiliza-se, em gráfico, os vazios e os índices de compacidade de acordo com os raios de distância, destacando-se a proporção do primeiro em relação à área ocupada;

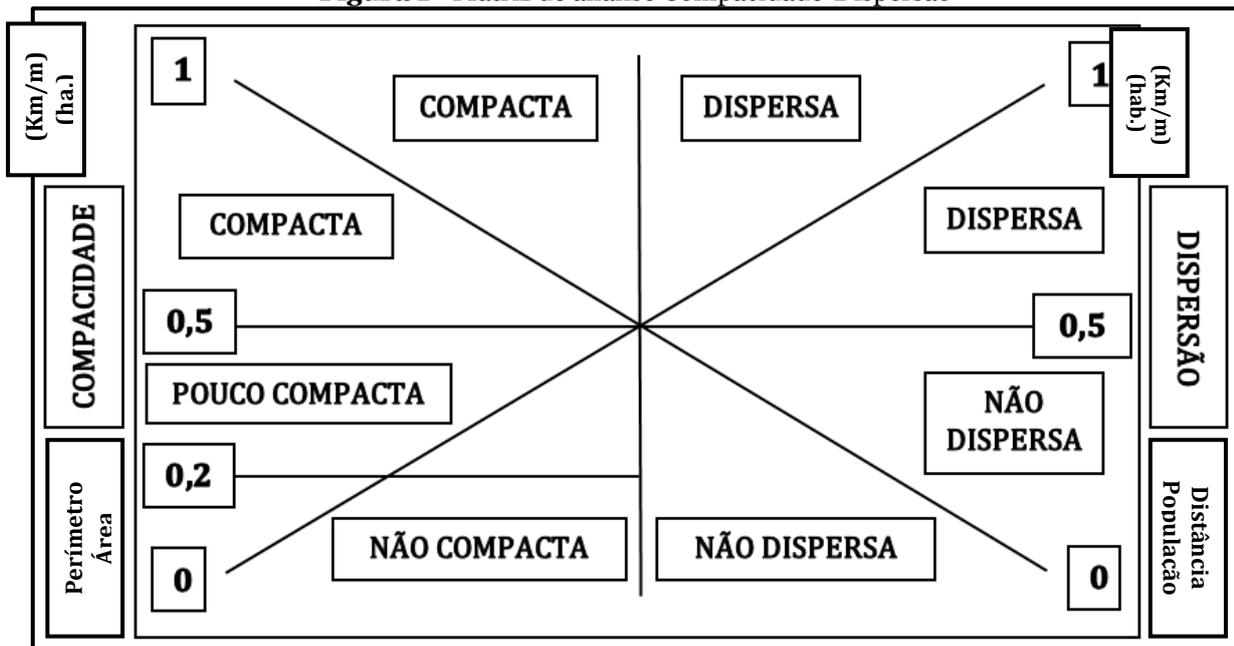
10) Determina-se qual a relação mínima em porcentagem de vazios/área ocupada que cada raio deve atingir para que o próximo possa ser loteado, disponibilizado e ocupado. Sugere-se aqui entre 85% para mais, visto que as áreas vazias consideradas são apenas as econômicas, estando salvas as ambientais e institucionais, restando uma vacância máxima de 15% ou densidade máxima de 200 hab./ha para o loteamento;

11) Posiciona-se a área urbana referida em relação às áreas urbanas de outras cidades para o cálculo da dispersão. Dado este que requer constante atualização por parte da municipalidade e de seus agentes, visto que migrações, crises e oportunidades influenciam, assim como o mercado, a ocupação, que não é fixa ao longo do tempo;

12) Analisa-se em conjunto os dois índices, compacidade e dispersão, considerando que o primeiro tende a influenciar muito mais o segundo do que o contrário (porque o solo disponível abre a possibilidade para ocupação), salvo casos de ocupação de áreas não loteadas, protegidas ou de risco, o que não se adequa ao método proposto para a análise compacidade/dispersão desta pesquisa.

A Figura 1 demonstra a Matriz de análise Compacidade-Dispersão, desenvolvida para esta pesquisa, que explicita a relação inversamente proporcional dos dois índices. A matriz torna possível o entendimento para qualquer pesquisador, gestor ou cidadão de que é possível calcular e classificar separadamente cada um dos índices, pois, enquanto a compacidade depende das variáveis Área (hectares) e Perímetro (m ou km), a dispersão depende de dados como Distância em relação ao centro (m ou km) e população (habitantes). Tal matriz ilustra o que já havia sido explicitado que há incoerência em classificar o oposto de compacidade como disperso e vice-versa.

Figura 1 - Matriz de análise Compacidade-Dispersão



Fonte: Pesquisa de campo (2019)

A Figura 1 demonstra a Matriz de análise Compacidade-Dispersão, desenvolvida para esta pesquisa, que explicita a relação inversamente proporcional dos dois índices. A matriz torna possível o entendimento para qualquer pesquisador, gestor ou cidadão de que é possível calcular e classificar separadamente cada um dos índices, pois, enquanto a compacidade depende das variáveis Área (hectares) e Perímetro (m ou km), a dispersão depende de dados como Distância em relação ao centro (m ou km) e população (habitantes). Tal matriz ilustra o que já havia sido explicitado que há incoerência em classificar o oposto de compacidade como disperso e vice-versa. De fato, é um processo longo para aferição de dois índices, mas o diagnóstico oferecido abre possibilidades para melhor entendimento sobre a dinâmica enfrentada por cada área urbana. Obviamente que um índice não traduz a realidade fidedignamente, mas aponta os principais indícios a serem observados. A Tabela 1 destaca a gradação e a classificação de cada um dos dois índices e serve como base para as análises.

Por exemplo, os índices de compacidade e dispersão, após todas as considerações de normalização do último, estão estabelecidos entre 0 e 1. Todavia, na compacidade, conforme no Gráfico 10, há uma aparente linearidade do índice, mas que advém de uma análise não linear. Daí o uso diferente para a classificação entre 0 e 1 em que de 0,5 a 1 a cidade pode ser considerada compacta e de 0 a 0,49 há outras 3 classificações a mais, porque quando o índice de compacidade recebe um incremento proporcional, não ocorre o mesmo comportamento

com o incremento do perímetro aferido. Em relação à dispersão, ela é linear após a normalização, mas também provém de uma análise não linear e sim em escala exponencial.

Tabela 1 - Classificação do Índice de Compacidade-Dispersão

Gradação	IC	ID	Gradação
0,0	Muito		1,0
$0,0 < 0,15$	Dispersa		$0,76 < 1,0$
$0,16 \leq 0,20$	Dispersa		$0,51 \leq 0,75$
$0,25 \leq 0,50$	Pouco Compacta		$0,25 \leq 0,50$
$0,51 \leq 0,75$	Compacta		$0,16 \leq 0,20$
$0,76 < 1,0$			$0,0 < 0,15$
1,0			0,0

Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Outro ponto importante é destacar novamente que os termos não disperso e não compacto não são, respectivamente, o oposto de compacto e disperso, visto que muitos, raramente, distinguem que a compacidade (se consideradas as fórmulas utilizadas) é relacionada diretamente à disponibilidade física do solo, sendo complementar ao termo não disperso (ou disperso), que se relaciona ao contingente populacional que ocupa. Por isso, é possível então que haja um cenário de alta compacidade, combinado à alta dispersão, pois, se cada um dos índices representa resultados que se utilizam de variáveis distintas, mas complementares, não é regra que toda cidade compacta elimina a possibilidade de também ser dispersa, ou seja, uma área disponível de 5 km de raio pode ser altamente compacta, mas sua população, em grande contingente, pode estar próxima à franja urbana, ocupando os últimos metros de distância em relação ao centro. Com tal cenário, a dispersão pode se apresentar como alta.

Da mesma maneira, é possível que uma área urbana possa se apresentar não dispersa e não compacta, porque a disponibilidade de vazios loteados, dotados de infraestruturas, mas sem a presença de habitantes, ou seja, sem ocupação efetiva do disponível, não causará efeitos negativos na dispersão. A tendência é que haja baixa compacidade relacionada à grande quantidade de vazios urbanos. Todavia, a disponibilidade de solo abre também a possibilidade da ocupação, situação que necessita atenção da municipalidade na gestão

territorial, visto que além da não compactidade, o cenário de não dispersão pode se tornar um cenário de dispersão.

Em outro exemplo, uma área pode ser classificada como não compacta, mas ser considerada ao mesmo tempo não dispersa, porque a densidade é o fator de grande peso em relação ao índice de dispersão, pois muitos habitantes (a maior porção da população de uma área urbana) podem ocupar uma área mais próxima ao centro urbano, mesmo com a disponibilidade de solo urbano mais distante (determinada pelo perímetro), o que influenciará a relação disponibilidade e ocupação.

Outro fator a ser considerado na produção destes dados é também a indisponibilidade de grande parte da cartografia georreferenciada por governos específicos. Em alguns países, as camadas GIS produzidas pela municipalidade, seja diretamente por meio de seu corpo técnico seja indiretamente por meio de empresas contratadas para este fim, não estão disponíveis para acesso, primeiro porque há difícil compartilhamento do que já fora produzido, mas, na maioria das vezes, nunca nem fora elaborado um banco de dados com tais informações. Por isso, quando o pesquisador necessita desenvolver toda a base cartográfica, extrair dados fidedignos e depois realizar os cálculos, leva considerável tempo.

Além disso, depois de toda a base para os cálculos, após todos serem realizados, há um desafio em demonstrar aos gestores a importância do diagnóstico produzido, pois o resultado pode concluir que alterações relacionadas à terra devam ser realizadas, o que pode gerar custos políticos de grande monta, o que afasta a possibilidade de intervenções mais incisivas.

Todavia, mesmo havendo custos políticos em troca de uma visão em longo prazo, pode-se reverter aos poucos um cenário de disponibilidade, ocupação e custos dos serviços até então desfavoráveis, pois sabe-se que o controle da disponibilidade e de ocupação deve partir da municipalidade que tende a ser a primeira a sofrer as consequências de decisões equivocadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi produzido sob as bases das teorias da compactidade e da dispersão urbanas. As primeiras considerações se referem ao modelo de uma cidade compacta. Obviamente, como fora utilizada na construção do trabalho uma equação que possui como referência a ocupação circular do território, a proposta iria “beirar” o utópico. Por isso, a ideia principal com este modelo foi o de entender por meio do índice como a ocupação

urbana acontece. Não há interesse em ser um artigo categórico e factual. A compacidade serve muito mais como uma ferramenta diagnóstica, que tende a impedir ingerências no que se refere ao território ao longo do tempo. Não é apenas um dado. Ela pode também demonstrar o que se pode evitar em futuras disponibilidades de áreas para ocupações, já apontando, como ferramenta passado-futuro, problemas que possam decorrer de escolhas limitadas e interesseiras.

Além disso, quando pensadas as políticas habitacionais na atualidade, elas se tornaram grandes indutoras de baixos índices de compacidade, mas não de forma exclusiva. Antes mesmo do programa Minha Casa Minha Vida já se produziam habitações para as classes de baixa renda distantes da centralidade. Trata-se de um dado que precisa ser destacado. Devido ao ciclo vicioso que as áreas urbanas têm passado, o movimento das classes mais baixas em direção às franjas urbanas, estas últimas cada vez mais distanciadas por alterações de perímetros por decisões políticas, criam vazios que se tornam valorizados e podem ser ocupados pelas classes de média e alta rendas. Este ciclo se repete em cidades tanto mononucleadas, como polinucleadas, médias e grandes. Sobram às classes baixas de renda locais distantes, segregados socialmente e espacialmente, de natureza monofuncional, onde há apenas habitação, seguida de baixa oferta de transportes em qualidade e quantidade adequadas.

A justificativa do poder público sempre esbarra nos custos da infraestrutura que deve ser levada a tais áreas e os serviços atrelados, como saúde, educação e mobilidade. Quando a conta chega, não se faz a devida reflexão sobre o custo futuro da terra barata no presente? É este o custo que fica, tendo como base a efemeridade dos mandatos, que criam para o futuro impactos impossíveis de serem desfeitos. Neste ponto, a dispersão urbana entra como fator fundamental. Se em relação à compacidade o que mais importa se refere às áreas disponíveis para ocupação, mesmo antes de serem efetivamente ocupadas, podemos concluir que a baixa compacidade estimula a grande dispersão, estimulada pelas grandes densidades. Estabelece-se uma crítica em relação à literatura sobre as definições de compacidade e de dispersão, tratadas como opostas diametralmente. Considerando o que fora realizado neste artigo, pode-se apresentar 4 cenários distintos e compostos, não apenas 2 que excluem-se mutuamente, como defendido por grande parte dos autores da área.

Por meio de decisões governamentais, que a não compacidade e a dispersão são postas dentro do mesmo pacote, atreladas à segregação social e espacial. Entretanto, a dispersão não atinge apenas classes mais baixas, ela eleva os custos de implantação e

manutenção de todos os serviços, que sucateados abrem espaço para as cidades serem ocupadas, no caso da mobilidade, por automóveis, resultado da dispersão elevada. Para a venda de automóveis não é um cenário desfavorável, obviamente, por lucrarem com a ineficiência dos transportes. Onde há área disponível? Dentro dessa disponibilidade, onde os indivíduos ocupam? À quem coube/cabe definir a área e a ocupação? Ao Estado? Ao Mercado? Ou à conhecida relação entre eles?

REFERÊNCIAS

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

ALEXANDER, E. R. Density measures: A review and analysis. *Journal of Architectural and Planning Research*, v. 10, n. 3, 181-202, 1993.

ALEXANDER, E. R.; REED, K. D.; MURPHY, P. Density measures and their relation to urban form. Milwaukee: Center for Architecture and Urban Planning, University of Wisconsin, 1988.

ALONSO, W. Location and Land Use. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1964.

BERNHARDT, J. Urban Sprawl: origins and environmental consequences, Master Thesis, Blekinge Tekniska Högskola, 2007.

BERTAUD, A.; MALPEZZI, S. The Spatial Distribution of Population in 35 World Cities: The Role of Markets. Planning and Topography. Madison, Wisconsin, EUA, 1999.

BORDE, A. de L. P. Vazios urbanos: perspectivas contemporâneas. 2006. Tese (Doutorado em Urbanismo) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

BRUECKNER, J. K.; HELSLEY, R.W. Sprawl and blight. *Journal of Urban Economics*, v. 69, n. 2, pp. 205-213, 2011.

CHENG, V. Human perception of urban density. Doctoral (Dissertation in Philosophy). Wolfson College – University of Cambridge, 2010.

DIELEMAN F.; M. WEGENER, Compact City and Urban Sprawl, *Built Environment*, v. 30, n. 4, pp. 308-323, 2004.

HÄGERSTRAND, T. What about people in regional science? *Papers of the Regional Science Association*, v. 24, n.1, pp. 7–21, 1970.

HANSEN, W. G. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, v. 25, n. 1, pp. 73–76, 1959.

HOLANDA, F. Uma Ponte Para a Urbanidade. *Estudos Urbanos e Regionais*, v. 3, n. 5, pp. 59-76, 2001.

LI, W.; GOODCHILD, M. F.; CHURCH, R. An efficient measure of compactness for two-dimensional shapes and its application in regionalization problems. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 27, n. 6, pp. 1227-1250, 2013.

LU, C.; Y., L. Effects of China's urban form on urban air quality *Urban Studies. Urban Studies Journal*, v. 53, n. 12, 2015.

MASCARÓ, J. L. A forma urbana e seus custos. In: TURKIENICZ, B.; MALTA, M. Desenho Urbano: Anais do II SEDUR. São Paulo: Editora Pini, 1986, p. 61–68.

MILLER, V. C. A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee. Technical Report: Department of Geology Columbia University, v. 1, n. 3, pp. 389-402, 1953.

MONCLÚS, F. J. (Ed.). La ciudad dispersa. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, 1998.

MONTEIRO, F. F. Dispersão no Contexto das Metrôpoles Nordestinas: Divergências e Repetições, p. 113 -132. In: Dispersão Urbana e Mobilidade Populacional. São Paulo: Blucher, 2016.

MUMFORD, L. A Cidade na História: Suas Origens Transformações e Perspectivas. 3a. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

NEWMAN, P; **KENWORTHY**, J. Sustainability and City: Overcoming Automobile Dependence, Island press, Washington D.C., 1999, 442 p.

NEWMAN, P. The Compact City: An Australian Perspective. Built Environment, v. 18, n. 4, pp. 285-300, 1992.

NOBRE, E. Desenho Urbano. Por Uma Definição. São Paulo: FAU-USP. 2011. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/e_nobre/AUP573/aula1.pdf>. Acesso em: 21 outubro 2018.

NYSTRÖM, L. The City of Tomorrow shall not solve Yesterday's Urban Problems. The Swedish Journal of Planning. In Time of Diversity, pp. 27-31, 2001.

OSSERMAN, R. Isoperimetric inequality. Bulletin of the American Mathematical Society, v. 84, n. 6, pp. 1182-1238, 1978.

PORTO ALEGRE. Secretaria de Planejamento. Relatório das atividades de densidade urbana: economias por hectare. Porto Alegre, 1995

REIS FILHO, N. G.; **PORTAS**, N.; **TANAKA**, M. S. (Org.). Dispersão urbana: diálogos sobre pesquisas Brasil-Europa. São Paulo: Via das Artes/FAUUSP, 2007.

REOCK JR., E. C. A note: Measuring compactness as a requirement of legislative apportionment. Mid-west Journal of Political Science, v. 5, n. 1, pp. 70-74, 1961.

RIBEIRO, R. J. da C.; **HOLANDA**, F. R. B. de. Proposta para análise do Índice de Dispersão Urbana. Cadernos Metrôpole, v. 15, p. 49-70, 2006.

SANTIAGO, R. S.; **BRIBIESCA**, E. State of the art of compactness and circularity measures. International Mathematical Forum, v. 4, n. 27, pp. 1305-1335, 2009.

SNYDER, K.; BIRD, L. Paying the costs of sprawl: using fair-share costing to control sprawl. Smart Communities Working Paper, 1998.

SPOSITO, M. E. B. A produção do espaço urbano: escalas, diferenças e desigualdades socioespaciais. In: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L. de; SPOSITO, M. E. B.(Org.). A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios. São Paulo: Contexto, 2011. p. 123-145.

_____. Urbanização difusa e cidades dispersas: perspectivas espaço-temporais contemporâneas. In: REIS FILHO, N. G. (Org.). Sobre a dispersão urbana. São Paulo: Via das Artes/FAUUSP, 2009. p. 38-54.

_____. O chão em pedaços: urbanização, economia e cidades no estado de São Paulo. 2004. 508f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP.

ZAHAVI, Y.; BECKMANN, M. J.; GOLOB, T. F. The ‘UMOT’/Urban Interactions. Washington, DC: US Department of Transportation, 1981, 151 p.

ZAHAVI, Y. The UMOT Project. Report DOTRSPA-DPB-20-79-3. Washington, DC/Bonn: US Department of Transportation/Ministry of Transport, Federal Republic of Germany, 1979.

_____. Traveltime Budgets and Mobility in Urban Areas. Report FHW PL-8183, Washington, DC: US Department of Transportation, 1974.