

Efeitos da periferização nos níveis de acessibilidade aos empregos da população de baixa renda em Fortaleza

Effects of peripheralization on jobs accessibility levels of the low-income population in Fortaleza

Beatriz Rodrigues Andrade¹, Carlos Felipe Grangeiro Loureiro²,
Francelino Franco Leite de Matos Sousa³, André Soares Lopes⁴

¹Universidade Federal do Ceará, Ceará – Brasil, beatriz.arq.urb@gmail.com

²Universidade Federal do Ceará, Ceará – Brasil, felipe@det.ufc.br

³Centro Universitário Christus, Ceará – Brasil, francolms@gmail.com

⁴Universidade de Fortaleza, Ceará – Brasil, soareslopes@gmail.com

Recebido:

17 de agosto de 2018

Aceito para publicação:

30 de março de 2020

Publicado:

31 de agosto de 2020

Editor de área:

Helena Beatriz Cybis

Palavras-chaves:

Acessibilidade urbana.

Desigualdades socioespaciais na acessibilidade.

Segregação socioespacial.

Planejamento urbano integrado.

Keywords:

Urban accessibility.

Socio-spatial inequalities in accessibility.

Socio-spatial segregation.

Integrated urban planning.

DOI:10.14295/transportes.v28i3.1810

RESUMO

A expansão urbana por meio da segregação socioespacial involuntária, quando concomitante a um processo de concentração de empregos, afeta negativamente a acessibilidade ao trabalho de certos grupos populacionais. O segmento mais impactado é a população de baixa renda, pois está sujeita a restrições socioeconômicas que a impedem de residir nas regiões mais acessíveis aos empregos. Fortaleza é exemplo dessa problemática, com a maioria da população de baixa renda residindo nas regiões a oeste da cidade, distantes da maior oferta de postos de trabalho na região Central. Para uma melhor compreensão dessa problemática, este trabalho propõe um método de caracterização e diagnóstico para avaliar a magnitude dos problemas e suas mútuas dependências. Para isto, fez-se uso da modelagem integrada na obtenção de indicadores, aplicando-se então ferramentas de análise espacial exploratória em áreas que permitiram a verificação de evidências das intra e inter-relações nos subsistemas de uso do solo e transportes, corroborando a hipótese de causalidade dos efeitos da periferização da população de baixa renda sobre seus baixos níveis de acessibilidade aos empregos ofertados em Fortaleza.

ABSTRACT

The urban expansion through involuntary socio-spatial segregation, when combined with a process of jobs concentration, negatively affects accessibility to work of certain populational groups. The most impacted segment is the low-income population, since they are subject to socioeconomic restrictions being unable to live in areas more accessible to jobs. Fortaleza faces such problems, with the majority of low-income people living in the West region of the city, far away from the major supply of jobs in its Central area. To a better understanding of this problematic context, this work proposes a method for characterizing and diagnosing problems intensity and mutual dependencies. For that, integrated modelling was applied to quantify indicators, followed by the use of exploratory spatial analysis tools to verify evidences of intra and interrelations between land-use and transport subsystems, supporting the causality hypothesis of the effects of low-income household segregation in the city periphery over their low levels of accessibility to jobs in Fortaleza.



1. INTRODUÇÃO

Nas regiões periféricas das grandes cidades, os domicílios de menor renda estão frequentemente mais distantes dos postos de trabalho, significando menores níveis de acessibilidade aos empregos para esse segmento populacional. Esta constatação corrobora a hipótese de “*spatial mismatch*” (incompatibilidade espacial, em tradução livre) (Kain, 1968; Boschmann, 2011) associado a grupos marginalizados (Fan, 2012); tipicamente representado pela dissociação espacial entre residências e empregos (Massey, 1990; Fan *et al.*, 2014). Complementarmente, observa-se que as grandes cidades de países em desenvolvimento, com elevados níveis de desigualdades socioeconômicas, apresentam também altos níveis de segregação espacial de certas populações, normalmente concentrando a oferta de empregos nas suas áreas mais centrais e intensificando a monofuncionalidade residencial nas suas periferias.

O fenômeno foco deste estudo se dá quando um indivíduo, normalmente de baixa renda, é obrigado, pelas mais variadas forças, a residir em uma região periférica da cidade, pois as opções de onde e como residir nas áreas mais centrais estão sujeitas a fortes limitações socioeconômicas e ambientais. A literatura chama este fenômeno de periferização, que é associado à ideia de segregação imposta ou involuntária (Corrêa, 2013; Gist e Fava, 1968), em contraponto a uma segregação voluntária. Vale dizer que se trata de um processo diferente do espraiamento urbano (“*urban sprawl*”), que é marcado pela dispersão de populações em áreas urbanas de crescimento acelerado, associado à baixa densidade, baixa diversidade de usos e reduzida acessibilidade (Ewing *et al.*, 2002).

Alguns pesquisadores entendem que existe apenas um tipo de segregação, ocorrendo em um processo dialético, em que a segregação (voluntária) de uma parcela da população provoca, ao mesmo tempo e por meio do mesmo processo, a segregação (involuntária) de outra (Sposito, 2013; Villaça, 2001). Reconhecendo esta dialética do fenômeno da segregação, este trabalho foca apenas na parcela do processo referente à periferização (populações obrigadas a se localizarem nas periferias), sendo sua relevância justificada pelos efeitos negativos impostos às populações mais socialmente vulneráveis, à revelia de seus interesses locais. Pode-se dizer que esse processo é responsável pela localização de pessoas em áreas que não atendem às suas necessidades essenciais (ex., moradia digna, infraestrutura, oferta de serviços, etc.) (Borges e Rocha, 2004), comprometendo, dentre outras consequências, os níveis de acessibilidade às atividades básicas destas populações devido ao aumento das suas distâncias e tempos de deslocamentos (Curtis e Scheurer, 2010).

Nesta discussão, destacam-se duas questões de pesquisa intrinsecamente associadas. A primeira questão diz respeito à implementação de abordagens integradas de planejamento urbano, também referidas como o novo paradigma do “Planejamento da Acessibilidade” (Bertolini e le Clercq, 2003; Handy, 2005), ou da “Mobilidade Sustentável” (Banister, 2008). Estas abordagens se mostram adequadas para gerar uma maior compreensão das intra e inter-relações nos subsistemas do uso do solo e dos transportes, contribuindo para soluções mais eficazes dos problemas inerentes aos baixos níveis de acessibilidade e mobilidade (Curtis, 2008; Papa e Bertolini, 2015).

A segunda questão trata de como avaliar a relação entre desigualdades socioeconômicas nos respectivos níveis de acessibilidade e mobilidade de grupos populacionais segregados espacialmente (Clark, 2015). Isto requer a adoção de modelos conceituais do fenômeno urbano que permitam uma interpretação mais bem estruturada dos processos de segregação e

periferização residencial. Requer ainda a adoção de indicadores e medidas de desempenho da acessibilidade e da mobilidade urbanas. Neste sentido, alguns autores propõem modelos urbanos integrados (Cascetta, 2009; Geurs e van Wee, 2004; Miller, 2003) com uma representação mais abrangente de problemáticas dentro de processos de planejamento. Eles assumem que há estreita relação de dependência entre acessibilidade e periferização (Cass *et al.*, 2005; Church *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 2018; Kenyon *et al.*, 2002; Lucas, 2012), o que reforça a importância de se tratar essas duas questões conjuntamente.

Nessa perspectiva, a contribuição deste trabalho está em quantificar evidências empíricas da relação entre periferização e baixos níveis de acessibilidade aos postos de trabalho de populações de baixa renda. Adota-se a cidade de Fortaleza como estudo de caso, propondo-se a utilização de um modelo conceitual ALUTI (*Activity, Land Use and Transport Interaction*) (Lopes *et al.*, 2018) para a representação da problemática urbana integrada dos transportes e do uso do solo, assim como do ferramental de modelagem integrada e de análise espacial exploratória em áreas na caracterização e diagnóstico das hipóteses de magnitude e causalidade dessa problemática (Garcia *et al.*, 2018). Para tanto, este trabalho está organizado em cinco seções, sendo esta introdução a primeira delas. Na seção 2, por meio de revisão da literatura, adota-se um modelo conceitual para representar a problemática que orientará as fases subsequentes do método proposto. Em seguida, na seção 3, descreve-se a proposta metodológica de caracterização e diagnóstico da problemática em questão, destacando a contribuição da modelagem integrada e da estatística espacial. Na seção 4, são apresentados e analisados os resultados da aplicação deste método para o caso de Fortaleza. Finalmente, na seção 5, destacam-se as contribuições metodológicas e fenomenológicas do trabalho, tecendo-se algumas recomendações para pesquisas futuras.

2. REPRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

Baseados na ideia de que a cidade é um sistema complexo (Batty, 2009), e em ampla revisão da literatura sobre modelos integrados, Lopes *et al.* (2018) propõem um modelo conceitual que incorpora aspectos de integração entre subsistemas urbanos (conjuntos de elementos ou componentes associados por conjuntos de interações) referentes às atividades, ao uso do solo e aos transportes, sugerindo ainda um conjunto de hipóteses de causalidades e reconhecendo a importância de analisar indicadores das intra e inter-relações destes subsistemas (Figura 1).

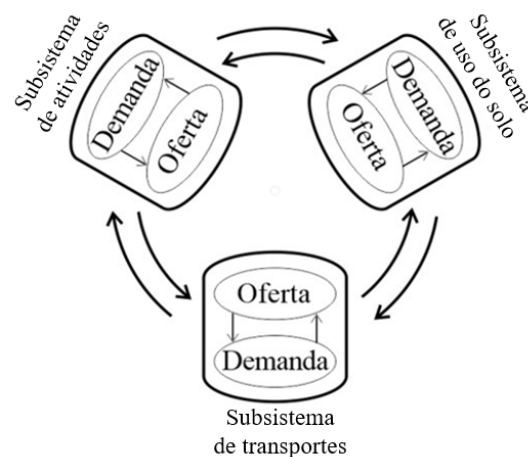


Figura 1. Modelo conceitual dos subsistemas urbanos/Adaptado de Lopes *et al.* (2018)

O modelo, nomeado de ALUTI, afirma que os subsistemas urbanos são formados por porções relativas à oferta e demanda, e que os problemas de cada subsistema podem ser interpretados como efeito do desequilíbrio entre seus componentes (Lopes *et al.*, 2018). Esses desequilíbrios não se materializam uniformemente no espaço e na sociedade, de tal forma que parcelas da população com maiores limitações são mais impactadas negativamente. No contexto da cidade capitalista (Harvey, 2005), a camada da população de renda mais baixa sofre maiores limitações. A periferização é um dos problemas originados deste desequilíbrio, ao restringir a parcela da população que vive nas franjas urbanas de participar da cidade enquanto espaço de trocas sociais, políticas e econômicas. O termo periferia, derivado da matemática (associado ao perímetro de um círculo e à sua distância para o centro), passou a ser amplamente adotado em sociologia, geografia e outras disciplinas na forma de periferização, referente a um processo dinâmico que descreve relações sociais com implicações espaciais (Kühn, 2015).

Entende-se que esta periferização contribui diretamente para a redução dos níveis de acessibilidade e de engajamento em atividades socioeconômicas. Sendo a demanda por viagens derivada dos desejos e necessidades por atividades (Banister, 2008; Litman, 2018), a consolidação de áreas residenciais periféricas gera deslocamentos pendulares centro-periferia. Deste modo, crescem as distâncias percorridas, impondo sobrecarga ao subsistema de transportes, bem como maiores impedâncias aos deslocamentos das populações periferizadas (Ewing *et al.*, 2002; Kneib, 2014; Loo e Chow, 2011). Além de impactar nas possibilidades do indivíduo de ter acesso às atividades, a periferização também impacta na forma como esse indivíduo se locomove na cidade.

Portanto, a partir do modelo ALUTI, percebe-se que as decisões de viagens afetam especialmente as decisões locacionais e, conseqüentemente, os desequilíbrios no subsistema de uso do solo. Um meio de a periferização ocorrer se dá quando residentes de áreas próximas às centralidades não conseguem arcar com os novos custos de vida associados à valorização da terra (advindas das melhorias no nível de serviço da rede de transportes, por exemplo) e são obrigados a morarem em áreas mais baratas. Isto demonstra o impacto dos desequilíbrios dos transportes sobre o uso do solo.

2.1. Síntese histórica da ocupação do território em Fortaleza

A periferização, enquanto fenômeno social e territorial, normalmente ocorre em longos períodos (Kühn, 2005), o que pode ser observado no desenvolvimento de Fortaleza. Na década de 1930, as ocupações de baixa renda na cidade foram iniciadas por processos de êxodo rural (Instituto Pólis, 2009). Cerca de 30 anos depois, esta condição foi reforçada com a construção de conjuntos habitacionais em áreas periféricas (Maia, 2014) financiados pelo Banco Nacional de Habitação (BNH). Esta política habitacional estimulou a expansão espraiada da cidade por meio da ocupação de extensas áreas rurais descontínuas do município, favorecendo a periferização e a especulação imobiliária (Maia, 2014; Máximo e Lopes, 2013). Neste cenário, a região Central de Fortaleza (Figura 2) vem concentrando até hoje grande parte dos estabelecimentos institucionais, de comércios e serviços, consolidando sua enorme atratividade. Isto tem significado um distanciamento entre a população de renda mais baixa (empurrada para as periferias Noroeste e Sudoeste) e a área de maior concentração dos postos de trabalho, definindo uma situação que pode ser observada na maior parte das cidades latino-americanas (Ribeiro *et al.*, 2007).

Quanto ao sistema de transportes de Fortaleza, este também passou por grandes mudanças desde os anos 1950, quando se iniciou um processo de expansão da oferta de transporte motorizado pela atualização tecnológica, difusão de novos modos e consolidação de uma rede radioconcêntrica, complementada por anéis arteriais e expressos (Fortaleza, 1963; Muniz, 2006). Para tanto, o poder público desenvolveu programas de infraestrutura rodoviária, com destaque para as grandes obras viárias de conexão centro-periferia que ocorreram primordialmente nas regiões Sudeste e Nordeste. Já a implantação do Sistema Integrado de Transportes de Fortaleza, no início dos anos 1990 (Accioly, 2008), tornou mais acessível pelo transporte público áreas periféricas das regiões Noroeste e Sudoeste (Figura 2). Somam-se ainda todos os incentivos para a adoção do modo motorizado individual a todas as faixas de renda, como o uso da motocicleta pela população de baixa renda. Mais recentemente, as duas linhas ferroviárias metropolitanas (Oeste e Sul) vêm sendo substituídas pela tecnologia metroviária, implantando-se também uma ligação por VLT entre as regiões Sudoeste e Nordeste (Metrofor, 2019).

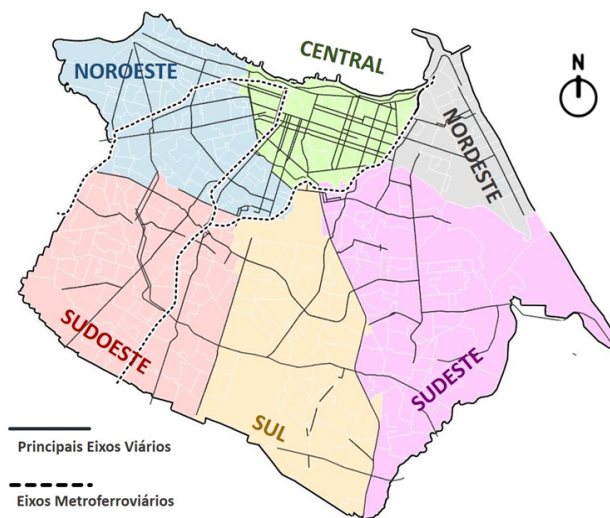


Figura 2. Regiões de Fortaleza

Portanto, em Fortaleza, como na maioria das grandes cidades brasileiras, distintos segmentos populacionais se localizam cada vez mais distantes da centralidade mais bem equipada, enquanto esta é paulatinamente esvaziada de seus residentes. Esta dispersão nos usos do solo tende a gerar viagens mais longas entre casa e trabalho, o que acaba por beneficiar os modos motorizados individuais, que nem sempre estão à disposição das populações de menor renda (maioria da população periférica).

2.2. Premissas do fenômeno urbano

Deste contexto, estabelecem-se duas premissas do presente trabalho: a primeira é quanto ao reconhecimento de que o fenômeno da periferação vem ocorrendo na cidade de Fortaleza; a segunda é que, paralelamente, permanece um processo de concentração dos empregos na região Central da cidade. A partir destas premissas, pode-se identificar três ordens de problemas: ordem *econômica*, em que se desperdiça uma infraestrutura existente nas áreas centrais bem equipadas, exigindo a expansão da infraestrutura para as periferias onde a população se assenta cada vez mais distante; ordem *ambiental*, quando do aumento das distâncias percorridas e adoção prioritária de modos motorizados, com conseqüente aumento de emissão de poluentes

atmosféricos; por fim, ordem *social*, em que parcelas mais vulneráveis da população sofrem com a dificuldade de acesso às atividades de trabalho, estudo, saúde e lazer.

Tendo em vista o envolvimento de pelo menos dois dos subsistemas urbanos na problemática em questão (uso do solo e transportes), utilizou-se o modelo conceitual ALUTI (Lopes *et al.*, 2018) na interpretação das intra e inter-relações entre os mesmos, resultando na representação da problemática apresentada na Figura 3. Entende-se que as decisões locacionais se manifestam na forma de “*periferização da população de baixa renda*” e na “*concentração de empregos*” em certas regiões da cidade. Dessas premissas sobre o fenômeno em análise, resultaria o problema (desequilíbrio) do subsistema de uso do solo, na forma de “*uso do solo monofuncional*”, especialmente nas periferias. Os efeitos desta problemática afetariam então o subsistema de transportes pela limitação das decisões de viagens, resultando no problema de “*baixos níveis de acessibilidade ao trabalho da população de baixa renda*”, segmento de maior vulnerabilidade socioeconômica.

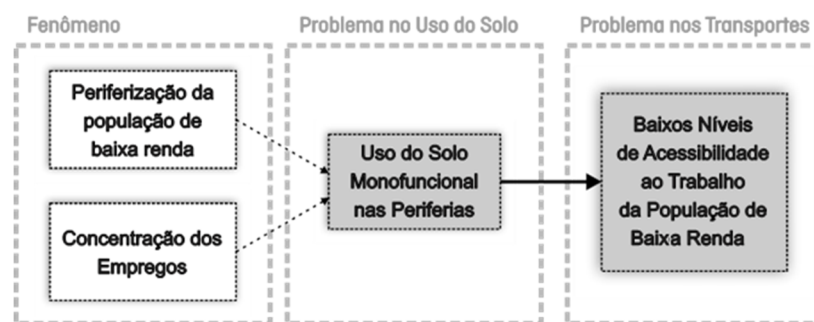


Figura 3. Representação da Problemática

2.3. Hipóteses a serem analisadas

A partir da representação dessa problemática, sistematizada na Figura 3, define-se três hipóteses a serem verificadas neste trabalho. As duas primeiras são hipóteses de problemas (HP), ou seja, de desequilíbrios nos dois subsistemas dadas as premissas relativas ao contexto atual do fenômeno; já a terceira é uma hipótese de causalidade (HC) entre os dois problemas identificados:

- *HP1*: Nas áreas de periferização, o uso do solo é predominantemente residencial;
- *HP2*: As populações periferizadas experimentam os menores níveis de acessibilidade;
- *HC*: Há dependência entre monofuncionalidade residencial e redução da acessibilidade.

3. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA PROBLEMÁTICA

Para investigar evidências relativas a essas três hipóteses, foi proposto um método de caracterização e diagnóstico da problemática no qual se busca avaliar a intensidade dos problemas e suas relações mútuas de dependência. Esse esforço de investigação requer a utilização de três conjuntos de ferramentas: (i) indicadores para quantificar a intensidade de cada problema, assim como para verificar suas relações de dependência; (ii) modelo integrado LUTI TRANUS (de la Barra, 1989) para simular o desempenho do subsistema de transportes; (iii) estatística espacial para análises exploratórias de caracterização e diagnóstico dos problemas de monofuncionalidade do solo e de baixa acessibilidade às oportunidades de trabalho.

3.1. Descrição territorial das premissas

As duas premissas sobre o funcionamento do fenômeno urbano, por serem resultado de uma sequência de decisões que ocorrem ao longo do tempo, dificilmente são observadas de maneira estática, considerando apenas uma fatia temporal (Rodenburg e Nijkamp, 2002). Consequentemente, não serão avaliados os processos evolutivos em si, mas apenas os resultados destas interações no contexto do ano-base da análise. Para tanto, foram utilizados indicadores de densidade, agregados no nível de zonas, para descrever cada premissa no território urbano. A Equação 1 se refere à densidade de populações periferizadas de baixa renda.

$$DEN_{BRI} = \frac{DOM_{BRI}}{\hat{AREA}_i} \quad (1)$$

onde: DEN_{BRI} : densidade da população de baixa renda na zona i ;
 DOM_{BRI} : número de domicílios de baixa renda na zona i ; e
 \hat{AREA}_i : área da zona i em km^2 .

Já para a premissa de concentração de postos de trabalho na região Central da cidade, foram consideradas as oportunidades de emprego para a população de baixa renda (Equação 2). Os empregos foram obtidos a partir dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2015 (Ministério da Economia, 2015) e expandidos para considerar a informalidade com o uso da PNAD 2015 (IBGE, 2015). As oportunidades de empregos para a baixa renda foram estimadas, então, pela estratificação dos empregos em tipos de atividades e faixas salariais, em quantidades proporcionais aos coeficientes intersetoriais da matriz insumo-produto utilizada na calibração do TRANUS (Sousa, 2016).

$$DEN_{EMP_BRI} = \frac{EMP_{BRI}}{\hat{AREA}_i} \quad (2)$$

onde: DEN_{EMP_BRI} : densidade de oportunidades de empregos para a baixa renda na zona i ;
 EMP_{BRI} : número de oportunidades de empregos para a baixa renda na zona i ; e
 \hat{AREA}_i : área da zona i em km^2 .

3.2. Definição das Zonas de Interesse

Para a análise das hipóteses de problemas, propõe-se identificar territorialmente as áreas entendidas como Zonas de Interesse (ZI) no fenômeno da periferização. Essas zonas são definidas como as porções do território para onde a população de baixa renda tem sido segregada socioespacialmente e nas quais não há oferta adequada de oportunidades de empregos, descrevendo unificadamente as duas premissas aqui consideradas para Fortaleza. Para identificar as ZI's, buscou-se encontrar evidências de dependência espacial entre elevada concentração de domicílios de baixa renda e reduzida quantidade de oportunidades de empregos. Os indicadores foram espacialmente distribuídos e avaliados paralelamente, de modo a evidenciar a dissociação espacial entre estes dois fenômenos, permitindo apontar em quais áreas deve-se avaliar prioritariamente os efeitos negativos da periferização.

3.3. Indicadores para caracterização dos problemas

A hipótese do problema da monofuncionalidade residencial (HP1) possui um papel central nesta análise. Ela é a responsável por representar como as decisões do subsistema de uso do

solo interferem nas decisões do subsistema de transportes. Existem diversos tipos de indicadores para medir a multifuncionalidade do solo, por exemplo: a *diversidade*, que representa as diferentes funções urbanas que podem ser simultaneamente acessadas em uma área (Batty *et al.*, 2004); a *intensidade*, que mede a presença de uma atividade em uma região (Rodenburg e Nijkamp, 2002); e a *densidade*, que é a contagem normalizada pela área de uma função urbana (Batty *et al.*, 2004). Cada tipo de indicador representa aspectos distintos relacionados com a multifuncionalidade; neste trabalho, propõe-se um indicador de razão (*MIX*) entre a quantidade de residências e oportunidades de empregos disponíveis em cada zona (Equação 3), já que se deseja avaliar a monofuncionalidade residencial. Maior *MIX* significa maior monofuncionalidade residencial da zona.

$$MIX_i = \frac{DOM_{BRi}}{EMP_{BRj}} \quad (3)$$

onde: MIX_i : índice de multifuncionalidade;
 DOM_{BRi} : número de domicílios de baixa renda na zona *i*; e
 EMP_{BRi} : número de oportunidades de empregos para a baixa renda na zona *i*.

A acessibilidade da população de baixa renda aos seus postos de trabalho é representada por uma medida do tipo infraestrutural (Geurs e van Wee, 2004) da rede de transporte público, já que a população de interesse possui acesso bastante limitado ao transporte motorizado individual - apenas 30% possuem automóvel ou moto em sua residência (IBGE, 2015). O indicador de acessibilidade aos empregos (IMP_i) é composto pelo tempo médio em deslocamento na rede de transporte público ($TEMPO_TP_{ij}$) de uma zona “*i*” a todas as outras “*j*”, ponderado pelas oportunidades de empregos destinadas à população de baixa renda na zona “*j*” (Equação 4).

$$IMP_i = \frac{\sum_j(TEMPO_TP_{ij} * EMP_{BRj})}{\sum_j(EMP_{BRj})} \quad (4)$$

onde: IMP_i : impedância da população de baixa renda aos postos de trabalho;
 $TEMPO_TP_{ij}$: tempo médio em deslocamento na rede de transporte público de “*i*” a “*j*”; e
 EMP_{BRj} : número de oportunidades de empregos para a baixa renda na zona *j*.

O tempo de viagem utilizado nesse indicador é resultado da aplicação dos modelos de interação demanda-oferta do TRANUS para as redes viária e de transporte público de Fortaleza (Sousa, 2016). Ressalta-se que a última pesquisa domiciliar de origem-destino de Fortaleza ocorreu em 1996; dessa forma, a modelagem integrada do TRANUS se apresenta como uma alternativa para a estimação de uma matriz origem-destino (OD), pois utiliza neste processo modelos de interação espacial com base econométrica na simulação das relações espaciais entre as atividades (Sousa, 2016). Os modelos de alocação do TRANUS consideram uma rede multimodal e são baseados na teoria de escolha discreta com o uso de modelos multinomiais aninhados *logit* (de la Barra, 1989).

No esforço de caracterização dos problemas, são realizadas análises exploratórias em áreas da distribuição espacializada dos indicadores, considerando a significância estatística da sua autocorrelação espacial. Para tanto, utiliza-se a ferramenta do mapa LISA, acrônimo em inglês para “Índice Local de Associação Espacial”, que, diferente de medidas globais de autocorrelação espacial, permite verificar em menor nível de agregação quão significativa é a aglutinação espacial de valores similares a uma observação. Este mapa pode ser gerado pelo software GeoDa (Anselin *et al.*, 2006) no nível de 5% de significância, buscando identificar regiões mais

ou menos afetadas pelos problemas por meio da definição de aglomerados de zonas estatisticamente significantes de valores altos ou baixos de autocorrelação do indicador da zona em relação às suas vizinhas.

3.4. Diagnóstico da relação de causalidade

A hipótese a ser testada (HC) é que a monofuncionalidade contribui para reduzir a acessibilidade. Para seu diagnóstico, propõe-se uma análise de autocorrelação espacial bivariada, quantificada por meio do índice “i” de Moran (Anselin *et al.*, 2006), que expressa a correlação entre o valor da variável dependente em uma zona e os valores da variável explicativa nas suas vizinhas. O indicador de acessibilidade a ser adotado é o tempo de viagem à zona de interesse. Isto significa que valores altos representam elevada impedância ao movimento, ou seja, baixa acessibilidade. Quanto à monofuncionalidade, maiores valores do indicador adotado representam maior intensidade do fenômeno. Para se evidenciar a HC, zonas onde se observam valores elevados em ambos os indicadores confirmam a existência do que será chamado de Zonas Problemáticas (ZP). Altos níveis de correlação espacial entre as variáveis reforçam a confiança na hipótese. Ao final, as ZP’s serão comparadas com as ZI’s para se identificar aquelas com maior prioridade na avaliação de alternativas de intervenção.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A descrição territorial da segregação socioespacial da população de baixa renda e do seu distanciamento às oportunidades de emprego, apresentada nos mapas da Figura 4, atesta as premissas estabelecidas para o fenômeno da periferização em Fortaleza no ano-base de 2015, possibilitando a identificação das ZI’s na análise desta problemática (destacadas com bordas em preto em cada mapa). A distribuição espacial do indicador de densidade residencial de baixa renda demonstra que essa população está predominantemente concentrada nas regiões Noroeste e Sudoeste da cidade (marcações em azul escuro da Figura 4.a). Reforçando a definição das ZI’s nestas duas regiões, verificam-se ainda aglomerados contínuos de zonas com valores “*high-high*” significativos para densidade de residências de baixa renda no mapa Lisa (Figura 4.b). Já o mapa temático da distribuição das oportunidades de empregos para esse segmento populacional (Figura 4.c) confirma sua forte concentração na região Central, distantes dos domicílios de baixa renda e das ZI’s.

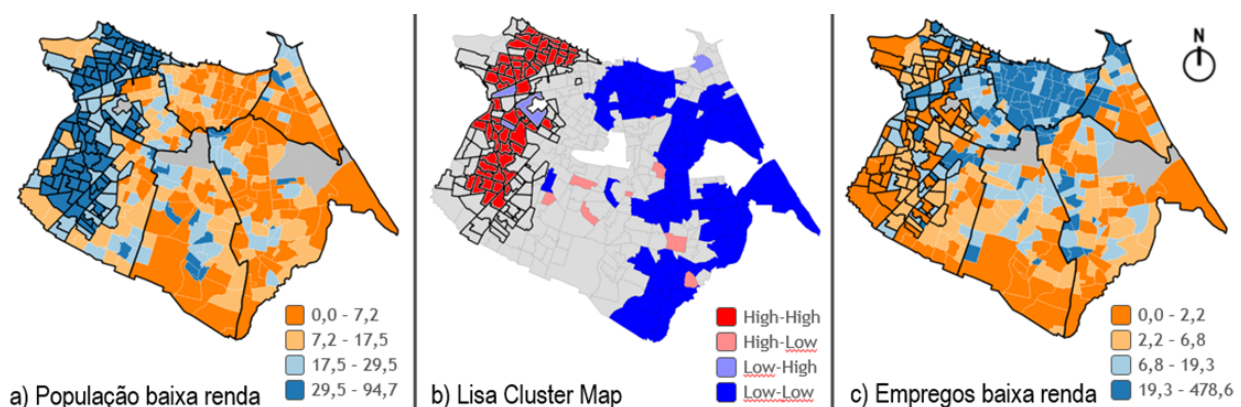


Figura 4. Distribuições espaciais dos indicadores de: (a) densidade de domicílios de baixa renda; (b) mapa Lisa da distribuição de densidade de domicílios de baixa renda; e (c) oportunidades de empregos de baixa renda em 2015. ‘Zonas de interesse’ (ZI’s) são grifadas com bordas pretas.

Quanto à avaliação das hipóteses levantadas, considerando inicialmente o problema da monofuncionalidade residencial de baixa renda (HP1), verificam-se fortes evidências de concentração desse fenômeno nas regiões periféricas Noroeste e Sudoeste da cidade (Figura 5.b). Destaca-se ainda que quase todas as ZI's estão localizadas em áreas de alto valor do indicador MIX (Equação 4), contíguas aos dois aglomerados significativos de maior monofuncionalidade (Figura 5.c), o que reforça a HP1. Vale ressaltar também a existência de um extenso aglomerado "low-low" (indicando multifuncionalidade do solo) ocupando praticamente toda a região Central, que apresenta alta concentração de usos comercial/serviços e poucas residências de baixa renda (Figura 5.c).

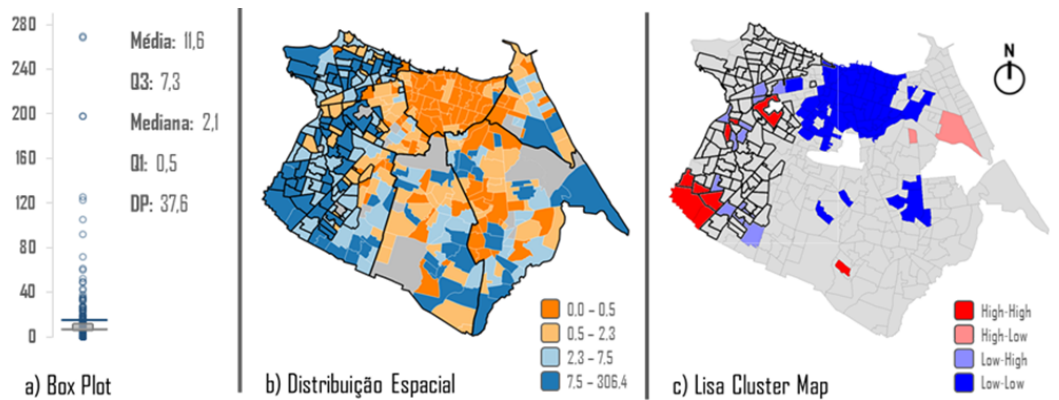


Figura 5. Distribuição espacial do mix de usos da baixa renda em 2015

A análise exploratória em torno da hipótese 2 (HP2) revela uma certa simetria na distribuição do indicador de acessibilidade por zona de análise, com tendência central em torno de 40 min de deslocamento aos postos de trabalho em 2015 (Figura 6.a). Sobre o território do município, a acessibilidade se distribui de maneira concêntrica, com os melhores níveis na região Central e os piores nas regiões periféricas, em especial nas regiões Sudoeste, Sul e Sudeste (Figura 6.b). Os aglomerados, claramente definidos de alta e baixa acessibilidade, localizam-se em regiões diametralmente opostas da cidade, com piores níveis ao sul e melhores ao norte (Figura 6.c). Parte das ZI's estão em regiões de acessibilidade bastante reduzida. No entanto, uma outra porção (mais ao norte) possui boa acessibilidade, o que indica que experimentam boas condições de acesso ao trabalho, mesmo estando segregadas socioespacialmente.

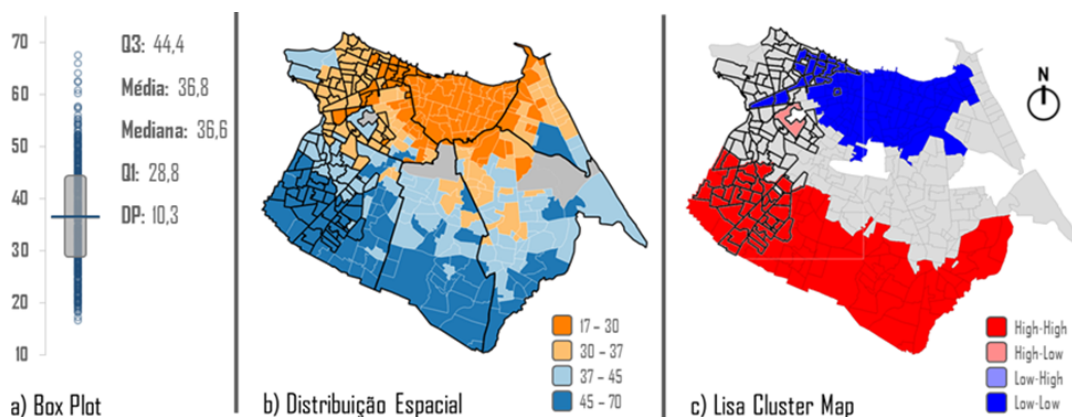


Figura 6. Acessibilidade da baixa renda aos postos de trabalho em 2015 (minutos)

Ao testar a HC, verificam-se indícios de uma correlação espacial positiva entre os indicadores de MIX e de tempo de viagem ao trabalho. O índice “i” de Moran bivariado apresentou valor significativo +0,24 (Figura 7.a); embora não tão elevado, indica que a acessibilidade ao trabalho não é explicada unicamente pelo grau de monofuncionalidade das zonas. É de interesse dessa análise verificar em quais zonas a acessibilidade é mais afetada por esta monofuncionalidade, referentes aos quadrantes Q1 e Q3 do diagrama da Figura 7.a. As zonas pertencentes ao Q1 são as Zonas Problemáticas (ZP’s), onde se verifica monofuncionalidade residencial e baixos níveis de acessibilidade às oportunidades de trabalho. Já as zonas do Q3 não são problemáticas, mas reforçam a HC, contribuindo para o grau de correlação espacial. Apenas as zonas que apresentam alto grau de significância estatística dos seus índices locais de Moran pertencentes a Q1 e Q3 estão marcadas na Figura 7.b nas cores mais fortes de vermelho e azul, respectivamente. Estas manchas coloridas apontam para os aglomerados de maior importância. Nas demais zonas (quadrantes Q2 e Q4), não há evidências que corroborem a hipótese de causalidade.

Pela análise bivariada dos indicadores de monofuncionalidade residencial e de acessibilidade às oportunidades de trabalho (Figura 7.b), percebe-se uma aglomeração de bons valores dos dois indicadores (estatisticamente significante, ou seja, não aleatória) na região Central de Fortaleza (mancha azul maior). Já o principal aglomerado de alta monofuncionalidade residencial de baixa renda e de baixa acessibilidade aos empregos se localiza no limite sul da região Sudoeste, coincidindo com algumas ZI’s. As Zonas Problemáticas (ZP’s), destacadas em vermelho na Figura 7.b (zonas do Q1), são todas aquelas que possuem níveis de problemas piores que o da média da cidade. As ZP’s se localizam nos limites oeste e sul do município, valendo ressaltar que na região Sudoeste essas zonas se sobrepõem com as ZI’s. Nesses casos existe, portanto, elevada concentração da população de baixa renda submetida a uma condição de baixa acessibilidade aos seus postos de trabalho, relacionada com a monofuncionalidade do solo nas suas áreas de moradia; em outras palavras, os residentes dessas zonas têm piores condições de acesso aos empregos devido à imposição da sua periferização. Quanto às ZI’s na região Noroeste, essas não podem ser consideradas problemáticas do ponto de vista da acessibilidade, conforme discutido anteriormente. Vale ainda destacar um terceiro grupo constituído por zonas que são problemáticas, mas que não integram o conjunto das ZI’s; nesse caso, verifica-se o impacto da monofuncionalidade na acessibilidade, mas a população de baixa renda não prepondera.

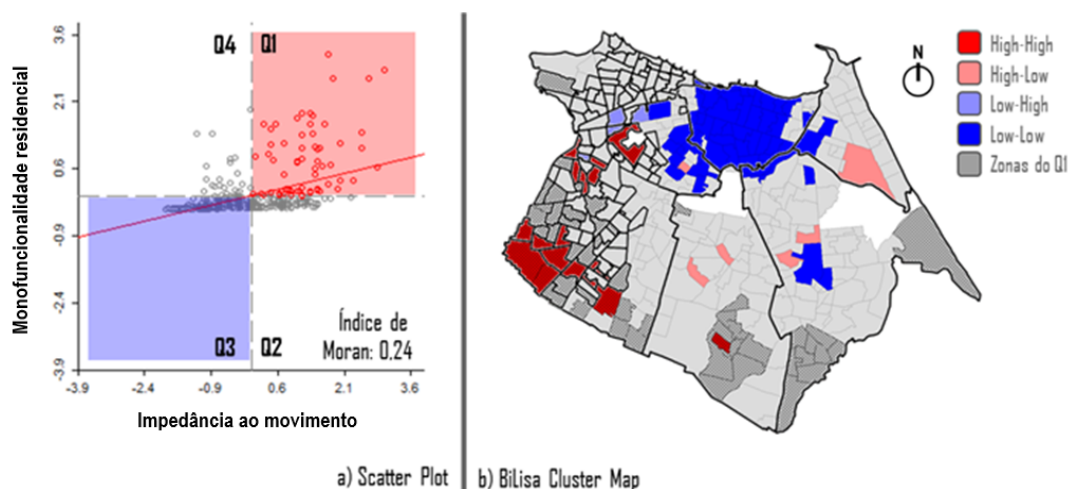


Figura 7. Análise bivariada da monofuncionalidade residencial x acessibilidade aos postos de trabalho (medida em tempo de viagem, ou impedância ao movimento)

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A adoção do paradigma de planejamento urbano voltado para a acessibilidade requer uma compreensão mais efetiva da gravidade e das relações de causa e efeito dos problemas de acessibilidade, especialmente relacionados aos segmentos mais vulneráveis da população. Neste trabalho, foi desenvolvido e aplicado um método para identificar e compreender essa problemática em Fortaleza. Sua ênfase está relacionada ao processo de periferação urbana da população de baixa renda. O método proposto se apoia na modelagem LUTI e em ferramentas analíticas de estatística espacial, que permitem descrever a distribuição espacial dos indicadores dos problemas a serem caracterizados e diagnosticados. Para melhor sistematizar as contribuições deste trabalho, optou-se por organizar suas conclusões e recomendações em duas partes: a primeira trata dos aspectos metodológicos do planejamento urbano integrado; a segunda se refere mais especificamente ao fenômeno em estudo.

Quanto ao processo de planejamento

Defende-se que o método aqui proposto pode contribuir com o planejamento da acessibilidade e mobilidade urbana, em sua fase inicial de compreensão da problemática. A utilização de um modelo conceitual ALUTI, que reconhece e descreve as complexas intra e inter-relações entre os subsistemas urbanos, possibilitou considerar aspectos sistêmicos na representação da problemática. Isto foi possível a partir do estabelecimento de premissas sobre o fenômeno em estudo e da proposição de hipóteses dos problemas intrínsecos ao uso do solo e aos transportes. O modelo ajudou ainda no estabelecimento e interpretação das relações de causa e efeito. Acredita-se que, em um contexto mais eficaz de tomada de decisão no planejamento urbano integrado, essa abordagem com foco nos problemas pode orientar melhor a definição de objetivos estratégicos e táticos e na proposição e avaliação de alternativas de intervenção.

A definição de Zonas de Interesse (ZI's) e de Zonas Problemáticas (ZP's) faz uso conjunto de três ferramentas: (a) da investigação das hipóteses de caracterização; (b) do diagnóstico dos problemas e suas relações causais; e (c) das análises espacializadas. Esta abordagem permite uma compreensão mais contextualizada e representativa da problemática das desigualdades socioespaciais vivenciadas por segmentos populacionais mais vulneráveis. Isto significa mais e melhor informação e conhecimento para subsidiar a negociação dos conflitos de interesses entre atores, quando da priorização de objetivos e avaliação de alternativas de solução em processos de planejamento. Para além dos benefícios advindos da utilização de modelagem LUTI (facilidade de reconhecimento de hipóteses causais, indicadores de inter e intra relações e simulações) e da análise exploratória (que permitiu a representação adequada, a identificação de aglomerados estatisticamente significantes e de correlações espaciais), recomenda-se a adoção de análises confirmatórias das hipóteses de causalidade por meio de modelos de regressão espacial incorporando efeitos globais ou locais.

Quanto ao fenômeno em análise

Iniciou-se o estudo de caso da problemática de Fortaleza por duas premissas, referentes ao fenômeno da periferação de segmentos de baixa renda e à concentração de suas oportunidades de empregos na principal centralidade do município. Ambas foram empiricamente descritas, destacando a segregação socioeconômica das populações periféricas nas porções Noroeste e Sudoeste da cidade, assim como a forte concentração dos seus postos de trabalho na

região Central. Considerou-se, portanto, que as decisões locacionais de oferta de moradias e de oportunidades de empregos sobre o território são resultantes de interações complexas do sistema urbano, em que os subsistemas de atividades, uso do solo e transportes participam como influenciadores destas decisões, reforçando a necessidade de uma abordagem de planejamento integrado.

As análises exploratórias espaciais apontaram evidências significativas corroborando as hipóteses da monofuncionalidade residencial de baixa renda na periferia de Fortaleza, assim como dos baixos níveis de acessibilidade aos empregos experimentados por esses segmentos populacionais mais vulneráveis, reforçando o “*spatial mismatch*” entre moradias e oportunidades de empregos da baixa renda. No entanto, ao mesmo tempo que se pode observar valores bastante reduzidos de acessibilidade aos postos de trabalho na região Sudoeste, outras áreas de segregação imposta não padecem do mesmo problema, com destaque positivo para algumas zonas da região Noroeste da cidade. Esta constatação chama a atenção para outros aspectos que podem determinar os níveis de dependência entre periferação e acessibilidade. Por exemplo: maior investimento em infraestrutura viária, associado à implantação de corredores de ônibus com altas velocidades operacionais conectando com a região Central.

Conclui-se, portanto, que o poder explicativo da monofuncionalidade residencial, apesar de significativo, não é suficiente para justificar todo o fenômeno da baixa acessibilidade aos empregos da população de renda mais baixa em Fortaleza. Recomendam-se, então, de forma complementar às intervenções nas redes de transporte público e não motorizado implementadas nos últimos anos, ações do poder público para reduzir a monofuncionalidade do solo residencial nas zonas mais críticas da região Sudoeste da cidade, evitando ainda uma intensificação do adensamento populacional nas áreas de maior segregação socioeconômica.

Por fim, como recomendações de trabalhos futuros, reconhece-se que essa análise deve ser complementada com a consideração de outros problemas. Seriam especialmente importantes aqueles relacionados à qualidade de vida e inclusão social, impactados pelos baixos níveis de acessibilidade às oportunidades de trabalho e outras atividades básicas dos segmentos populacionais mais vulneráveis socioeconomicamente. No caso específico de Fortaleza, recomenda-se incorporar a análise do fenômeno mais recente da segregação voluntária de segmentos de alta renda para a região Sudeste da cidade. Caberia avaliação de médio e longo prazos dos impactos que essas decisões locacionais têm exercido sobre a redistribuição dos postos de trabalho na cidade. Análises complementares podem tratar ainda dos benefícios dos investimentos na infraestrutura de transportes, na redução das desigualdades socioespaciais, e nos níveis de acessibilidade de parcelas distintas da população.

REFERÊNCIAS

- Accioly, V. M. (2008) Planejamento, planos diretores e expansão urbana: Fortaleza 1960-1992. Tese de Doutorado, UFBA, Salvador.
- Anselin, L.; I. Syabri e Y. Kho. (2006) GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geographical Analysis*, v. 38, n. 1, p. 5-22. DOI: 10.1111/j.0016-7363.2005.00671.x
- Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, v. 15, n. 2, p. 73-80. DOI: 10.1016/j.tranpol.2007.10.005.
- Batty, M.; E. Besussi; K. Maat e J. J. Harts. (2004) Representing Multifunctional Cities: Density and Diversity in Space and Time. *Built Environment*, v. 30, n. 4, p. 324-337. DOI: 10.2148/benv.30.4.324.57156.
- Batty, M. (2009). Cities as Complex Systems: Scaling, Interaction, Networks, Dynamics and Urban Morphologies. UCL-Working papers, paper 131, Feb 2008.
- Bertolini, L. e F. le Clercq. (2003) Urban development without more mobility by car? Lessons from Amsterdam, a multimodal urban region. *Environment and Planning A: Economy and Space*, v. 35, n. 4, p. 575-589. DOI: 10.1068/a3592.

- Borges, W. A. e M. M. Rocha. (2004) A Compreensão do processo de periferização urbano do Brasil por meio da mobilidade centrada no trabalho. *Geografia*, v. 29, n. 3, p. 383-400.
- Boschmann, E. E. (2011) Job access, location decision, and the working poor: A qualitative study in the Columbus, Ohio metropolitan area. *Geoforum*, v. 42, n. 6, p. 671-682. DOI: 10.1016/j.geoforum.2011.06.005.
- Cascetta, E. (2009) *Transportation Systems Analysis*. (2ª ed.). Springer US, Boston, MA. DOI: 10.1007/978-0-387-75857-2.
- Cass, N.; E. Shove e J. Urry. (2005) Social exclusion, mobility and access. *The Sociological Review*, v. 53, n. 3, p. 539-555. DOI: 10.1111/j.1467-954X.2005.00565.x
- Church, A.; M. Frost e K. Sullivan. (2000) Transport and social exclusion in London. *Transport Policy*, v. 7, n. 3, p. 195-205. DOI: 10.1016/S0967-070X(00)00024-X
- Clark, W. A. V. (2015) Residential Segregation: Recent Trends. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2ª ed.). Elsevier.
- Corrêa, R. L. (2013) Segregação residencial: classes sociais e espaço. In: Vasconcelos, P. A.; Corrêa, R. L. e Pintaudi, S. M. A cidade contemporânea. *Segregação Espacial* (1ª ed.). Contexto, São Paulo, Brasil.
- Curtis, C. (2008) Planning for sustainable accessibility: The implementation challenge. *Transport Policy*, v. 15, n. 2, p. 104-112. DOI: 10.1016/j.tranpol.2007.10.003
- Curtis, C. e J. Scheurer. (2010) Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning*, v. 74, n. 2, p. 53-106. DOI: 10.1016/j.progress.2010.05.001
- De la Barra, T. (1989) *Integrated land use and transport modelling: Decision chains and hierarchies*. Cambridge University Press, New York, USA.
- Ewing, R.; R. Pendall e D. Chen. (2002) *Measuring Sprawl and Its Impact*. Smart Growth America. Washington.
- Fan, Y. (2012) The planners' war against spatial mismatch lessons learned and ways forward. *Journal of Planning Literature*, v. 27, n. 2, p. 153-169. DOI: 10.1177/0885412211431984
- Fan, Y.; R. Allen e T. Sun. (2014) Spatial mismatch in Beijing, China: Implications of job accessibility for Chinese low-wage workers. *Habitat International*, v. 44, p. 202-210. DOI: 10.1016/j.habitatint.2014.06.002
- Fortaleza, P. M. de. (1963) *Plano Diretor de Fortaleza: Lei 2128/63*. (H. Modesto). Fortaleza.
- Garcia, C. S. H. F.; M. D. R. M. R. Macário; E. D. A. G. Menezes e C. F. G. Loureiro. (2018) Strategic Assessment of Lisbon's Accessibility and Mobility Problems from an Equity Perspective. *Networks and Spatial Economics*, v. 18, n. 2, p. 415-439. DOI: 10.1007/s11067-018-9391-4
- Geurs, K. T. e B. van Wee. (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, v. 12, n. 2, p. 127-140. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005
- Gist, N. P. e S. F. Fava. (1968) *La Sociedad Urbana*. Ediciones Omega. Barcelona, Espanha.
- Handy, S. L. (2005) Planning for accessibility: In theory and in practice. In: Levinson, D. M. e K. J. Krizek. (Eds.). *Access to Destinations*. Elsevier Science.
- Harvey, D. (2005) *A produção capitalista do espaço*. Annablume, São Paulo, Brasil
- IBGE. (2015) *Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios*. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/default.shtm>>. (acesso em: 10/08/2019).
- Instituto Pólis. (2009) *Moradia é central – inclusão, acesso e direito à cidade*. Fortaleza, Brasil.
- Kain, J. F. (1968) Housing segregation, Negro employment, and metropolitan decentralization. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 82, n. 2, p. 175-197. DOI: 10.2307/1885893
- Kenyon, S.; G. Lyons e J. Rafferty. (2002) Transport and social exclusion: investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility. *Journal of Transport Geography*, v. 10, n. 3, p. 207-219. DOI: 10.1016/S0966-6923(02)00012-1
- Kneib, E. C. (2014) Mobilidade e centralidades: reflexões, relações e relevância para a vida urbana. In: Kneib, E. C. (Ed.). *Projeto e cidade: centralidades e mobilidade urbana*. FUNAPE, Goiânia, Brasil.
- Kühn, M. (2015) Peripheralization: Theoretical concepts explaining socio-spatial inequalities. *European Planning Studies*, 23(2), 367-378. DOI: 10.1080/09654313.2013.862518.
- Litman, T. A. (2018) *Land Use Impacts on Transport. How Land Use Factors Affect Travel Behavior*. Victoria Transport Policy Institute.
- Loo, B. P. Y. e A. S. Y. Chow. (2011) Jobs-housing balance in an era of population decentralization: An analytical framework and a case study. *Journal of Transport Geography*, v. 19, n. 4, p. 552-562. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2010.06.004
- Lopes, A. S.; C. F. G. Loureiro e B. van Wee. (2018) LUTI operational models review based on the proposition of an a priori ALUTI conceptual model. *Transport Reviews*. DOI: 10.1080/01441647.2018.1442890
- Lucas, K. (2012) Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy*, v. 20, 105-113. DOI: 10.1016/j.tranpol.2012.01.013
- Maia, D. S. (2014) Habitação popular e o processo de periferização e de fragmentação urbana: uma análise sobre as cidades de João Pessoa-PB e Campina Grande-PB. *Geosul*, v. 29, n. 58, p. 89-113.
- Massey, D. S. (1990) American Apartheid: Segregation and the Making of the Underclass. *American Journal of Sociology*, v. 96, n. 2, p. 329-357. DOI: 10.1086/229532
- Máximo, F. R. C. C. e J. M. A. Lopes. (2013) Produção habitacional e expansão periférica do espaço urbano metropolitano: a construção dos conjuntos-bairros em Fortaleza. *Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional*. Recife, Brasil.

- Metrofor (2019) Portal do Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2019. Seção: Linhas em operação. Disponível em: <<https://www.metrofor.ce.gov.br/linhas/>>. (acesso em: 10/08/2019).
- Miller, E. J. (2003) Land Use: Transportation Modeling. In: Goulias, K. G. (Ed.), *Transportation Systems Planning: Methods and Applications*. p. 155-178. CRC Press.
- Ministério da Economia. (2015) Microdados da Relação Anual de Informações Sociais. Brasil. Disponível em: <<ftp://ftp.mtps.gov.br/pdet/microdados/RAIS/2015/>>. (acesso em: 10 de agosto de 2019).
- Muniz, M. A. P. C. (2006) O Plano Diretor como instrumento de gestão da cidade: o caso da cidade de Fortaleza. Dissertação de mestrado, UFRN, Natal.
- Papa, E. e L. Bertolini. (2015) Accessibility and Transit-Oriented Development in European metropolitan areas. *Journal of Transport Geography*, v. 47, p. 70-83. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2015.07.003
- Ribeiro, E. L.; J. A. R. Silveira; E. R. V. Lima e J. L. A. Oliveira (2007). Controle do sprawl urbano, e inclusão social: o caso de João Pessoa - PB. In SICI - UNAERP (p. Seção 2). UNAERP, João Pessoa, Brasil.
- Rodenburg, C. A. e P. Nijkamp. (2002) Evaluation of multifunctional land use: design and application of policy criteria. Research Memorandum; No. 2002-28. FEWEB, Amsterdam.
- Sousa, F. F. L. M. (2016) Metodologia de calibração para modelos integrados dos transportes e uso do solo. Dissertação em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.
- Sposito, M. E. B. (2013) Segregação socioespacial e centralidade urbana. In: Vasconcelos, P. A.; R. L. Corrêa e S. M. Pintaudi. *A cidade contemporânea. Segregação Espacial*. Contexto, São Paulo, Brasil.
- Villaça, F. (2001) Espaço intra-urbano no Brasil. Studio Nobel, São Paulo, Brasil.