

# **EFEITOS DA PERIFERIZAÇÃO NOS NÍVEIS DE ACESSIBILIDADE DA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA EM FORTALEZA**

**Beatriz Andrade Rodrigues**  
**Carlos Felipe Grangeiro Loureiro**  
Departamento de Engenharia de Transportes  
Universidade Federal do Ceará

**Francelino Franco Leite de Matos Sousa**  
Núcleo de Tecnologia  
Centro Universitário Christus

**André Soares Lopes**  
Universidade de Fortaleza

## **RESUMO**

A expansão de uma cidade por meio da segregação espacial involuntária, quando ocorre concomitantemente a um processo de concentração de empregos, é uma das causas para a baixa acessibilidade de uma parcela da população. Quem acaba sendo mais impactado por estes problemas é a população de baixa renda, que possui uma limitação financeira e não consegue se manter nas regiões mais atrativas de uma cidade. Em Fortaleza, esse processo teve início na década de 1930 e hoje se caracteriza pela localização da população de baixa renda na região oeste da cidade. Para contribuir na compreensão dessa problemática, este trabalho propõe uma metodologia de caracterização e diagnóstico da problemática, a fim de avaliar a magnitude dos problemas e as relações de causalidade entre eles. Nesta proposta, são utilizadas a modelagem integrada para a obtenção de indicadores e ferramentas exploratórias de análises geponderadas, que permitem uma análise espacial da problemática. A aplicação desse método revelou que a população de baixa renda se concentra nas regiões periféricas da cidade, longe da região central onde se concentram os empregos, mas que apenas uma parte dela sofre problemas de acessibilidade.

## **ABSTRACT**

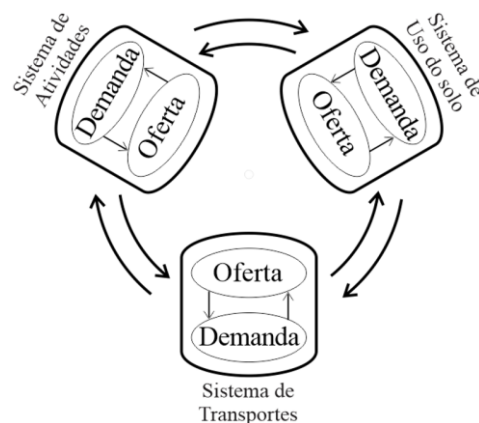
The expansion of a city through involuntary segregation, when it occurs concomitantly with a process of concentration of jobs, is one of the causes for the low accessibility of a portion of the population. Those populations with financial limitations (low income) are the most affected since they are unable to maintain their households in the more attractive areas of a city. In Fortaleza, this process began in the 1930s and today is characterized by the location of the low-income population in the western region of the city. To contribute to the understanding of this situation, this work proposes a methodology of characterization and diagnosis of the problem, in order to evaluate its magnitude and the causal relations between segregation and accessibility. In this proposal, we use integrated modeling to obtain indicators, and exploratory tools of geographically weighted analysis, which allow a spatial analysis of the problem. The application of this method has shown that the low-income population is concentrated in the outlying regions of the city, far from the central region where the jobs are concentrated, but that only part of it suffers from accessibility problems.

## **1. INTRODUÇÃO**

Nas regiões periféricas da cidade, os domicílios estão mais distantes dos postos de trabalho. Não apenas relativo à distância, esta constatação é decorrente dos níveis de dispersão dos postos de trabalho em relação às concentrações de residências de baixa renda, o que pode ser representado pela concentração de empregos nas áreas centrais das cidades e da monofuncionalidade residencial das periferias. Este processo se dá quando um indivíduo, normalmente de baixa renda, se vê obrigado, pelas mais variadas forças, a residir em uma região periférica da cidade, pois as opções de como e onde residir são restritas ou nulas. Chamamos este fenômeno de periferização, que é associado ao que a literatura trata como segregação imposta ou involuntária (Corrêa, 2013; Gist e Fava, 1968). 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 através do mesmo processo, a segregação (involuntária) de outra (Sposito, 2013; Villaça, 2001). Apesar de

reconhecer esse processo dialético, este trabalho será focado apenas na parcela do processo referente à segregação involuntária, pois é o tipo de segregação referente ao grupo de risco com maiores restrições de acessibilidade. Justifica-se a relevância de estudar esse problema urbano pelo nível de restrições impostas às populações afetadas. Esse processo impositivo é responsável pela localização de pessoas em áreas que não atendem às suas necessidades básicas, tais como moradia digna, infraestrutura e oferta de serviços, ou equipamentos urbanos (Borges e Rocha, 2004). Ele pode, dentre outras consequências, ser responsável por limitar os níveis de acessibilidade destas populações a essas necessidades básicas oferecidas pela cidade.

Há mais de uma década estudos apontam para a importância de abordagens integradas de planejamento (reinterpretados como o “paradigma de planejamento da acessibilidade”, segundo Garcia (2015), e para como estes esforços se mostram mais adequados na tarefa de avaliar como aspectos do uso do solo podem gerar problemas de acessibilidade e mobilidade (Curtis, 2008; Papa e Bertolini, 2015). Corroborando estes esforços alguns autores propõem conceitualmente modelos urbanos integrados (Cascetta, 2009; Geurs e van Wee, 2004; Miller, 2003) que nos permitem uma melhor representação da problemática dentro de processos de planejamento. Baseando-se nestes e em outros autores, Lopes (2015) propõe um modelo conceitual que incorpora aspectos de integração entre distintos subsistemas urbanos, sugerindo um conjunto de hipóteses de causalidades e ainda reconhecendo a importância de medidas de desempenho destes subsistemas (medidas estas que funcionam como indicadores de impacto entre um subsistema e outro) (Figura 1). Sobre estas relações de hipóteses de causalidade dos fenômenos, Macário (2012) estuda os efeitos dos baixos níveis de acessibilidade como causadores dos baixos níveis de mobilidade, que levaria a menores níveis de atividade econômica e problemas sociais que teriam como consequência a exclusão social.



**Figura 1:** Modelo conceitual da problemática urbana / Adaptado de Lopes (2016)

Dado este contexto da interpretação das relações entre problemas de transportes e de uso do solo e das dificuldades de se incorporar tais relações ao processo de planejamento, entende-se que a contribuição deste trabalho está em propor uma metodologia e analisar as relações de dependência entre o processo de periferização da população de baixa renda e o problema de reduzida acessibilidade. Para tanto, este trabalho se organiza em 5 seções, sendo a introdução a primeira delas. Na seção 2, por meio de revisão bibliográfica, foi representada a problemática que orientará as fases subsequentes do método proposto. Em seguida, na seção 3, apresentamos uma proposta metodológica de caracterização e diagnóstico da problemática em questão, discutindo a contribuição da modelagem integrada e de ferramentas de estatística espacial nesse processo. Na seção 4, apresentamos os resultados da aplicação deste método. Finalmente, na

seção 5, destacam-se as discussões finais do trabalho, na qual listamos as conclusões e tecemos algumas recomendações para pesquisas futuras.

## **2. REPRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA**

A interação entre as decisões de demanda e oferta por solo é o que compõe o subsistema de uso do solo (Lopes, 2015) e, como resultado desse processo, podem ocorrer diversos problemas decorrentes de desequilíbrios entre oferta e demanda. Esses desequilíbrios, por sua vez, não se materializam uniformemente no espaço e na sociedade, de tal forma que parcelas da população com maiores limitações são as mais impactadas negativamente. A camada da população que possui limitações financeiras (de renda mais baixa), por exemplo, é uma das mais impactadas, sendo a periferização um dos problemas originados deste desequilíbrio, restringindo a parcela da população que vive nas franjas urbanas a participar ativamente da urbis enquanto espaço de trocas sociais, políticas e econômicas. Isto significa que a periferização contribui diretamente para o aumento da impedância, ou redução da acessibilidade, às atividades que as pessoas desejam realizar no espaço urbano.

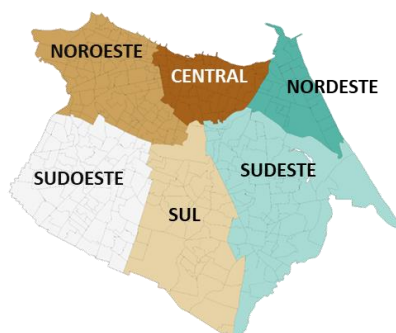
Desequilíbrios do subsistema de uso do solo, como a periferização, originam distribuições espaciais distintas entre os indivíduos e as atividades que estes desejam realizar, o que pode ser considerado um dos principais contribuintes na geração da demanda por transportes. Kneib (2014) diz que na consolidação de áreas residenciais periféricas, geram-se muitos deslocamentos pendulares centro-periferia e as crescentes distâncias impõem sobrecarga ao sistema de transportes, bem como custos mais elevados às populações que a habitam. Portanto, 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. A necessidade de realizar uma determinada atividade espacialmente localizada em uma região distinta à do indivíduo inicia uma cadeia de decisões de viagem, como a decisão de viajar, ou não, o horário da viagem, o destino, o modo e a rota. Reconhecer essa interação é reconhecer que a periferização através da expulsão da população para as regiões periféricas e concentração dos empregos em uma determinada região da cidade causa também impacto no subsistema de transportes. Esse impacto se dá, por exemplo, através da necessidade desses indivíduos em se deslocarem por meio do transporte coletivo, já que essa parcela da população tem acesso limitado à compra de veículos motorizados individuais, e através das elevadas distâncias e tempos de viagens que precisam ser percorridos.

Além do impacto nas decisões de deslocamento, a periferização pode contribuir também reduzindo a acessibilidade dessa população. A acessibilidade é um conceito que tem se tornado central no processo de planejamento há mais de 50 anos (Geurs *et al.*, 2015). Sua definição surgiu como uma medida do potencial de oportunidades de interação entre o homem e o meio (Hansen, 1959), mas é comum encontrar outras definições que tendem a se complementar (Geurs e Eck, 2001; Hull e Bertolini, 2012), incorporando na definição elementos dos subsistemas de uso do solo e de atividades. Neste trabalho, utiliza-se a definição de Cascetta (2009), Lopes (2015) e Wegener (1995) que representam a acessibilidade como a medida de desempenho da relação entre a demanda e a oferta do subsistema de transportes responsável por impactar os demais subsistemas.

Entretanto, esse conjunto de decisões dos transportes também irá impactar nos desequilíbrios do subsistema de uso do solo. Um exemplo desse impacto é a valorização de regiões em que o acesso é facilitado ao longo de linhas de metrô. Nessas áreas, caso não haja uma intervenção

pública, acaba ocorrendo um novo ciclo de periferização, já que a população mais carente não é capaz de se manter naquela região. Dessa forma, a acessibilidade, resultante dos desequilíbrios do subsistema de transportes, impacta diretamente no uso do solo.

Para entender o estado atual em que se encontra a problemática da periferização por segregação residencial involuntária em Fortaleza, é preciso compreender o processo pelo qual essa periferização se originou e se desenvolveu. No início dos anos de 1930, o Ceará foi marcado por um forte processo de êxodo rural, a partir do qual as pessoas oriundas do interior que chegavam à capital em busca de uma melhor qualidade de vida e muitas vezes deparavam-se com uma realidade diferente da esperada, tendo que se submeter a condições precárias de trabalho e moradia (Instituto Pólis, 2009). A qualidade de vida que buscavam, esperando se estabelecer nos bairros da região Central (Figura 2) onde estariam próximas aos locais de trabalho, não foi alcançada, pois tal região era uma área muito valorizada, onde se concentravam os segmentos mais abastados da população fortalezense (Pequeno, 2009). Com isso, essa população oriunda de áreas rurais viu-se obrigada a buscar moradia em áreas mais afastadas (franjas urbanas) ou mesmo impróprias para ocupação (áreas ambientalmente frágeis). Identifica-se aí, no período entre 1930 e 1950, o início de um processo de segregação involuntária decorrente de um desequilíbrio no subsistema de usos do solo principalmente nas zonas Noroeste e Sudoeste da cidade, quando limitações financeiras impediam essas famílias de suprirem a demanda de consumo solo em áreas as mais centrais e, conseqüentemente, com maior acessibilidade.



**Figura 2:** Regiões de Análise

Na década de 60, surge, no cenário de segregação urbana, mais um importante catalisador desse processo: o poder público, que iniciou a construção de conjuntos habitacionais em áreas periféricas (Maia, 2014). Através desse novo papel do poder público, ele passa a ser identificado como responsável pela oferta no subsistema de uso do solo. Não só em Fortaleza, como em todo Brasil, um modelo de política habitacional implementado pelo Estado e financiado pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) começa a prover moradia na forma de grandes conjuntos habitacionais em locais distantes e sem infraestrutura, podendo ser considerada uma segregação imposta pelo Estado (Ministério das Cidades, 2004). A política habitacional à época do BNH estimulou uma expansão espraiada das cidades por meio da ocupação de extensas áreas rurais descontínuas fora dos limites urbanizados do município, favorecendo a periferização e a especulação imobiliária nas áreas vazias (Maia, 2014; Máximo e Lopes, 2013). Com a provisão dispersa de habitação desse período, o poder público transfere para a população um custo relativo aos deslocamentos que é resultante não só do valor monetário da tarifa de transporte ou combustível, mas também do tempo despendido nesses deslocamentos o que influencia diretamente na qualidade de vida das pessoas. Em Fortaleza, a construção dos grandes

conjuntos habitacionais financiados pelo BNH, como o Conjunto José Walter (1970) e o Conjunto Ceará (1978), provocou processos de conurbação na região Sudoeste (Freitas e Pequeno, 2015), resultando em uma segregação imposta programada pelo Estado.

O sistema de transportes, por sua vez, também passou por grandes mudanças entre os anos 1950 e 1970. Nesse período, o poder público desencadeou um programa de obras públicas, com destaque para a construção da avenida Perimetral, que conecta bairros das regiões Noroeste, Sudoeste, Sul e Sudeste e estabeleceu uma conexão estrutural dessas áreas com a zona central, criando assim as condições para a rápida modificação no uso do solo e sua reorganização sócio-espacial (Moreira, 2004; Sposito, 2013). Logo, o processo de expansão foi também possibilitado por um incremento na oferta do subsistema de transportes através do avanço tecnológico, da difusão de novos meios de transporte e do desenvolvimento da rede de transportes em geral. Além disso, o aumento do uso do transporte motorizado individual em todas as classes de renda é um fator primordial para a segregação (Sposito, 2013; Ascher, 2001).

A implantação do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza no início dos anos 1990, também intensificou a descentralização, tornando acessíveis pelo transporte público áreas periféricas das regiões Noroeste e Sudoeste. O cenário que se configura nesse período é o que perdura até hoje no espaço urbano da cidade. Uma segregação entre região leste e oeste da cidade, onde a primeira é fortemente representada pela ocupação das classes de renda mais alta, diferente do que ocorre na segunda, já que a expansão para a região Sudoeste foi induzida pela construção de grandes conjuntos habitacionais, loteamentos e autoconstrução clandestinos (Freitas e Pequeno, 2015).

Além do contínuo processo de descentralização das residências de baixa renda que consolida uma monofuncionalidade residencial nas periferias de Fortaleza, a região Central da cidade, em contrapartida, continua concentrando grande parte dos estabelecimentos institucionais, de comércio e de serviço, o que dota a área de uma grande atratividade. Assim, percebe-se que há um distanciamento da população de baixa renda da área de maior concentração dos postos de trabalho da cidade. Segundo Ribeiro *et. al.* (2006), essa é uma situação que pode ser observada na maior parte das periferias latino-americanas. Os autores afirmam que, em cidades espraiadas que possuem grande desigualdade social e diferenciação de renda, os empregos geralmente vão tender a se localizar em áreas mais próximas e mais acessíveis à população de alta renda, distanciando-se da de baixa renda.

A partir dessa contextualização, observa-se então um processo de periferização por segregação involuntária em Fortaleza que afeta não só a população que vive nessas regiões periféricas, mas a cidade como um todo, pois a região Central, com ampla rede de infraestrutura e localização privilegiada, passa a ser subutilizada, o que vai de encontro ao conceito de sustentabilidade. Assim, estamos diante de um problema econômico, em que se desperdiça um potencial infraestrutural que precisa ser compensado em outras áreas da cidade para onde a população esteja se deslocando; ambiental, onde se aumentam as distâncias de deslocamento e consequentemente os níveis de emissão de gases poluente; e social, em que parcelas menos abastadas da população sofrem os efeitos de dificuldade de acesso às oportunidades.

Nesse contexto, tendo em vista o envolvimento de pelo menos dois dos subsistemas urbanos na problemática em questão (o subsistema de uso do solo e o subsistema de transportes), utilizamos o modelo conceitual “a priori” (Lopes, 2015) para auxiliar na interpretação das intra e inter-

relações entre os subsistemas urbanos, resultando na representação da problemática apresentada na Figura 3.



**Figura 3:** Representação da Problemática

A partir da representação da problemática sistematizada podem ser definidas cinco hipóteses a serem analisadas neste trabalho para avaliar a problemática da periferização na cidade de Fortaleza. As duas primeiras são hipóteses do fenômeno (HF) resultados das decisões da demanda e oferta do uso do solo ao longo do tempo. As duas seguintes são hipóteses de problemas (HP), ou seja, de desequilíbrios nos dois subsistemas dada a situação atual do fenômeno, e a quinta é uma hipótese de causalidade (HC) entre os dois problemas identificados.

- **HF1:** Existe uma periferização da população de baixa renda nas regiões Noroeste e Sudoeste da cidade;
- **HF2:** Existe um processo de concentração dos empregos na região Central;
- **HP1:** Na periferia onde se localiza a população de baixa renda o uso do solo é predominantemente residencial;
- **HP2:** A população de baixa renda periferizada experimenta os menores níveis de acessibilidade da cidade;
- **HC:** Quanto maior a monofuncionalidade residencial de uma região, menor é sua acessibilidade.

### 3. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

Para avaliar as hipóteses é proposto um método de caracterização e diagnóstico da problemática no qual se busca avaliar a intensidade dos problemas e as relações de causalidade entre eles e que permita a compreensão da problemática em questão, dando suporte à tomada de decisão pelo poder público. Essas análises são dependentes de indicadores, ferramentas úteis tanto para avaliar a intensidade do problema, como para verificar a causalidade entre eles; da modelagem integrada para geração desses indicadores; e da estatística espacial, que orientará as análises e tem sido utilizada para compreensão de diferentes fenômenos urbanos, como exclusão social, impactos ambientais e acesso às funções urbanas (Grengs, 2001; Ramos e Silva, 2003).

#### 3.1 Definição e Obtenção de Indicadores

Duas das hipóteses a serem analisadas estão relacionadas com processos urbanos. Por serem resultados de uma sequência de decisões que ocorrem ao longo do tempo, existe uma dificuldade em observá-los de maneira estática, considerando apenas uma fatia do tempo (Rodenburg e Nijkamp, 2002). Dessa forma, não serão avaliados os processos em si, mas apenas os resultados dessas interações em um determinado momento. Como as duas hipóteses dizem respeito à concentração de usos em regiões espaciais, serão utilizados indicadores de densidade para avaliá-los. Para a periferização será a densidade ( $DEN_{BR}$ ) da população de baixa renda ( $DOM_{BR}$ ), pois auxilia a verificar as regiões de maior concentração da população, eliminando

a influência do tamanho de cada zona (Batty *et al.*, 2003).

$$DEN_{BR} = \frac{DOM_{BR}}{AREA} \quad (1)$$

Para a concentração dos empregos, o indicador (Equação 2) utilizado é a densidade ( $DEN_{ATR\_BR}$ ) de domicílios atraídos de baixa renda por zona ( $DOM_{ATR\_BR}$ ).

$$DEN_{ATR\_BR} = \frac{DOM_{ATR\_BR}}{AREA} \quad (2)$$

Este indicador é modelado a partir da matriz insumo-produto de relações das atividades para a região em estudo, da qual é possível extrair a quantidade de empregos destinados a população de baixa renda. A matriz é *input* para a modelagem integrada do Tranus e foi calibrada a partir dos dados da Pesquisa de Orçamento Familiar de 2009 e da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio (PNAD) de 2015 ambas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados obtidos dessa calibração (Sousa, 2016) indicam que cada emprego do setor industrial, ou comercial atrai 0,4 domicílios de baixa renda; cada emprego do setor primário e de serviços atrai 0,3 domicílios de baixa renda; e cada emprego da administração pública atrai 0,2 domicílios de baixa renda. Esses valores são denominados de coeficientes intersetoriais ( $CF_s$ ) e representam o quanto uma unidade de uma dada atividade “s” necessita da outra para que produza uma unidade do seu produto (Guilhoto, 2009). Dessa forma, se uma zona possui apenas 100 empregos industriais ela possui a capacidade de atrair 40 domicílios de baixa renda, mas se possui também 100 empregos de serviços, o total atraído será de 70 domicílios de baixa renda (Equação 3). A utilização dessa variável garante a consideração na análise apenas dos empregos voltados à população de baixa renda.

$$DOM_{ATR\_BR} = \sum_s CF_s * EMP_s \quad (3)$$

A monofuncionalidade possui um papel central nesta análise, pois é ela 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, por exemplo: a diversidade, que representa as diferentes funções urbanas que podem ser simultaneamente acessadas em uma área (Batty *et al.*, 2003); a intensidade, onde é medida 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.*, 2003). Cada um desses indicadores representa aspectos distintos relacionados com a multifuncionalidade, mas neste trabalho será utilizado um indicador de razão ( $MIX$ ) entre a quantidade de residências, em comparação aos empregos disponíveis (Equação 4), pois deseja-se avaliar a multifuncionalidade residencial. Quanto maior o valor do indicador, maior a monofuncionalidade residencial da zona.

$$MIX = \frac{DOM_{BR}}{DOM_{ATR\_BR}} \quad (4)$$

Para medir a acessibilidade, diversas abordagens já foram propostas. Geurs e van Wee (2004) separam essas medidas em quatro tipos: 1) baseadas em infraestrutura: analisam o nível de serviço da infraestrutura de transporte; 2) baseadas em localização: analisam a acessibilidade nas localizações, tipicamente no nível macro e descrevem o nível de impedância até as atividades espacialmente distribuídas; 3) baseadas em pessoas: analisam a acessibilidade no nível do indivíduo, considerando as restrições temporais e espaciais; 4) baseadas em utilidade:

analisam os benefícios econômicos que as pessoas obtêm a partir do acesso às atividades espacialmente distribuídas. Dessa forma, a acessibilidade da população de baixa renda será representada por uma medida do tipo infraestrutural do transporte público, já que a população de interesse possui baixo acesso ao transporte motorizado individual, apenas 30% possuem automóvel ou moto em sua residência, segundo a PNAD de 2015 do IBGE. Esse indicador será composto pelo tempo médio de viagens por transporte público (*TEMPO\_TP*) de uma zona “i” a todas as outras “j” ponderado pelos empregos destinados a população de baixa renda (Equação 4). O tempo utilizado nesse indicador é resultado da aplicação dos modelos do Transus para a cidade de Fortaleza (Sousa, 2016).

$$ACES_i = \frac{\sum_j (TEMPO\_TP_{ij} * DOM_{ATR\_BR_j})}{\sum_j (DOM_{ATR\_BR_j})} \quad (4)$$

### 3.2 Análise dos Indicadores e Definição das Zonas de Interesse

Todos os indicadores serão espacialmente distribuídos, mas também serão avaliados do ponto de vista da significância estatística, através da análise do Mapa Lisa, que possibilita verificar o grau de autocorrelação espacial do fenômeno em análise. Nestes mapas são apresentados 5 tipos de zonas. O primeiro contempla as zonas High-High, nas quais pode-se afirmar que tanto aquela zona como suas vizinhas possuem um valor alto para o indicador. O segundo contempla as zonas Low-Low, nas quais o valor do indicador é baixo para a zona em análise, assim como para suas vizinhas. A terceira e a quarta, apresentam zonas cuja a relação é inversamente proporcional, High-Low são zonas com alto indicador, mas vizinhas com baixo; enquanto a Low-High são as zonas com baixo indicador, e vizinhas com alto. O quinto tipo de zona representa zonas onde não é possível obter conclusões sobre o indicador com nível de significância de 5%.

A utilização dos Mapas Lisa, além de dar uma contribuição estatística a análise das regiões mais ou menos afetadas pela problemática, contribuirá apontando aglomerados de zonas onde a problemática é mais intensa. Como esta problemática é resultado de processos de periferização da população e concentração de empregos, que continuam ocorrendo, considera-se necessário verificar as regiões onde o processo é mais acentuado, ao invés de se concentrar em zonas isoladas. Os Mapas Lisa e a espacialização do indicador irão contribuir também na definição das Zonas de Interesse (ZI). Essas zonas são para onde a população de baixa renda tem sido periferizada e nas quais não há oferta de oportunidades de empregos adequada, processos causadores da problemática relatada. Dessa forma, identificar as zonas periferizadas, de maior concentração de população de baixa renda e onde não há oferta de empregos é identificar as ZI. Para isso, serão superpostas as zonas de ocorrência de cada um dos processos e as que estiverem na interseção serão definidas como as ZI.

### 3.3 Diagnóstico da Relação de Causalidade

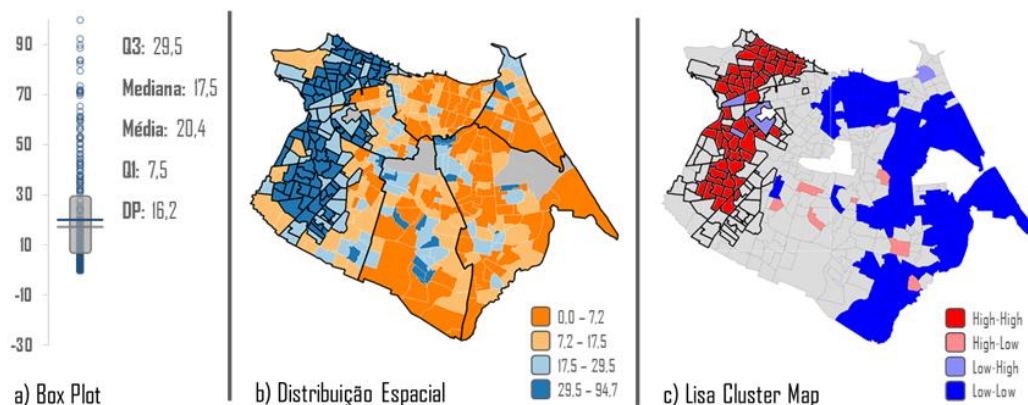
Para o diagnóstico da relação de causalidade entre a monofuncionalidade e a impedância do deslocamento será utilizada uma análise bivariada espacial. A impedância é representada pelo tempo de acesso à região de interesse, então um elevado valor desse indicador significa que a zona enfrenta problema de transportes. Já a monofuncionalidade será observada em zonas nas quais o indicador possuir elevados valores. A HC afirma que a monofuncionalidade contribui para a baixa acessibilidade, desta forma, zonas onde é possível observar um alto valor do indicador da monofuncionalidade e um alto valor do indicador da acessibilidade, são zonas que corroboram a HC e serão denominadas de zonas problemáticas. Ressalta-se que zonas onde



exista baixo valor de monofuncionalidade residencial e elevada impedância também contribuem para a verificação da HC, mas não são zonas problemáticas. Dessa forma, espera-se uma relação proporcional desse indicador, o que deverá originar um Índice de Moran Bivariado positivo. As zonas problemáticas serão comparadas com as ZI, para que sejam identificadas aquelas onde os problemas podem ser verificados e se discutir os motivos que podem ter levado algumas delas a não serem definidas como zonas problemáticas.

#### 4. RESULTADOS E ANÁLISES

Iniciando a aplicação do método de caracterização e diagnóstico, verifica-se uma distribuição assimétrica para direita do indicador de densidade da população de baixa renda (Figura 4.a), indicando que existe uma predominância de zonas com uma concentração pequena deste grupo de renda. Pela distribuição espacial (Figura 4.b) percebe-se que essa população está concentrada nas regiões Noroeste e Sudoeste, únicas regiões em que existem aglomerados de alto valor do indicador (Figura 4.c), ou seja, onde ocorre concentração da população de baixa renda, o que corrobora a HF1. Os clusters de concentração da população de baixa renda auxiliam também a definir as ZI para esta análise, já que representam as zonas periféricas e de elevada densidade da população de baixa renda e foram representadas em todos os mapas com bordas em preto.



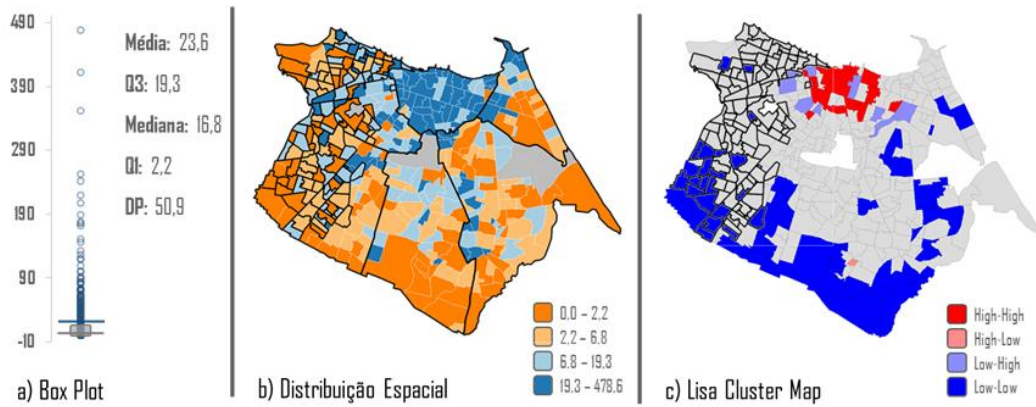
**Figura 4:** Densidade de Domicílios da Baixa Renda (dom/m<sup>2</sup>)

Na análise do processo de concentração dos empregos, percebe-se pela Figura 5.a que a maior parte das zonas apresenta pequena densidade de empregos e poucas zonas concentram os maiores valores da variável. Pela Figura 5.b e 5.c verifica-se que a maior parte dos empregos da população de baixa renda estão concentrados na região Central, o que ajuda a verificar a HF2. Tais conclusões consolidam também as ZI, pois nenhuma delas estão na região de maior concentração dos empregos.

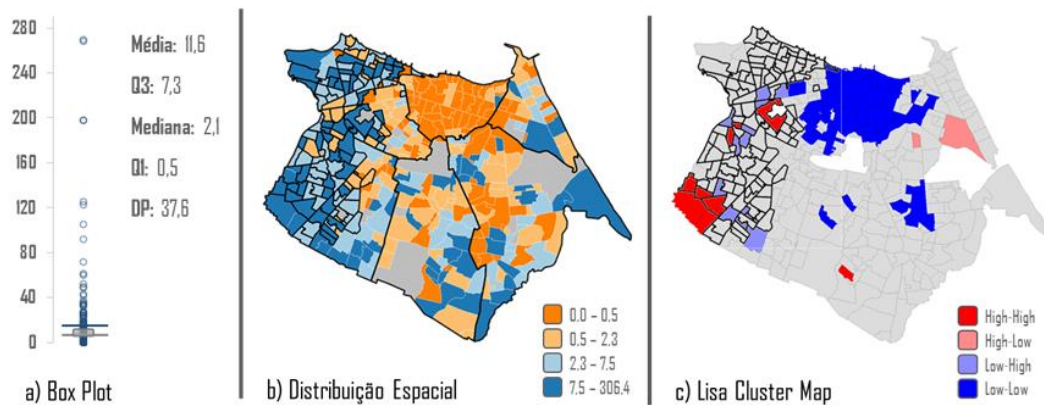
A monofuncionalidade residencial, retratada na Figura 6, é verificada na maior parte da cidade. Pela Figura 6.b verifica-se que os menores valores para o indicador estão na Região Central, que apresenta alta concentração de uso comercial e poucas residências. Dois aglomerados de baixo valores são observados: um na região Sudeste e outro na região Sudoeste (Figura 6.c). A maior parte das ZI estão localizadas em regiões de alto valor do indicador, além disso estão próximas aos dois aglomerados de maior monofuncionalidade da cidade, o que corrobora a HP1.

A análise da acessibilidade revela uma simetria na distribuição do indicador por zona de análise, já que a média e mediana possuem valores próximos (Figura 7.a). Pela Figura 7.b verifica-se

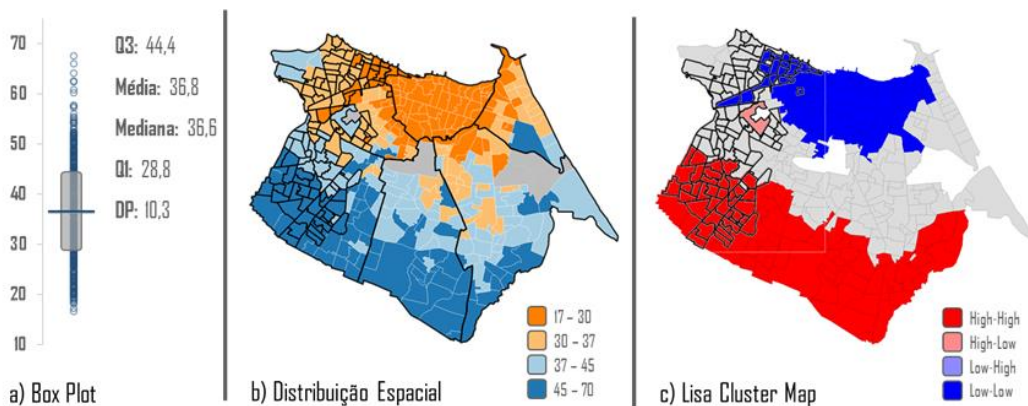
que a acessibilidade se distribui de maneira concêntrica, com os melhores níveis na região Central e os piores nas regiões periféricas, em especial, nas regiões Sudoeste, Sul e Sudeste. Pela Figura 7.c são observados aglomerados de alta e de baixa impedância em regiões opostas da cidade, sendo o limite sul da cidade de Fortaleza o que possui os piores níveis. Parte das ZI estão em regiões de impedância elevada, mas uma outra porção (mais ao norte) possui boa acessibilidade, o que indica que mesmo que essa população tenha sido expulsa da região Central, ela experimenta boas condições de acesso.



**Figura 5:** Densidade de Empregos da População de Baixa Renda (emp/m<sup>2</sup>)

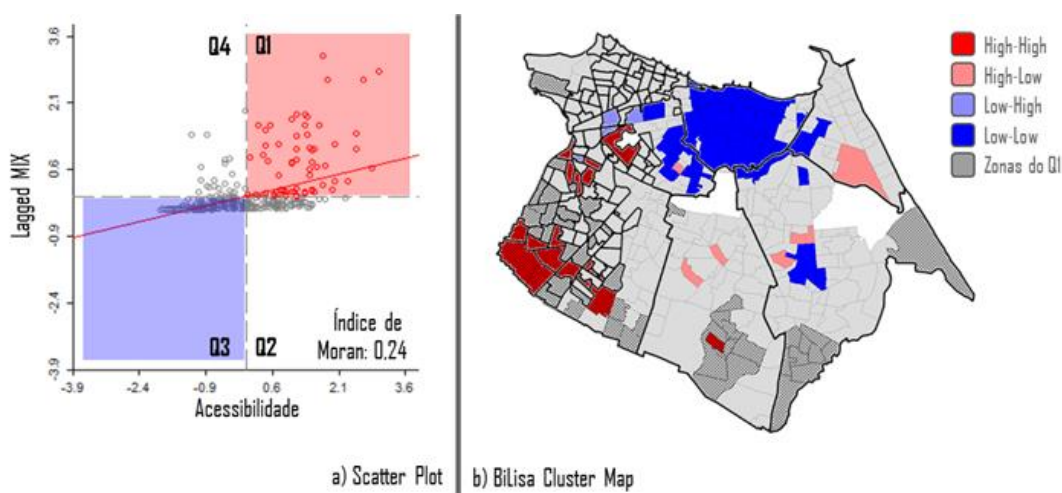


**Figura 6:** Mix de Usos (dom/emp)



**Figura 7:** Acessibilidade aos Postos de Trabalho (minutos)

Por fim, a HC de que a monofuncionalidade impacta negativamente na acessibilidade se reflete matematicamente como uma relação proporcional e direta entre os indicadores dos dois problemas. Essa relação diretamente proporcional pode ser atestada pelo valor positivo do Índice de Moran, de 0,24. Ressalta-se que o valor do indicador considera o que acontece em todas as zonas, além disso, a acessibilidade não é causada apenas pela multifuncionalidade das zonas o que se reflete em um menor valor do indicador. Entretanto, é de interesse dessa análise verificar quais são as zonas onde a acessibilidade é mais afetada pelo mix de usos. Essas zonas são aquelas que estão no Q1 e no Q3 da Figura 8.a. As zonas pertencentes ao Q1 são as zonas problemáticas, pois é onde se verifica monofuncionalidade residencial e baixos níveis de acessibilidade. Já as zonas do Q3 não são problemáticas, mas também corroboram a HC, pois os indicadores estão diretamente relacionados. As zonas significativas do Q1 e do Q3 estão demarcadas na Figura 8.b nas cores mais fortes de vermelho e azul, respectivamente. Nas zonas do Q2 e do Q4 a hipótese de causalidade não é percebida, já que outros fatores devem ter maior influência sobre a impedância do que as atividades ofertadas.



**Figura 8:** Análise Bivariada: Mix x Impedância

Pela análise bivariada dos indicadores de acessibilidade e monofuncionalidade residencial, percebe-se que a região Central de Fortaleza apresenta bons níveis dos dois indicadores de maneira significativa quando comparada às demais regiões (Figura 8.b). O principal aglomerado de monofuncionalidade residencial e de alta impedância está no limite sul da região sudoeste, onde se verifica a presença de ZI.

As zonas problemáticas são todas aquelas que possuem níveis de problemas piores que o da média de cidade, ou seja, são todas as zonas do Q1, destacadas na Figura 8.b. A maior parte dessas zonas está localizada nos limites de Fortaleza e na região Sudoeste essas zonas se sobrepõem com as ZI. Nestes casos, existe concentração da população de baixa renda e a baixa acessibilidade está relacionada com a monofuncionalidade residencial. Nessas zonas, a atuação do poder público em reduzir a monofuncionalidade deverá contribuir na melhoria da acessibilidade para uma grande quantidade de pessoas de baixa renda e que foram expostas a essas condições por conta da periferização involuntária. Já as ZI da região Noroeste não podem ser consideradas problemáticas do ponto de vista da acessibilidade. Um terceiro grupo de zonas são as hachuradas e que não são ZI, onde pode-se verificar a interferência da monofuncionalidade na acessibilidade, mas nas quais a população de baixa renda ainda existe

em pequena quantidade, dessa forma, deve-se evitar a migração da população para essas áreas.

## 5. CONCLUSÕES

A modificação do paradigma de planejamento voltado para a acessibilidade, preconiza a compreensão da problemática da acessibilidade e mobilidade urbanas. Neste trabalho, foi proposta uma metodologia para identificar e compreender essa problemática, em especial a sua porção relacionada ao processo de periferização urbana da população de baixa renda. Essa proposta se utiliza da modelagem integrada, que contribuiu fornecendo indicadores que a modelagem tradicional da demanda por transportes não seria capaz; e das ferramentas de estatística espacial, que permitiram compreender melhor a distribuição espacial dos problemas discutidos.

Verificou-se que o processo de periferização urbana, em conjunto com o processo de concentração dos empregos tem resultado em um mix de uso do solo inadequado nas áreas periféricas da cidade de Fortaleza. A acessibilidade em parte dessas regiões periféricas também apresenta baixos níveis, mas foi possível verificar que zonas consideradas periféricas possuem bons níveis de acessibilidade, provavelmente resultado de uma atuação pública em prover oferta de transporte público a esta região, ou pela sua proximidade com a região Central. A causalidade entre os dois problemas foi avaliada de maneira exploratória, mas foi possível constatar que existe relação entre eles dois. Em um contexto de tomada de decisão essa análise poderia orientar a definição de objetivos e a construção de alternativas de solução, como a necessidade de reverter essa problemática, seja através do deslocamento de empregos para as regiões periféricas, ou por meio da modificação locacional da população de baixa renda levando-a para mais próximo das regiões de maior concentração de empregos.

Essa análise pode ainda ser complementada através da inclusão de outros problemas, como o da mobilidade, que é impactada pelos baixos níveis de acessibilidade dessa população. Pode-se ainda considerar para a análise a segregação voluntária da população de alta renda para a região sudeste da cidade e os impactos que estas decisões exercem sobre a acessibilidade da população de renda mais baixa. O método pode ser ainda complementado com a utilização de uma análise confirmatória para as hipóteses de causalidade, como através da utilização de modelos de regressão lineares tradicionais ou geponderados.

## REFERÊNCIAS

- Ascher, F. (2001). Metropolização e transformação dos centros das cidades. In: Os centros das metrópoles. reflexões e propostas para a cidade democrática do século XXI. São Paulo: Terceiro Nome. p.59-68.
- Batty, M., Besussi, E., Maat, K., e Harts, J. A. N. J. (2003) Representing multifunctional cities: density and diversity in space and time. *Built Environment*, 30(4), 14.
- Borges e Rocha (2004). A Compreensão do Processo de Periferização urbano do Brasil por meio da mobilidade centrada no trabalho. *Geografia, Rio Claro*, v. 29, n. 3, p.383-400, set/dez.
- Cascetta, E. (2009) *Transportation Systems Analysis*. (Second., Vol. 29). Springer US, Boston, MA. doi:10.1007/978-0-387-75857-2
- Corrêa, R. L. (2013). Segregação residencial: classes sociais e espaço. In: Pedro de Almeida Vasconcelos; Roberto Lobato Corrêa; Silvana Maria Pintaudi. (Org.). A cidade contemporânea. Segregação Espacial. Ied.São Paulo: Contexto, v. 1, p. 39-60.
- Curtis, C. (2008) Planning for sustainable accessibility: The implementation challenge. *Transport Policy*, 15(2), 104–112. doi:10.1016/j.tranpol.2007.10.003
- Freitas, C. L.; Pequeno, L. R. B. (2015). Produção habitacional na Região Metropolitana de Fortaleza na década de 2000: avanços e retrocessos. R. B. Estudos Urbanos e Regionais V.17, N.1, p.45-59.
- Garcia, C. S. H. F. (2015) *Strategic Assessment of Accessibility on Urban Mobility Networks*. Tese. Instituto Superior Técnico.

- Geurs, K. T., De Montis, A., e Reggiani, A. (2015) Recent advances and applications in accessibility modelling. *Computers, Environment and Urban Systems*, 49, 82–85. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2014.09.003
- Geurs, K. T., e Eck, J. R. van. (2001) *Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impact. RIVM Report* (Vol. 787).
- Geurs, K. T., e van Wee, B. (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140. doi:10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005
- Gist, N. P. e Fava, S. F. (1968). *La Sociedad Urbana*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Grengs, J. (2001) Does public transit counteract the segregation of carless households? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1753(1), 3–10. doi:10.3141/1753-01
- Guilhoto, J. J. M. (2009) *Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos*. Dados. São Paulo, BR.
- Hansen, W. G. (1959) How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76. doi:10.1080/01944365908978307
- Hull, A., Silva, C., e Bertolini, L. (2012) *Accessibility Instruments for Planning Practice*.
- Instituto Pólis (2009). *Moradia é central – inclusão, acesso e direito à cidade*. Fortaleza, 22 p.
- Kneib, E. C. (2014). *Mobilidade e centralidades: reflexões, relações e relevância para a vida urbana*. In E. C. Kneib (Org.), *Projeto e cidade: centralidades e mobilidade urbana*. Goiânia: FUNAPE.
- Lopes, A. S. (2015) *Transportes, Uso do Solo e Atividades - Modelagem conceitual para o planejamento da acessibilidade urbana*. Tese. Universidade Federal do Ceará.
- Macário, R. (2012). *Access as a social good and as an economic good: is there a need of paradigm shift?* Bellagio, Italy.
- 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, Florianópolis, v. 29, n. 58, p 89-113.
- Máximo, F. R. C. C. e Lopes, J. M. A. (2013). *Produção habitacional e expansão periférica do espaço urbano metropolitano: a construção dos conjuntos-bairros em Fortaleza*. Encontro Nacionais Da Anpur. Desenvolvimento, planejamento e governança. V. 15.
- Miller, E. J. (2003) *Microsimulation*. K. G. Goulias (Ed), *Transportation Systems Planning: Methods and Applications* (p. 330–351). CRC Press LLC, Boca Raton.
- Ministério das Cidades (2004). *Política Nacional de Habitação*. Brasília: Ministério das Cidades. 104 p.
- Moreira, F. G. P. (2004) *O capital imobiliário e a produção urbana de Fortaleza: estudo de caso para o período de 1950-1970*. Dissertação de Mestrado Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal do Ceará.
- Papa, E., e Bertolini, L. (2015) *Accessibility and Transit-Oriented Development in European metropolitan areas*. *Journal of Transport Geography*, 47, 70–83. doi:10.1016/j.jtrangeo.2015.07.003
- Pequeno, L. R. B. (Org.). (2009). *Como anda Fortaleza*. Rio de Janeiro: Letra Capital. Observatório das Metrôpoles.
- Ramos, R. A. R., e Silva, A. N. R. (2003) *A data-driven approach for the definition of metropolitan regions*. International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management. Sendai.
- Ribeiro, E. L., Silveira, J. A. R., Lima, E. R. V., e Oliveira, J. L. A. (2006). *Controle do sprawl urbano, e inclusão social: o caso da cidade de João Pessoa/PB*. João Pessoa: UNAERP. Disponível em <www.unaerp.br/sici/index.php?option=com>. Acesso em 17 maio. 2016.
- Rodenburg, C., e Nijkamp, P. (2002) *Evaluation of Multifunctional Land: design and application of policy criteria*. Amsterdam.
- Sousa, F. F. L. M. (2016) *Metodologia de calibração para modelos integrados dos transportes e uso do solo*. Dissertação. Universidade Federal do Ceará.
- Sposito, M. E. B. (2013) *Segregação socioespacial e centralidade urbana*. In: *A cidade contemporânea. Segregação Espacial*. 1a. ed. São Paulo: Contexto. p. 61–93.
- Villaça, F. (2001) *O espaço Intra-urbano no Brasil*. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute.
- Wegener, M. (1995) *Current and Future Land Use Models*. *Land Use Model Conference* (p. 19–21). Dallas.