

# Monocentrismo e Estrutura Urbana: uma Análise Empírica para a Cidade do Recife

Flávio Alexandre da C. Rodrigues - PIMES/UFPE

Célio Henrique Pereira Belmiro - PIMES/UFPE

Raul da Mota Silveira Neto - PIMES/UFPE

## Resumo

A partir de um trabalho inédito de georreferenciamento das ocupações, o artigo procura identificar a presença de centros de emprego na Cidade do Recife, a mais antiga entre as capitais do Brasil, de origem tradicionalmente monocêntrica, e avaliar em que medida o modelo mais tradicional de Economia Urbana é útil para entender sua estrutura espacial. Os resultados mostram que, passados 480 anos de sua fundação, Recife continua apresentando estrutura tipicamente monocêntrica e que a distribuição espacial da população (densidade) e o perfil das edificações formais da cidade (FAR), uma vez consideradas também suas amenidades, conformam com o esperado de acordo com a abordagem econômica tradicional.

**Palavras-chaves:** Monocêntrico, Densidade, FAR, Distância, Recife

## Abstract

Using an unique georeferenced data set of jobs, the work identifies the presence of employment centers in the City of Recife, the oldest of Brazil and with an original typical monocentric structure, and evaluates if the traditional Economic Model of City can be useful for understanding its spatial structure. The set of results shows that, after 475 years, the city continues to present a monocentric shape and that both its spatial distribution of population (density) and kind of buildings (FAR – floor-area ratio) conform with the expectation of the economic traditional model for understanding cities' characteristics.

**Key-words:** Monocentric, Density, FAR, Distance, Recife

**JEL:** R31, R32.

**Área:** Economia Regional e Urbana

## 1 Introdução

Resultado da forte migração rural-urbana presente principalmente no século XX, com cerca de 85% de sua população vivendo nas cidades, percentual próximo àquele, por exemplo, dos EUA, o Brasil é hoje um país majoritariamente urbano. Neste contexto, a qualidade de vida dos brasileiros encontra-se fundamentalmente atrelada à organização e estrutura das cidades. Ou seja, importa cada vez mais a qualidade dos serviços e as atividades desenvolvidas dentro das cidades, condições diretamente dependentes das forças que governam a localização intraurbana das famílias e das ocupações.

Neste sentido, é importante ressaltar um conjunto de características urbanas brasileiras que refletem o particular processo de urbanização do país e que estão diretamente associados à configuração urbana de seus centros. Merece destaque, logo de início, a rápida modernização agrícola e industrialização do país que, gerando forte movimento em direção às cidades de populações de baixa renda, fomentou o aparecimento de moradias informais (Abramos, 2003, 2009; Acioly, 2010). Aliada à pobre infraestrutura de transporte público, tal movimento certamente gerou pressões sobre o uso do solo urbano mais bem-dotado de infraestrutura e mais próximo às ocupações. Sob efeito de tais forças, a consequência imediata foi a elevação do preço da moradia e, assim, a acentuada segregação residencial por renda e verticalização (resposta do mercado formal à maior pressão sobre o uso do solo urbano) (Germano e Silveira Neto, 2016).

Diante de tal cenário e condicionantes, a despeito do forte desenvolvimento da Economia Urbana (Bruckner, 2011) e largo conjunto de trabalhos aplicados, é extremamente reduzido o número de trabalhos que procuram entender as forças econômicas que são responsáveis pelas atuais estruturas urbanas brasileiras, o que inclui tanto a distribuição espacial das famílias e das ocupações, como a estrutura física das edificações e seus posicionamentos no espaço. Neste sentido, Ingram e Carroll (1981) é um dos poucos trabalhos que procura entender as estruturas urbanas das cidades latino americanas, o que inclui as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Recife e Belo Horizonte. Os resultados deste trabalho indicam que as cidades brasileiras são relativamente mais adensadas que as americanas, o que é explicado pelos autores pelos mais elevados custos de transporte e mais baixa renda da população. Mais recentemente, Fernández-Maldonado et al. (2014) apresentaram evidências apontando a presença de sub-centros no caso da cidade de Fortaleza, que teria, assim, uma estrutura policêntrica. No mesmo sentido, Ramos (2014) procura identificar a estrutura urbana da Região Metropolitana de São Paulo e a presença de novos sub-centros de emprego.

O objetivo deste estudo é analisar a estrutura urbana da cidade do Recife, a mais antiga das atuais capitais dos estados brasileiros, com foco específico em duas questões: a identificação de seu centro e potenciais sub-centros de emprego e a verificação da capacidade de argumentos econômicos tradicionais em explicar a estrutura urbana da cidade. A respeito deste segundo foco, nesta pesquisa, é considerada especificamente a distribuição espacial da densidade urbana e a distribuição espacial da intensidade do uso do solo urbano, ou seja, investiga-se empírica e particularmente em que medida tais argumentos tradicionais conseguem explicar a configuração espacial da cidade a partir destas duas características. Note-se que, além de ser um centro urbano tradicional quase virtualmente não estudado pelos economistas urbanos, a cidade do Recife apresenta-se como um interessante caso para discussão da propriedade ou adequação do modelo tradicional de economia urbana, dado seu caráter original eminentemente monocêntrico, por um lado, e a forte presença de amenidades naturais (praia, rio e parques), por outro. Tais características, que, a partir da argumentação econômica, tendem a marcar a ocupação do espaço urbano da cidade em sentidos claros, tornam as predições do modelo econômico tradicional mais facilmente passíveis de serem testadas.

Para atingir estes objetivos, o trabalho faz uso de uma base de dados única que inclui o georreferenciamento de quase todos os empregos formais da cidade (cerca de 95%), algo apenas possível a partir de minucioso e intensivo trabalho feito a partir das informações da RAIS e da Secretária da Fazenda de Pernambuco. O estudo da estrutura urbana da cidade, além da tradicional abordagem por meio de modelos OLS, inclui a presença de métodos de regressão geograficamente ponderada *GWR*, uma vez que a aplicação de OLS pode levar a estimativas tendenciosas, dado que o gradiente do FAR e da densidade variam através do tempo, como destacam Barr e Cohen (2010), o processo de *GWR* ao estimar um coeficiente separado para cada observação, torna-se capaz de observar movimentos sutis do gradiente ao longo do tempo.

Os resultados obtidos indicam que, mesmo depois de mais de 450 anos, a Cidade do Recife continua a apresentar uma estrutura monocêntrica. Além disto, a partir de estimações de modelos paramétricos e não-paramétricos para as relações da densidade demográfica dos setores censitários e da relação entre a área construída e área do lote, FAR (*floor-area ratio*), com a distância ao centro, foi possível verificar que parte importante da estrutura da cidade conforma bem com as predições do modelo monocêntrico tradicional apenas quando ampliado para a consideração da presença de amenidades naturais e urbanas.

Além desta introdução, o trabalho apresenta mais quatro seções. Na próxima, são apresentadas características históricas do desenvolvimento da Cidade do Recife. Na seção três, são apresentadas a estratégia empírica e a base de dados utilizadas nas investigações. Os resultados da pesquisa são apresentados na seção quatro. As conclusões e algumas implicações da pesquisa são apresentados na quinta e última seção.

## 2 A Cidade do Recife: origem monocêntrica e desenvolvimento urbano

Fundada em 12 de março de 1537, a então, Vila do Recife, hoje Cidade do Recife, apresenta em sua história diversos momentos que se confundem com a própria história do Brasil. Como destaca Seabra (2014), a construção e desenvolvimento inicial da cidade ocorrem por meio das atividades comerciais ligadas, principalmente, ao porto da cidade. Experimento único na história brasileira, sob o domínio holandês (1630-1654), destaca-se a formação do centro de negócios, principalmente em função do porto e do comércio exportador do açúcar e a diversidade religiosa (a exemplo, a presença da mais importante comunidade de judeus no período), que contribui para o desenvolvimento do comércio na região.

Já no século XIX, o Bairro do Recife, junto com o bairro de Santo Antônio se consolidaram como centro comercial, enquanto a região dos bairros da Madalena, Poço da Panela, Caxangá, Afogados, Várzea e Boa Vista formavam o núcleo residencial da cidade. (Seabra, 2014) O crescimento populacional, então, resulta na presença da prestação de serviços e, com o passar dos anos, observa-se o deslocamento populacional abrindo espaço para o núcleo de prestação de serviços na região que irá compor o centro de negócios da cidade. Tal movimento é facilitado com o desenvolvimento de novos modos de transporte coletivo urbanos, em finais do referido século e na primeira década do século XX, onde se destacam inicialmente o trem urbano a vapor e, posteriormente, os bondes elétricos.

Como argumentam Melo (1978) e Pontual (2001), até meados do século XX, o desenvolvimento da cidade se dá de forma tentacular, isto é, ao longo de principais vias que fazem trajeto centro-subúrbio sem grande interação entre as localidades de diferentes vias ou tentáculos. O início da constituição da mancha urbana atual coincide com mais intensa migração rural-urbana (e, assim, a maior demanda por moradias) e o desenvolvimento do transporte urbano mais leve (que propicia trajetos entre as vias principais), como a substituição dos bondes pelos ônibus elétricos.

O processo de ocupação do bairro de Boa Viagem, como destaca Pontual (2001), ocorreu de forma a romper a estrutura tentacular com que se desenvolvia a cidade em torno do Rio Capibaribe. O rio permaneceu marcando a fisionomia da cidade, mas agora o processo de edificação de áreas antes desabitadas passa a representar uma nova forma de caracterização urbana. É nesse momento que ganham destaque os bairros de Boa Viagem e Pina, banhados naturalmente pela praia, como regiões de alto adensamento populacional.

Ao longo de seu desenvolvimento urbano, é nítida, pelo breve relato exposto acima, a influência que as amenidades naturais apresentaram no processo de crescimento e desenvol-

vimento da Cidade. Como se discute adiante, os resultados observados no modelo empírico, que caracterizam a cidade do Recife como monocêntrica, também chamam atenção para a importância que tais amenidades possuem na caracterização urbana e na decisão locacional dos indivíduos. De fato, as regiões próximas ao Rio Capibaribe e a praia de Boa Viagem possuem densidades populacionais mais altas, maior nível de utilização do solo e, como observou Seabra et al. (2016), preços dos imóveis relativamente mais altos, revelando uma preferência dos indivíduos por tais regiões.

Como a maioria das grandes cidades brasileiras, é importante salientar também que a cidade do Recife, dada a histórica incapacidade de provisão de moradias frente ao intenso movimento de migração rural-urbano, também tem sua constituição atual caracterizada pela presença de grandes contingentes de ocupações informais ou irregulares. Neste sentido, destacam-se as Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS – regiões da cidade carentes de infraestrutura e prestação de serviços instituídas formalmente na década de 1980 (incluem as favelas da cidade), marcadas por altos índices de criminalidade e que recebem da prefeitura suporte e planejamento especial no combate a tais mazelas.

### 3 Estratégia Empírica e Base de Dados

#### 3.1 Identificação dos Centros de Emprego

Há diferentes formas de identificação de centros e sub-centros de emprego urbano, de acordo com Fernández-Maldonado et al. (2014). Quatro estratégias, porém, se destacam. A primeira, e mais utilizada, é baseada na proposta apresentada de Giuliano e Small (1991) e estabelece *thresholds* ou *cut-off points* para as densidades de emprego das localidades. Uma segunda estratégia utiliza picos da densidade das ocupações ou da razão ocupações/população (McDonald e Mcmillen, 1990; Craig e Ng, 2001). Informações sobre o fluxo de pessoas entre as localidades também são, numa terceira alternativa, utilizados para identificar centros de emprego de acordo com a proposta de Bourne (1989). Finalmente, também são utilizadas regressões localmente ponderadas e técnicas semi-paramétricas na tarefa (McMillen, 2001).

Em face da possibilidade de comparação com trabalhos recentes para cidades latino-americanas e da ausência ainda de consenso quanto à maior propriedade dos diferentes métodos, nesta pesquisa foi utilizado a metodologia desenvolvida por Giuliano e Small (1991).

Nesta perspectiva, são considerados centros de emprego o conjunto de zonas contíguas em que a densidade de emprego em cada uma é maior que um limiar  $D$ , existem pelo menos  $E$  empregos naquela região e todas as regiões adjacentes a este centro de emprego possuem densidade inferior a  $D$ . Desta forma, todas as regiões com alta densidade de emprego podem ser classificadas como centros de emprego a não ser que elas sejam suficientemente pequenas para não possuírem um total  $E$  de trabalhadores. A adoção aqui desta metodologia decorre, por um lado, de sua extensa utilização e aceitação na literatura e, por outro, pelo caráter pioneiro do trabalho para o caso da cidade do Recife. Como é quase inexistente o conhecimento disponível até então sobre a estrutura de distribuição espacial do emprego na referida cidade, pode ser bastante informativa e útil a possibilidade de comparação dos resultados com demais evidências.

Os parâmetros utilizados são um mínimo total de 10.000 trabalhadores e densidade de emprego superior a 2.500 empregos/km<sup>2</sup>, os mesmos utilizados por Giuliano e Small (1991). A utilização desses limites de corte decorre das características socioeconômicas da cidade do Recife, que é muito similar a características de outras cidades latino-americanas, tais como Lima, Cidade do México e Fortaleza, cidades estas que foram abordadas em Fernandez-Maldonado (2014) e seus centros de emprego foram calculados usando a mesma metodologia e parâmetros

de corte.

Vale ressaltar que a utilização da densidade de emprego para o cálculo de centros de emprego, ao invés da população, é uma das características dos modelos clássicos de economia urbana, no qual o emprego é o elemento chave na formação dos centros urbanos, uma vez que estes são dominantes na escolha regional do uso da terra, fazendo com que as escolhas de moradias sejam secundárias e distantes do centro.

Dado que o emprego é o principal determinante na formação dos centros econômicos, faz-se necessário diferenciar quais centros de emprego atraem a população e quais os empregos daquela região buscam atender a demanda da população residente, ou seja, é importante considerar que podem existir zonas de alta concentração de emprego que possuem um limite de corte superior aos definidos neste trabalho, entretanto, não podem ser consideradas funcionalmente centros de emprego, uma vez que estão ali apenas para prover os moradores daquela região. Desta forma, tais sítios são determinados pela presença de famílias e não determinam a localização das mesmas, não possuindo efeitos significativos sobre a estrutura da cidade. Buscando-se solucionar tal problema, foi utilizado uma relação proposta por Shearmur e Coffey (2002) na qual a proporção do total de empregos numa região pelo número de residentes deve ser maior que 1,0 ( $E/R > 1$ )<sup>1</sup>. A intuição é a de que regiões que possuem o número de empregos maior do que a população que reside nesta área, são as regiões de atração de emprego e, portanto, podem ser caracterizadas como centros de emprego.

### 3.2 Estrutura Urbana e Monocentrismo

Uma vez determinado os centros de emprego da cidade e, se confirmada a estrutura monocêntrica da cidade, a pesquisa procura verificar a adequação do modelo tradicional econômico para as cidades, ou seja, procura evidências a respeito da capacidade do modelo inicialmente proposto por Alonso (1964), Muth (1969) e Mill (1972) para entender a configuração espacial da cidade<sup>2</sup>.

Neste sentido, considera-se aqui duas predições fundamentais do modelo: as relações entre distância ao centro (CBD) e a densidade populacional e entre a distância ao centro e a razão *floor-area-ratio* (FAR, que captura a intensidade no uso do solo urbano). Em ambos os casos, aguarda-se uma associação negativa e convexa entre a distância e cada uma destas variáveis, o que decorre diretamente das implicações do *trade-off* entre acesso às ocupações e consumo de espaço, no modelo. Mais especificamente, como o preço da unidade do espaço urbano aumenta à medida em que a moradia se aproxima do centro (distância diminui), a demanda por espaço das famílias é menor e, ao mesmo tempo, o incentivo para utilização de terra para construção de moradias é menor, movimentos que elevam a densidade demográfica nas regiões centrais e diminuem a mesma nos subúrbios. Além do mais, como o preço da unidade do espaço urbano é maior nas localidades próximas ao centro, consequentemente, o preço do aluguel de terra para a construção também é maior, fazendo com que as firmas realizem um *trade-off* entre terra e capital, construindo assim edifícios mais altos e com menor área. Como o FAR é uma medida da área construída em relação ao lote urbano, os mesmos movimentos explicam sua relação negativa com a distância, ou seja, aguarda-se edificações mais verticais à medida em se caminha em direção ao centro do emprego.

Já a convexidade é explicada pela relação negativa entre a inclinação da *bid-rent* (relação entre aluguel urbano e distância ao centro) e o consumo de espaço: à medida que o consumo

<sup>1</sup>  $E$  representa o total de emprego em uma região, enquanto  $R$  representa a população residente.

<sup>2</sup> Fujita (1989) fornece um abrangente e excelente tratamento desta abordagem; Brueckner (2011), por sua vez, oferece uma síntese do modelo.

de espaço aumenta, torna-se mais fácil trocar acesso por espaço, e a relação entre preço do espaço urbano e distância apresenta, pois, menor inclinação. Tal menor inclinação (ou menor recompensa por maiores custos de transporte) explica também as relações menos fortes entre distância e densidade e distância e FAR à medida em que o observador se distancia do centro.

Note-se que o uso de tais variáveis se em parte se dá pela maior facilidade na disponibilidade de informação (o caso da densidade, obtida dos setores censitários do Censo 2010), por outro lado se constitui uma vantagem analítica em comparação à estimação da relação direta entre distância e valor do aluguel do espaço urbano, pois, como bem argumenta McMillen (2008), dado o grande número de características diferentes dos imóveis residenciais que afetam seu preço (área, número de banheiros, acabamentos, áreas de garagem, vistas, andar, etc.), dificilmente se consegue informações que permitam a obtenção da relação direta entre o valor da unidade do espaço residencial e distância. Além disto, a utilização destas variáveis é extremamente comum na literatura (McMillen, 2008).

### 3.2.1 OLS

A estimação da associação entre a distância ao centro e a densidade populacional e o FAR será realizada em duas etapas. Primeiramente, estima-se um modelo de regressão exponencial negativo com a adição de termos quadráticos e cúbicos da distância de cada observação ao centro de emprego. Como ressalta McMillen (2008), a utilização de termos quadráticos e cúbicos permite capturar uma melhor flexibilidade de algumas relações espaciais urbanas, por exemplo, o gradiente do valor da terra, em geral, apresenta valores mais elevados perto do centro quando comparado a regiões mais distantes.

Todavia, deve-se reconhecer que tais relações são influenciadas por ao menos duas importantes características da cidade. A primeira delas está relacionada às diferentes gerações das construções urbanas. Visto que refletem tecnologias de diferentes épocas, e, assim, diferentes possibilidades de uso do solo urbano, dificilmente deve-se esperar uma relação perfeitamente monotônica entre densidade ou a FAR e a distância, mas, ao contrário, irregularidades devem se fazer presentes, embora sem afetar a tendência geral da associação destas variáveis com a distância. Uma segunda influência está associada às amenidades da cidade. Tais amenidades geram motivações adicionais (ao acesso ao emprego) que terminam por valorizar o solo urbano de sítios específicos da cidade, o que termina por afetar a densidade e a FAR nestas localidades.

Nota-se que, no caso do Recife, ambos os aspectos se fazem presentes: por ser uma cidade histórica, há a presença de edificações de diferentes gerações; além disto, por ser uma cidade tropical e litorânea, além de banhada por um importante rio (Rio Capibaribe), provavelmente tais amenidades afetam a densidade e o FAR das diferentes localidades da cidade.

Nesse sentido, considera-se uma expansão do modelo tradicional que incorpore tanto a influência da idade das construções, como também a influência das amenidades presentes na cidade sobre as variáveis dependentes. Portanto, serão adicionados como variáveis explicativas a idade de cada imóvel e a distância do imóvel até a praia de Boa Viagem, o Rio Capibaribe, o parque mais próximo e a distâncias as ZEIS (Zonas Especiais de Interesse Social), para o caso da FAR. Para o caso da densidade populacional dos setores censitários, também será considerado a distância até as amenidades a partir do centroide de cada setor censitário. Entretanto, os fatores que explicam o adensamento da cidade são mais antigos do que os fatores que explicam a altura dos imóveis, sendo assim, pelas ZEIS serem regiões altamente adensadas por fatores não observáveis, adicionar uma variável de distância à ZEIS pode gerar problemas na estimação. De forma a solucionar esse problema, será adicionado uma variável *dummy* no modelo para indicar se o setor censitário pode ser classificado como um setor subnormal, servindo de *proxy* para a

proximidade à ZEIS.

### 3.2.2 Regressões geograficamente ponderadas

Apesar da estimação em MQO ser bastante utilizado na literatura para verificar a estrutura urbana das cidades, ao não permitir que os coeficientes variem em diferentes pontos da cidade, tal método pode levar a resultados viesados. Nesse sentido, se faz necessário aplicar alguma metodologia com um procedimento de estimação que leve em conta fatores espaciais. Em particular, a regressão localmente ponderada (*LWR*), ao gerar um coeficiente estimado para cada observação na cidade ponderando as observações mais próximas, permite capturar as heterogeneidades locais.

Como destacam Barr e Cohen (2010), a utilização de regressões geograficamente ponderadas *GWR* leva a uma distribuição mais suave dos resíduos do que as estimativas de efeitos fixos, bem como a redução do viés de variável omitida. A evidência na literatura, McMillen (1996) e McMillen e Redfearn (2010) são importantes contribuições da estimação de modelos *GWR* na robustez do estudo dos fenômenos urbanos.

Neste sentido, neste artigo será utilizado a regressão geograficamente ponderada (*GWR*), no qual os pesos dados para cada observação durante a estimação dos coeficientes é baseado na distância geográfica das observações. A ideia básica do modelo *GWR* é que um modelo de regressão é ajustado em cada ponto,  $i$ , ponderando todas as observações,  $j$ , por uma função da distância geográfica daquela observação em relação aos outros pontos. Dessa forma, as observações mais próximas da observação onde a regressão é centralizada têm mais influência sobre os parâmetros de regressão resultantes naquele ponto do que as observações mais distantes.

Nessa perspectiva, assim como McDonald e McMillen (2007) e Barr e Cohen (2010), o parâmetro estimado para cada observação  $i$  é dado por:

$$\beta_i = \left( \sum_j w_{ij} X_j X_j' \right)^{-1} \left( \sum_j w_{ij} X_j Y_j \right)$$

Onde  $X_j$  é um vetor de variáveis de controle incluindo a distância de cada observação até  $i$ ;  $Y_j$  é a variável dependente (log da FAR ou log da densidade populacional) de todas as observações, exceto  $i$ ;  $w_{ij}$  é o peso dado da observação  $j$  em  $i$ .

Serão utilizadas duas funções de ponderações distintas. Para a densidade populacional dos setores censitários, será utilizado uma Kernel gaussiana, da seguinte forma:

$$w_{ij} = \mathbf{K} \left( \frac{d_{ij}}{b} \right) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{b} \right)^2} \quad (1)$$

No qual  $d_{ij}$  é a distância euclidiana entre as observações  $i$  e  $j$ .

Para o caso da FAR, existe uma diferença na ponderação devido a idade das construções. Espera-se que edifícios mais antigos tenham algum peso na construção de edifícios novos, todavia, o contrário não é verdadeiro. Dessa forma, é utilizado uma função de ponderação gaussiana, dado pela equação (4) se a idade do edifício  $i$  for maior ou igual ao edifício  $j$ . Caso contrário, é dado um peso zero para a observação.

O parâmetro  $b$  se refere a largura da janela usada nos pesos (*bandwidth*). Note que a largura da janela determina a variância dada aos pesos, ou seja, tudo mais constante, quanto maior  $b$ , maior vai ser o peso dado a observações mais distantes de  $i$ . O parâmetro de *bandwidth* será selecionado através do critério de *cross-validation* (C-V). Tal método consiste de um algoritmo

que estima uma regressão geograficamente ponderada para cada observação com um valor específico de  $b$ . Dessa forma, é gerada uma estatística que é dada pelo resíduo quadrático médio da LWR, onde o resíduo é dado pela diferença entre o valor "alvo" ( $\ln \text{FAR}_i$ ) e o valor predito do modelo após remover a  $i$ -ésima observação. A largura da janela escolhida é o valor de  $b$  que minimiza essa estatística.

### 3.3 Base de Dados

#### ITBI

O Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI) é um tributo atribuído aos municípios pela Constituição da República (art. 156, II), sendo seu pagamento condição indispensável para o registro no cartório de um imóvel adquirido. Na cidade do Recife a alíquota do imposto se encontra em 3% do valor de mercado da propriedade.

A base de dados, fornecida pela Prefeitura do Recife, foi obtida para os anos de 2010, 2011 e 2012 e contém cerca de 29.000 informações sobre as operações de comprar e venda de imóveis na cidade do Recife, abrangendo cerca de 90% dos bairros. A alíquota incide sobre o valor da propriedade avaliado pelos auditores da Secretária das Finanças a pedido do contribuinte, levando em consideração critérios técnicos definidos pela ABNT. Na ausência de tal avaliação a referência para o cálculo do imposto é o maior valor entre o declarado pelo comprador e o valor de algum imóvel próximo com as mesmas características que tenha sido comercializado nos últimos 3 meses.

Dentre as informações que estão disponíveis para análise, estão as características intrínsecas dos imóveis, como idade do imóvel, padrão de construção, andar em que se localiza e número de quartos. É então que, a partir do georreferenciamento da localização de cada unidade, é possível obter algumas características associadas a dimensão espacial da habitação, como distância ao centro de emprego, as ZEIS - Zonas Especiais de Interesse Social -, a praia de Boa Viagem e ao Rio Capibaribe, por exemplo.

#### FAR

A variável FAR - *floor-area-ratio* - representa uma alternativa na verificação da relação entre capital e terra na construção de moradias. Consiste basicamente da divisão entre a área construída das habitações e o tamanho do lote e mede a taxa de utilização do solo. Seu valor é dado pela equação (5):

$$\text{FAR} = \frac{\text{area comum} + (\text{area privada} \times n)}{\text{area do lote}} \quad (2)$$

O resultado total do agrupamento das unidades habitacionais em lotes, nos permite trabalhar com 6667 lotes, distribuídos na Cidade do Recife. No entanto, como estratégia para obtenção de coeficientes mais robusto na estimação empírica do modelo, foram excluídos os lotes que fazem parte do CDB - *Central Business District* - o centro de negócios da cidade, o que nos permite trabalhar com 6189 observações.

Há então a possibilidade do estudo da caracterização da cidade como monocêntrica, uma vez que as previsões do modelo relacionam valores mais altos da variável FAR para as habitações mais próximas do centro, sendo este valor decrescente a medida que a distância para o centro cresce.



## Densidade Populacional

A densidade populacional para cada setor censitário foi calculada através dos dados disponíveis no Censo de 2010, no qual são disponibilizados a população para cada setor censitário e os *shapes* destes setores, que nos permitiu calcular a área. Para o presente trabalho, foram considerados 1716 setores censitários, que representa a totalidade da cidade do Recife, subtraído dos setores que fazem parte do CBD.

## Emprego

Os dados sobre emprego na cidade do Recife foram coletados a partir de uma base de dados desenvolvida pelo Núcleo de Estudos Regionais e Urbanos (NERU) do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) utilizando-se das informações disponibilizadas pela RAIS através do Ministério do Trabalho e de dados de firmas advindos da Secretária da Fazenda de Pernambuco.

Com a localização das firmas, foi possível obter a localização dos empregos através de um *merge* com a base da RAIS. Sendo assim, foram georreferenciadas um total de 4.579.146 observações sobre emprego para Recife, referente a 95,2% da RAIS entre os anos de 2006-2011. Destes, 14.208 observações foram excluídas devido a problemas de precisão, pois as informações de endereço disponibilizadas não nos permitiram um georreferenciamento preciso. Todavia, a exclusão dessas observações não gera prejuízo na nossa amostra, uma vez que esses empregos são referentes a microempresas.

## 4 Resultados

### 4.1 Identificação e caracterização dos centros de emprego

A partir do georreferenciamento das ocupações levada a efeito por esta investigação e de informações sobre as populações residentes dos bairros do censo Demográfico de 2010, as Figuras 1 e 2, apresentam, a seguir, o padrão espacial da distribuição das densidades do emprego e da população na Cidade do Recife para o ano de 2010.

Com respeito à densidade do emprego, Figura 1, percebe-se o maior adensamento das ocupações nos bairros situados imediatamente próximos ao centro antigo da cidade (Bairro do Recife, São José e Santo Antônio), área mais escura no centro leste do mapa, e uma elevada densidade de ocupações também no bairro litorâneo de Boa Viagem, área mais escura no sudeste do mapa, não contíguo aos bairros próximos ao antigo centro. Há, assim, a partir destas informações, relativamente poucas localidades candidatas a centros ou sub-centros do emprego na cidade. Por sua vez, como se percebe a partir da Figura 2, à exceção do bairro de Boa Viagem, as mais altas densidades populacionais são identificadas fora das regiões de mais alta densidade do emprego, embora também não muito distantes das mesmas. Ou seja, as áreas ou bairros de maior adensamento populacional da cidade situam-se em posições intermediárias entre as áreas de maior adensamento do emprego e as localidades periféricas da cidade, à exceção de algumas localidades periféricas mais ao norte da cidade que se apresentam densamente povoadas.

De toda a forma, tais distribuições da densidade do emprego e das ocupações da cidade configuram um claro padrão de especialização das localidades: em geral, as altas densidades do emprego ocorrem em localidades de mais baixa densidade populacional e vice versa. Mais uma vez, contudo, a exceção importante é o bairro de Boa Viagem, que se destaca por elevadas densidades do emprego e populacional.

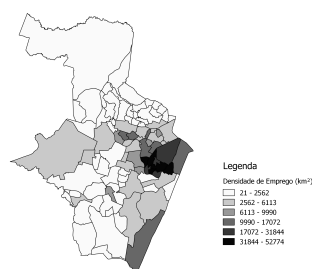


Figura 1 – Densidade de Emprego 2010

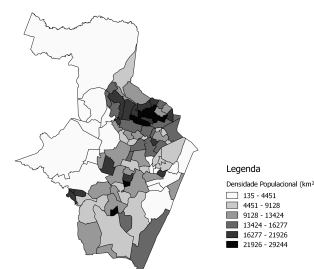


Figura 2 – Densidade Populacional 2010

No sentido de identificar mais rigorosamente o centro ou centros do emprego da cidade, como já exposto, foram aplicados os critérios utilizados por Giuliano e Small (1991) para encontrar possíveis centros de emprego. Sendo assim, foram considerados distritos com um mínimo de 10000 trabalhadores e 2500 trabalhadores por km<sup>2</sup>. Além do mais, para verificar se esses possíveis centros de emprego são realmente centros de atratividade, foi também utilizado uma relação proposta por Shearmur e Coffey (2002), no qual  $E/R > 1$ , ou seja, procurou-se por centros no qual o número de trabalhadores era superior a população.

Resultado de tais expedientes, foi possível identificar uma região contígua composta de 10 bairros como centro de emprego da cidade, ilustrado a partir da Figura 3, a seguir (região escura do mapa). Ou seja, foi possível identificar um padrão monocêntrico na cidade do Recife, no qual o centro das ocupações inclui o centro histórico da cidade. Como apresentado a partir da Tabela 1, a seguir, tal centro único é composto por dez bairros contíguos (Bairro do Recife, São José, Santo Antônio, Boa Vista, Santo Amaro, Ilha do leite, Soledade, Paissandu, Derby e Graças).

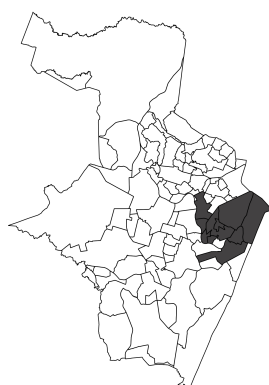


Figura 3 – Recife - Centro Expandido

Como se percebe a partir da Tabela 1, tal centro de ocupações representa aproximadamente 45% dos empregos da Cidade do Recife, tendo uma densidade de emprego de cerca de 23354.78 trabalhadores por km<sup>2</sup>. É interessante notar que as maiores densidades entre os bairros que compõem tal centro de emprego estão localizadas nos bairros da Boa Vista e Ilha do Leite, localizados fora do antigo centro histórico da cidade, mas próximos ao mesmo. Por outro lado, as baixas populações residentes dos bairros do Recife e de Santo Antônio indicam seu atuais ca-

râterres quase que exclusivo de espaços de trabalho, diferentemente dos bairros de Santo Amaro e das Graças, onde é mais comum a presença de residentes e ocupações.

Tabela 1 – Bairros do Centro de Emprego (CBD) da Cidade do Recife

Bairros	Emprego	Densidade de Emprego	População	Emprego/População
Boa Vista	89903	52773,91	14778	6,08
Derby	24194	50126,9	2071	11,68
Graças	24621	17072,26	20538	1,19
Ilha do Leite	13217	51125,44	1007	13,12
Paissandu	10592	28472,43	507	20,89
Recife	45143	13563,36	602	74,98
Santo Amaro	78875	21940,14	27939	2,82
Santo Antônio	33436	41718,24	285	117,3
São José	15188	6112,59	8688	1,74
Soledade	10267	31843,95	2495	4,11

Fonte: Elaboração Própria.

É importante ressaltar que a identificação e caracterização de um único centro de emprego para a Cidade do Recife, ilustrado acima, em certa medida, dá suporte empírico às escolhas de trabalhos anteriores recentes de Seabra (2014), Oliveira (2015) e Barbosa (2015); embora sem maior respaldo empírico, tais trabalhos adotaram um padrão monocêntrico, tendo o Marco Zero da Cidade do Recife (Bairro do Recife) como centro, em suas análises de questões como precificação de móveis, segregação residencial e mobilidade urbana, respectivamente. Perceba-se, com tudo, que os resultados da presente pesquisa indicam que tal centro do emprego é muito mais amplo e inclui bairros vizinhos ao Bairro do Recife e até alguns vizinhos dos vizinhos, como, por exemplo, os bairros das Graça e do Derby.

Com a possibilidade de identificação das firmas aos quais os empregos estão vinculados na RAIS, foi possível também identificar os setores aos quais os empregos pertencem, informação que favorece uma melhor e mais ampla caracterização do centro de emprego identificado na cidade. Neste sentido, a partir da Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE, obteve-se a distribuição dos empregos do centro e da cidade como um todo entre os setores e as participações dos empregos setoriais no emprego total do centro e da cidade. Tais informações são apresentadas na Tabela 2, a seguir. Mais especificamente, para evidenciar a importância dos referidos setores no centro identificado, as colunas (I) e (II) da referida tabela representam os percentuais de emprego de cada setor, respectivamente, no centro e na cidade sobre os respectivos totais. Já a coluna (III) da mesma tabela informa os percentuais do emprego da cidade em cada setor que estão no centro,. Por fim, as colunas (IV) e (V) apresentam os valores absolutos de ocupações dos setores no centro e na cidade, respectivamente, no ano de 2010.

A partir dos números da Tabela 2, há, ao menos, três evidências que úteis na caracterização do centro de emprego da Cidade do Recife. A primeira evidência a destacar é o fato de que, apesar das ocupações do Comércio (e associadas) representarem cerca de 13,6% dos empregos do centro, tal percentual é bem menor que aquele registrado para a cidade como um todo (entorno de 18,4%), ou seja, embora presente no centro, os empregos do setor de comércio não caracterizam o centro do emprego da Cidade do Recife, sendo muito mais uma característica ou especialização da cidade como um todo. Embora uma explicação rigorosa para tal fato esteja além dos objetivos desta pesquisa, é muito provável que a descentralização do emprego comercial tenha acompanhado o espraiamento residencial verificado na cidade na segunda metade do século XX.

Tabela 2 – Distribuição de Emprego no Centro do Recife por Setores CNAE

	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)
C-Indústria de Transformação	2,15%	5,32%	17,56%	8056	45860
D-Eletricidade e Gás	0,22%	0,44%	22,16%	840	3789
E-Atividades de Gestão de Resíduos, Água	1,13%	0,97%	50,84%	4259	8377
F-Construção	7,06%	11,91%	25,73%	26403	102584
G-Comércio, Reparação de Veículos Automotores	13,58%	18,37%	32,10%	50772	158141
H-Transporte, Armazenagem e Correio	0,93%	1,25%	32,39%	3490	10774
I-Alojamento e Alimentação	2,94%	4,54%	28,14%	11015	39142
J-Informação e Comunicação	2,38%	1,71%	60,38%	8899	14738
K-Atividades Financeiras, Seguros	2,59%	1,76%	64,02%	9712	15168
L-Atividades Imobiliárias	0,28%	0,25%	47,18%	1049	2223
M-Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas	4,73%	3,56%	57,63%	17703	30718
N-Atividades Administrativas e Serviços	15,98%	14,69%	47,24%	59753	126480
O-Administração Pública	30,08%	22,22%	58,79%	112478	191304
P-Educação	4,49%	4,31%	45,22%	16789	37123
Q-Saúde Humana e Serviços Sociais	7,00%	4,73%	64,30%	26181	40711
R-Artes, Cultura e Esportes	0,26%	0,41%	28,16%	998	3543
S-Outras Atividades de Serviços	4,03%	3,42%	51,14%	15085	29494
T-Serviços Domésticos	0,0005%	0,0009%	25%	2	8
U-Organismos Internacionais	0,005%	0,008%	26,02%	19	73

**Fonte:** elaboração própria. Nota: a coluna (I) representa o percentual de emprego de cada setor no centro identificado. A coluna (II) representa o percentual de emprego de cada setor na cidade do Recife. A coluna (III) informa os percentuais do emprego da cidade em cada setor que estão no centro da cidade. Por fim, as colunas (IV) e (V) apresentam os valores absolutos de ocupações dos setores no centro e na cidade no ano de 2010.

Uma segunda evidência de destaque diz respeito às atividades relativamente mais presentes do centro identificado que na cidade como um todo, ou seja, a sua especialização produtiva. Como apontam os valores da Tabela 2, tal centro apresenta maior concentração das ocupações em atividades da Administração Pública (com perto de um terço do emprego total do centro), Atividades Administrativas e Serviços (16,0% do emprego do centro), Saúde Humana e Serviços Sociais (7% do emprego do centro), Outras Atividades de Serviços (4% dos empregos do centro), Atividades Financeiras e Seguros e Informação e Comunicação. Note-se que, além de definirem a identidade atual do centro da Cidade do Recife, tais atividades representam cerca de 66,8% dos empregos formais do mesmo, embora representem perto de apenas metade do emprego formal da cidade. É evidente, portanto, que o centro da Cidade do Recife é essencialmente hoje um centro de ocupações de serviços não-comerciais, com forte de atividades administrativas públicas e privadas, serviços de saúde, financeiros e de serviços de informação.

Finalmente, é possível perceber que em três grupos de atividades as ocupações do centro representam mais de 60% dos empregos totais destes grupos presentes na cidade como um todo: Informação e Comunicação (60,4%), Atividades Financeiras e Seguros (64%) e Saúde Humana e Serviços Sociais (64,3%). Em comum, há o fato de que tais atividades envolvem o emprego de trabalho relativamente mais qualificado que aquele dos demais setores em geral, o que sugere a presença de significativas economias de aglomeração associadas ao capital humano no centro urbano da cidade.

## 4.2 Monocentrismo e Estrutura urbana da Cidade do Recife

Identificado o perfil monocêntrico da Cidade do Recife, nesta seção trata-se de verificar em que medida o modelo econômico tradicional de Economia Urbana ajuda a explicar a estrutura urbana da cidade. Como já discutido, a tarefa é levada a efeito estimando-se parâmetros de

especificações econométrica que associam a densidade populacional e a variável de intensidade do uso do solo urbano (FAR) ao acesso ao emprego no centro das ocupações.

#### 4.2.1 Estimação por OLS

Inicialmente, considera-se o FAR e a densidade regredidos em função da distância até o centro de emprego, o que equivale a assumir, de forma ingênua, que o espaço urbano é homogêneo em relação à presença de amenidades ou fatores ambientais que afetem as preferências das famílias, ou seja, que o acesso ao emprego é o único fator que importa para decisão locacional das famílias. Assim, o que se pretende aqui é verificar como o comportamento da densidade populacional por km<sup>2</sup> e da taxa de intensidade do uso do solo – FAR – se alteram a medida que a distância da região central aumenta. Em seguida tal hipótese de espaço homogêneo é abandonada, assumindo-se explicitamente nas especificações econométricas a presença de amenidades urbanas (rio, praia, parques, ZEIS) que marcam a cidade. Verifica-se, aqui, em que medida o modelo tradicional ampliado permite explicar das disparidades de densidade das localidades e de FAR das edificações.

A tabela 3, a seguir, apresenta as estatísticas descritivas para os dados da base do ITBI, o qual contém um total de 6189 observações, todas relacionadas a transações de imóveis formais na cidade no período 2011-2013. Em média, os imóveis apresentam uma taxa de uso intensivo da terra (“floor-area-ratio”) de valor 2,00, com elevado desvio padrão. Ou seja, há grande variabilidade entre os sítios da cidade em relação à variável utilizada para medir a intensidade do uso do solo urbano. Por sua vez, a variável “Idade”, que representa a idade do imóvel em anos, tem sua média entorno de 29 anos e, da mesma forma, apresenta grande variabilidade. Tais significativas variabilidades para estas duas variáveis são consistentes e esperadas, dada a idade elevada da Cidade do Recife.

Com respeito às variáveis que mensuram os acessos a amenidades (positivas e negativas) e ao Centro da cidade, todas as distâncias são euclidianas e estão em quilômetros. Note-se, neste sentido que, considerando as distâncias limites dos imóveis, os valores médios indicam transações relativamente próximas a tais características da cidade. Em média, os imóveis estão a 5,08 km do CBD, 3,8 km da praia, 2,8 km do rio Capibaribe e 321 metros da ZEIS mais próxima. Assim, ao menos em relação à praia e ao rio, tais relativamente curtas distâncias médias sugerem a importância destas amenidades para a localização das edificações

Tabela 3 – Estatística Descritiva do FAR

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>floor-area-ratio</i>	2,00	1,996	0,0004	20,065
<i>distância_centro</i>	5,086	2,611	0,455	14,562
<i>distância_praia</i>	3,821	2,598	0,046	15,653
<i>distância_parque</i>	0,290	0,258	0	4,629
<i>distância_capibaribe</i>	2,838	2,459	0,012	9,134
<i>distância_ZEIS</i>	0,321	0,244	0	4,297
<i>idade</i>	29,452	18,553	0	73

Fonte: Elaboração Própria.

Já a tabela 4 se refere às estatísticas descritivas para os dados de densidade populacional por setor censitário para o ano de 2010, contendo um total de 1716 observações. É informativo notar que a média de densidade populacional, de cerca de 19578.86 habitantes por km<sup>2</sup>, situa-se bem acima da densidade populacional da cidade como um todo (entorno de 7500 habitantes por km<sup>2</sup>), e que também aqui há grande variância entre os setores. Tal contraste indica forte

diferenças com respeito à utilização do solo urbano da cidade. As distâncias às características da cidade são bastante informativas. Por exemplo, as distâncias máximas à praia e ao centro semelhantes revelam o conhecido caráter litorâneo do centro tradicional de empregos da cidade. É interessante notar também que, em média, os setores censitários situam-se mais próximos ao rio (3,2 km) que à praia (5,4 km), o que é consistente com a importância do primeiro na configuração da cidade. De toda a forma, os dados da referida tabela sugerem que ambas as amenidades parecem importantes para organização da cidade. Destaque-se, finalmente, que do total de 1716 setores censitários considerados na amostra, 377 são caracterizados como sendo subnormal (cerca de 22% do total), o que revela a relevância deste tipo de ocupação do solo urbano para configuração da cidade.

Tabela 4 – Estatística Descritiva da Densidade Populacional por Setor Censitário

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
densidade populacional	19578,86	13873,94	22,163	181642,7
distância_centro	6,442	2,464	1,129	16,097
distância_praia	5,383	2,894	0,039	16,947
distância_capibaribe	3,179	2,371	0	9,734
distância_parque	1,751	1,142	0	9,924
tipo setor	0,219	0,414	0	1

Fonte: Elaboração Própria.

A tabela 5 apresenta os resultados da estimação dos parâmetros do modelo empírico que associam o FAR com a distância ao centro de emprego (coluna 1). A especificação do polinômio de terceiro grau permite uma maior flexibilização sobre a influência da distância ao centro sobre o comportamento da variável de interesse.

Tabela 5 – Regressão para o FAR incluindo amenidades e idade dos imóveis. Variável dependente é o log. do FAR - Cidade do Recife

Variáveis	(1)	(2)	(3)
Constante	1,3511*** (0,0810)	2,8051*** (0,0844)	2,5218 (0,0992)
Dist_Centro	-0,768*** (0,0573)	-1,1194*** (0,0612)	-0,1498*** (0,0547)
Dist_Centro <sup>2</sup>	0,1308*** (0,0116)	0,1846*** (0,0135)	0,0664*** (0,0116)
Dist_Centro <sup>3</sup>	-0,006*** (0,0007)	-0,0092*** (0,0008)	-0,0034*** (0,0007)
Idade	-	-0,0267*** (0,0006)	-0,0251*** (0,0005)
Distância_Praia	-	-	-0,3431*** (0,0099)
Distância_Capibaribe	-	-	-0,3945*** (0,0208)
Distância_Parque	-	-	-0,1281*** (0,0520)
Distância_ZEIS	-	-	0,7594*** (0,0539)
Obs.	6189	6189	6189
R <sup>2</sup> adj	0,0371	0,2097	0,4389
F	82,87***	551,50**	712,37***

Fonte: Elaboração Própria. Nota: Desvio-padrão robusto à heterocedasticidade entre parênteses. A variável dependente é o logaritmo natural da variável FAR. \*\*\*\* indica significância a 1%. Todas as distâncias estão em km.

Note que os valores estimados são negativos para a variável distância e para variável distância elevada ao cubo, e positivo para a variável distância ao quadrado. Tais valores indicam que a relação da FAR com a distância é linear em um sentido claro: para distância muito próximas ao centro há uma queda da FAR, para distâncias intermediárias os valores desta variável aumenta com a distância e que para distâncias mais longas ao centro os valores da FAR voltam a cair com o aumento da distância.

Em relação aos resultados do modelo empírico para a densidade populacional, o mesmo exercício é realizado na tabela 6. Novamente, a coluna 1 apresenta os resultados para o modelo que relaciona a densidade populacional dos setores censitários da Cidade do Recife e a distância ao centro de emprego. Assim como o resultado para a FAR, a relação entre densidade populacional e distância ao centro de emprego apresenta uma relação negativa e não linear, com valores negativos para a variável distância e distância ao cubo e valor positivo para a variável de distância ao quadrado.

Tabela 6 – Regressão para a Densidade Populacional incluindo amenidades. Variável dependente é o log. da densidade - Cidade do Recife

Variáveis	(1)	(2)	(3)
Constante	10,347*** (0,2025)	10,3657*** (0,2040)	10,2732*** (0,2043)
Dist_Centro	-0,4495*** (0,1000)	-0,4585*** (0,1047)	-0,3136*** (0,1096)
Dist_Centro <sup>2</sup>	0,0888*** (0,1531)	0,0885*** (0,0169)	0,0672*** (0,0171)
Dist_Centro <sup>3</sup>	-0,0053*** (0,0007)	-0,0052*** (0,0008)	-0,0042*** (0,0008)
Tipo_Sector	-	0,1514*** (0,0445)	0,1698*** (0,0463)
Distância_Praia	-	-	-0,0405*** (0,0153)
Distância_Capibaribe	-	-	0,0159 (0,0275)
Distância_Parque	-	-	-0,0348 (0,0242)
Obs.	1716	1716	1716
R <sup>2</sup> adj	0,0872	0,0967	0,1216
F	20,55***	551,50***	712,37***

**Fonte:** Elaboração Própria. **Nota:** Desvio-padrão robusto à heterocedasticidade entre parênteses. A variável dependente é o logaritmo natural da densidade populacional por km<sup>2</sup>. \*\*\* indica significância a 1%. Todas as distâncias estão em km.

Há, ao menos duas observações a destacar a respeito das estimativas encontradas na coluna 1 da tabela 5 e 6. Primeiro, é digno de nota que ambas as relações apontem para relações semelhantes entre a densidade e o FAR e a distância ao centro, ou seja, há clara consistência entre os comportamentos destas variáveis em relação à distância ao centro do emprego, o que sugere que ambas refletem fenômenos comuns. Tal fenômeno se expressa na queda da valorização do espaço urbano imediatamente ao distanciamento do centro, seguido de nova elevação do valor do espaço urbano em sítios não tão próximos ao centro e, em seguida, tem-se nova redução do valor do espaço urbano para as famílias. A segunda observação importante a respeito dos números da coluna 1 da tabela 5 e 6 é que, mesmo após a adoção de uma especificação econométrica relativamente flexível (ao incluir termos quadráticos e cúbicos), a capacidade explicativa do modelo é considerada baixa, como se nota a partir dos valores do R<sup>2</sup> ajustado; na verdade, no melhor dos casos, apenas cerca de 8% da variabilidade da densidade dos setores censitários

em relação à média é explicada pelo modelo. De outra forma, há outros fatores importantes fora da análise que explicam parte importante da variabilidade da densidade e do FAR.

Esta segunda evidência sugere que, a despeito da importância da acessibilidade ao emprego para explicar o padrão de uso do espaço pelas famílias, afinal, os coeficientes estimados apresentam os sinais esperados (de acordo com a teoria), a hipótese de espaços homogêneos apresenta pouca aderência à realidade da Cidade do Recife e que a explicação dos padrões de uso do solo urbano da cidade deve incorporar a presença de heterogeneidades urbanas que afetam as preferências de seus habitantes. De fato, como já argumentado, existem fatores externos que caracterizam a Cidade do Recife, como a praia de Boa Viagem, o Rio Capibaribe e a presença das Zonas Especiais de Interesse Social, por exemplo, que afetam a qualidade do ambiente urbano e, por isto, certamente tem papel relevante para o entendimento dos padrões de uso do solo urbano da cidade. Adicionalmente, no caso da variável que mede a intensidade do uso do solo urbano a partir das edificações (FAR), a idade das construções, que serve como *proxy* das tecnologias e padrões de arquitetura disponíveis em cada ponto no tempo, certamente também deve influenciar tal medida e, assim, também permite entender a configuração urbana da cidade.

Sob tal perspectiva, a coluna 2 e 3 da tabela 5, apresentam os resultados da estimação dos parâmetros de um modelo empírico expandido para o FAR com a incorporação da idade dos imóveis e a das amenidades urbanas antes discutidas (equação (3)). Em relação aos valores apresentados a partir das colunas (2) e (3) da tabela 5 para explicar a FAR das construções da Cidade do Recife, percebe-se (através dos valores das variáveis de distância em todas as colunas da referida tabela), inicialmente, que a incorporação das novas variáveis não muda qualitativamente a relação entre a acessibilidade aos empregos e a FAR das construções, o que significa que a natureza da relação não-linear já identificada permanece válida. Em segundo lugar, a partir das colunas (2) e (3) da Tabela 5, percebe-se que a idade das construções exerce uma influência negativa sobre o FAR, algo absolutamente esperado (construções mais novas tendem a ser mais altas). Mais especificamente, de acordo com o coeficiente estimado para a idade do imóvel (colunas (2) ou (3)), em média, 1 ano a mais na idade da construção implica uma redução de 2,5% no FAR. É interessante notar, também, comparando-se as colunas (1) e (2) da Tabela 6, que a simples introdução da idade da construções como variável adicional aumenta significativamente o poder explicativo do modelo empírico:  $R^2$  ajustado sai 0,03 para 0,20, o que significa que 20% da variabilidade do FAR das construções em relação à média podem agora ser explicada pelas variáveis.

Finalmente, na coluna (3) da Tabela 5 são apresentados as estimativas dos coeficientes quando são introduzidos, além da idade dos imóveis, as variáveis de ambiente (amenidades). De forma bastante informativa e interessante, nota-se que todas as influências estão de acordo com as expectativas. Mais especificamente, os resultados indicam quanto mais longe da praia de Boa Viagem e do Rio Capibaribe os imóveis se encontram, menor o nível de utilização do espaço, ou seja, essas duas amenidades são vistas como positivas e tem influência na intensidade de utilização do solo. Na média, um aumento de 1 km da praia e do Rio Capibaribe gera, respectivamente, uma redução de 33,79% e 39,05% no FAR. Já no caso das ZEIS, os resultados indicam que, à medida que as construções se distanciam das mesmas, a intensidade de utilização do espaço (FAR) aumenta, um resultado que pode estar relacionado ao fato dessas serem áreas que carecem de infraestrutura e serviços urbanos em geral. É interessante notar que tais resultados para as variáveis ambientais estão em perfeita sintonia com aqueles obtidos por Seabra et al. (2016) em seu estudo sobre a influência das amenidades urbanas sobre o valor dos imóveis do mercado formal na Cidade do Recife (amenidades que afetam positivamente o bem estar tem efeito positivo sobre os preços). No presente estudo, os resultados indicam que os construtores respondem ao aumento do valor do solo urbano elevando a intensidade do uso deste solo, o



que em geral; está associado à verticalização da cidade. Não menos importante, a inclusão destas variáveis de ambiente natural e social há uma nova e significativa elevação do indicador da qualidade do ajuste do modelo:  $R^2$  ajustado passa para 0,43, indicando que as heterogeneidades espaciais associadas a tais amenidades contribuem de forma significativa para a configuração espacial da cidade.

Os resultados do modelo empírico ampliado com as variáveis de amenidades para explicar o comportamento da densidade populacional dos setores censitários da Cidade do Recife são apresentados nas colunas (2) e (3) da tabela 6. Como observado para o caso do FAR, é possível perceber que a inclusão de variáveis explicativas adicionais também não afeta o padrão de associação não-linear entre acessibilidade ao emprego e densidade (ou seja, os sinais dos coeficientes das variáveis de distância ao centro permanecem os mesmos que os já observados anteriormente). Da mesma forma, quando significantes estatisticamente, os coeficientes estimados para as variáveis de ambiente apresentam os sinais esperados. Mais especificamente, a variável *dummy* que identifica o tipo de setor censitário (aglomerado subnormal, *proxy* do IBGE para presença de favela) indica um efeito positivo sobre a densidade desta condição, ou seja, em relação aos setores normais, os setores censitários que se apresentam como subnormais apresentam maior densidade (colunas (2) e (3) da Tabela 6). No caso do modelo com todos os regressores (coluna (3)), tal efeito corresponde a um aumento de 17% na densidade. Para o caso da distância à praia, como no caso da FAR, há um efeito negativo importante sobre a densidade, mais precisamente: um 1 km a mais de distância à praia está associado a uma redução de cerca de 4% da densidade (coluna (3) da Tabela 6).

Diferentemente do observado para o modelo empírico do FAR, no caso da densidade, contudo, os coeficientes estimados para as variáveis ambientais que capturam a distância ao rio e aos parques da cidade não apresentam significância estatística aos níveis padrões. Ou seja, em média, tais variáveis não parecem afetar a densidade dos setores censitários da cidade, o que, no caso da distância ao rio talvez seja explicado pela própria natureza desta heterogeneidade espacial, que, se pode ser percebida como atrativa para as moradias, também está sujeita a legislações específicas de preservação de seus entornos. Note-se, por fim, que, também diferenciando-se dos resultados obtidos para o modelo empírico do FAR, no caso da densidade, mesmo considerando-se tais variáveis adicionais de ambiente, é ainda reduzido o poder explicativo do modelo; para a especificação completa (coluna (3) da Tabela 6), por exemplo, o  $R^2$  ajustado chega a seu valor máximo de apenas cerca de 12%. As razões para tal baixo poder explicativo certamente estão associadas ao fato de que, ao englobar todo o espaço da cidade, o conjunto de setores censitários inclui espaços sujeitos a legislações bastante diferentes quanto às possibilidades de uso do solo da cidade, à própria heterogeneidade da qualidade do solo mais ou menos próprios para os diferentes tipos de edificações possíveis e à maior informalidade das residências consideradas em muitos dos setores censitários.

#### 4.2.2 Estimação com regressões geograficamente ponderadas

Como descrito anteriormente, pelo fato da OLS não permitir que o gradiente da densidade populacional e da FAR em relação a distância ao centro varie no espaço, os resultados obtidos anteriormente podem estar viesados por conta das heterogeneidades urbanas. Além disso, o baixo poder explicativo, principalmente para a densidade dos setores censitários, pode ser um indício de que essas heterogeneidades estejam afetando significativamente o gradiente. Nessa perspectiva, a estimação de regressões ponderadas geograficamente pode controlar para esses problemas e verificar se as hipóteses do modelo monocêntrico são válidas, mesmo considerando tais heterogeneidades.

Dessa forma, foi estimado a relação entre o logaritmo da FAR em relação a distância ao

centro, o ano em que foi construído e o logaritmo da área do terreno. As estatísticas descritivas dos coeficientes estimados podem ser observados na tabela 7. Note que os coeficientes estimados para a distância ao centro, em média, possuem valores negativos. Além disso, os coeficientes de idade dos imóveis para a regressão da FAR também possui, em média, coeficientes estimados negativos. Ambos os resultados conformam com as evidências encontradas por OLS.

Tabela 7 – Estatística descritiva dos coeficientes estimados da regressão geograficamente ponderada.

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Obs
<i>FAR</i>					
Dist_Centro	-0.205	0.163	-0.567	1.108	6189
ln(área)	0.0519	0.186	-1.376	0.267	6189
Idade	-0.023	0.005	-0.034	0.007	6189
<i>Densidade</i>					
Dist_Centro	-0.020	0.163	-1.809	0.542	1716
ln(área)	-0.759	0.110	-1.112	-0.097	1716

Fonte: Elaboração Própria.

Complementar a tabela 7, as figuras 4 e 5 apresentam as densidades Kernel estimadas para a Densidade Populacional e para o FAR, respectivamente. Note que os resultados das densidades estimadas estão de acordo com o previsto na tabela 7, ou seja, para a densidade populacional, a função densidade possui uma média próxima de zero (um pouco negativa) e a maior parte de seus valores oscilam entre  $-0,5$  e  $0,5$ . Em contrapartida, observa-se que uma grande parcela dos coeficientes estimados são negativos, ou seja, o gradiente da FAR em relação a distância ao centro de emprego é maior, em valor absoluto, próximo ao centro de emprego, como esperado.

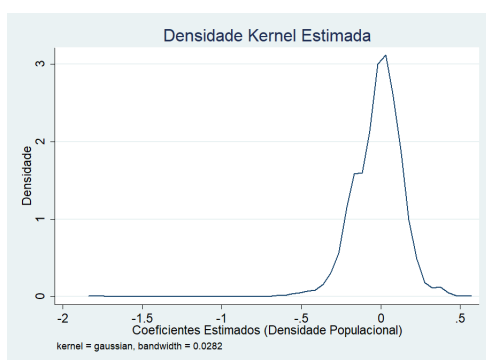


Figura 4 – Densidade Kernel Estimada para a Densidade Populacional

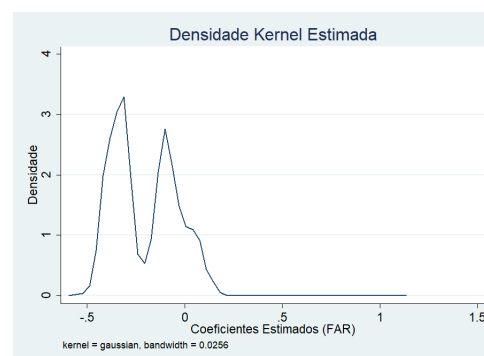


Figura 5 – Densidade Kernel Estimada para a FAR

Por fim, os coeficientes estimados apresentados na tabela 7 podem ser visualizados nas figuras 6 e 7. A figura 6 mostra os coeficientes estimados para a FAR em relação a distância ao centro. Note que, em geral, os coeficientes localizados mais próximos ao centro de emprego, até 5km, possuem valores negativos e maiores em valor absoluto, entretanto, ao se deslocar para longe do centro, os coeficientes estimados se aproximam de zero.

Já a figura 7 mostra os coeficientes estimados para a densidade populacional em relação a distância ao centro. Ao contrário da figura 6, o padrão dos coeficientes estimados é menos claro, com pouca variação próximo de zero perto do centro e uma dispersão maior mais longe

do centro. Tal fato pode estar associado a heterogeneidade das possibilidades quanto ao uso do solo da cidade e fatores não-observáveis que historicamente afetam a densidade populacional, além de que, ao se considerar todo espaço urbano da cidade, é levado em conta a presença das ZEIS e favelas (moradias informais) em muitos setores censitários.

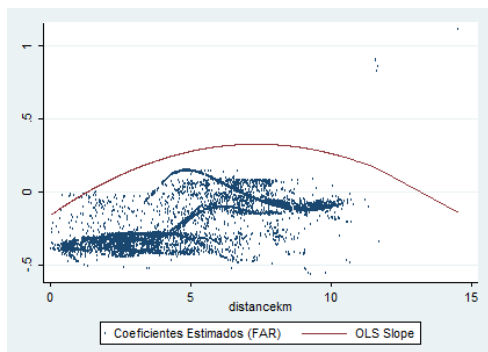


Figura 6 – Coeficientes Estimados da FAR por GWR vs Distância ao Centro em Km

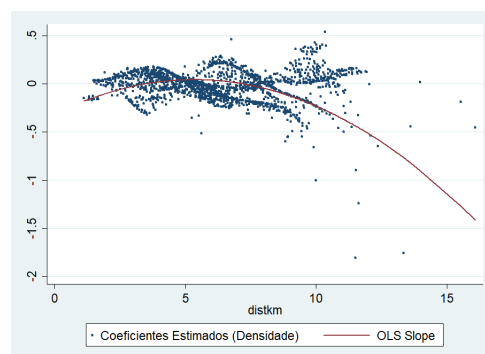


Figura 7 – Coeficientes Estimados da Densidade por GWR vs Distância ao Centro em Km

Além disso, note que, em média, a inclinação do ajuste de regressão de mínimos quadrados ordinários (coluna (3) das tabelas 5 e 6) possuem movimentos similares aos coeficientes estimados por *GWR*, entretanto, os coeficientes da regressão ponderada geograficamente capturam variações mais tênues no padrão espacial urbano.

Os resultados obtidos pelas regressões ponderadas geograficamente indicam um padrão similar aos resultados obtidos pela estimação de mínimos quadrados ordinários, ou seja, o efeito da distância ao centro na FAR é negativo e não-linear, apresentando um efeito maior perto do centro. Com o aumento da distância ao centro, o efeito se torna cada vez mais próximo de zero. Para a densidade populacional, como citada anteriormente, a presença das ZEIS e de moradias informais em uma parte significativa dos setores censitários faz com que os resultados obtidos não sejam tão consistentes quanto o da FAR, que leva em conta apenas moradias formais.

## 5 Conclusões

Resultado da modernização agrícola e da rápida industrialização em um contexto de baixa renda familiar, as cidades brasileiras apresentam características particulares que condicionam suas configurações urbanas e impedem a utilização imediata de regularidades observadas e operantes nas estruturas urbanas de países desenvolvidos. Neste sentido, a limitada provisão de infraestrutura urbana pode limitar o espraio do emprego e as dificuldades associadas ao precário transporte público em contexto de baixa renda podem limitar o espraio residencial. Considerando-se, sobretudo, a literatura empírica econômica, muito pouco é conhecido a respeito da mensuração dos fatores que afetam a configuração urbana das cidades brasileiras. Focado especificamente no caso da Cidade do Recife, o mais antigo centro urbano do Nordeste brasileiro, o presente trabalho teve dois objetivos: identificar, de maneira formal, o(s) centro(s) de ocupações da Cidade do Recife e verificar em que medida o modelo econômico tradicional de cidades auxilia no entendimento de sua estrutura urbana.

Os resultados obtidos na investigação indicam que a Cidade do Recife ainda pode ser considerada uma cidade monocêntrica, com seu centro de empregos incluindo mas não restrito a

seu centro histórico da cidade. Tal evidência serve de suporte, assim, para trabalhos recentes que adotaram tal conjectura de monocentrismo sem contudo avaliar rigorosamente sua validade empírica (Seabra, 2016; Oliveira, 2015; Barbosa, 2015). A partir de sua caracterização mostrou-se também que tal centro de emprego não é caracterizado mais pelas atividades comerciais, mas, principalmente, por atividades associadas a prestação de serviços públicos e privados comumente associados à presença trabalho qualificado, como por exemplo, serviços de saúde, atividades financeiras e de comunicação e informação.

A partir de indicadores de intensidade do uso do solo (densidade e FAR), o trabalho mostrou também que a acessibilidade ao emprego é útil para o entendimento da configuração urbana da cidade, o que conforma com o argumento econômico tradicional para explicar o padrão espacial do uso do solo, mas é absolutamente insuficiente para explicar a atual estrutura urbana da Cidade do Recife. Entretanto, ao menos no que diz respeito à estrutura construtiva ou física do segmento formal da cidade, a consideração da acessibilidade ao emprego em conjunto com as amenidades típicas da cidade (rio, paria, parques e ZEIS) permite entender parte relevante da intensidade do uso solo de suas edificações.

As regularidades descobertas na investigação parecem sobretudo úteis para o entendimento da tendência de verticalização recente da cidade. Com a redução do tamanho das famílias brasileiras e a consequente redução da necessidade de espaço residencial, muito provavelmente edificações que utilizam mais intensamente o uso de seu espaço urbano tendem a aparecer nas proximidades dos empregos e das amenidades apontadas. Além de pressão sobre a infraestrutura urbana existente já precária, parece evidente que são em tais sítios onde também deverão ser mais presentes no futuro próximos problemas de mobilidade associadas ao uso intensivo do transporte individual.

## Referências

- ABRAMO, Pedro. La teoría económica de la favela: cuatro notas sobre la localización residencial de los pobres y el mercado inmobiliario informal. *Ciudad y Territorios: estudios territoriales*, v. 35, n. 136-137, 2003.
- ABRAMO, Pedro. La ciudad calidoscópica. *Revista Apuntes del CENES*, v. 28, n. 48, 2009.
- ALONSO, W. (1964). *Location and land use: toward a general theory of land rent*. Harvard University Press: Cambridge.
- BARR, Jason, COHEN, Jeffrey P. "The floor area ratio gradient: New York City, 1890–2009." *Regional Science and Urban Economics* 48 (2014): 110-119.
- BARROS, S.A.L. (2004) "Que Recorte Territorial Podemos Chamar de Bairro? O Caso de Apipucos e Poço da Panela no Recife". *Revista de Urbanismo*.
- BRUECKNER, J. (2011) *Lectures on Urban Economics*.
- BRUECKNER, J., (1987) *The Structure of Urban Equilibria: A Unified Treatment of the Muth-Mill Model*, in E. S. Mills, ed., *Handbook of Regional and Urban Economics*, Volume 2.
- CASTRO, J. (1956) *A Cidade do Recife – Um ensaio de Geografia Urbana*. Rio de Janeiro: Casa do Estudante do Brasil, 1956.
- CRAIG S. G. and Ng P. T. (2001) Using quantile smoothing splines to identify employment subcenters in a multicentric urban area, *Journal of Urban Economics* 49(1), 100–120.
- FERNANDÉZ-MALDONADO, A. M., ROMEIN, A., VERKOREN, O., PESSOA, R.P.P. (2014) Polycentric structures in Latin American Metropolitan Areas: Identifying employment sub-centers, *Urban Studies*, 48(12): 1954-1971.

- FUJITA, M. (1989) *Urban Economic Theory, Land Use and City Size*, Cambridge: Cambridge University Press.
- FUJITA, M., & THISSE, J. (2013) *Economics of Agglomeration, Cities, Industrial Location and Regional Growth*, Cambridge: Cambridge University Press.
- INGRAM, G.K., CAROLL, A. (1981) The Spatial Structure of Latin American Cities, *Journal of Urban Economics*, 9: 257-273.
- MELO, M.L. (1978) *Metropolização e subdesenvolvimento: o caso do Recife*. Recife: UFPE.
- MILLS, E. (1972). *Urban Economics*. Scott Foresman: New York.
- MUTH, R. F. (1969). *Cities and housing*. University of Chicago Press: Chicago.
- MELO, V. M. (2005). Dinâmica das paisagens de rios urbanos. *Anais do XI Encontro Nacional da ANPUR*.
- MCDONALD J. F. and MCMILLEN D. P. (1990) Employment subcenters and land values in a polycentric urban areas: the case of Chicago, *Environment and Planning A* 22(12), 1561– 1574.
- McDonald, J.F., McMillen, D.P., 2007. Wiley.
- MCMILLEN D. P. (2001) Nonparametric employment subcenter identification, *Journal of Urban Economics* 50(3), 448–47.
- MCMILLEN, D.P. (2008) Testing for Monocentricity. In: MCMILLEN, D.P., ARNOTT, R.J.A *Companion to Urban Economics*. Blackwell Publishing Ltd.
- OLIVEIRA, T. G.; SILVEIRA NETO, R. M.. Segregação residencial na Cidade do Recife: Um estudo da sua configuração. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 9, n. 1, p. 71-92, 2016.
- RAMOS, F. R. (2014). *Três Ensaio sobre a Estrutura Espacial Urbanas em Cidades do Brasil Contemporâneo: economia urbana e geoinformação na construção de novos olhares*, Tese de Doutorado, São Paulo, Fundação Getúlio Vargas.
- RIBEIRO, Cecília; PONTUAL, Virgínia. A construção cultural de um tempo: o Recife na década de 1960 e suas representações. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 23., 2005, Londrina. *Anais do XXIII Simpósio Nacional de História – História: guerra e paz*. Londrina: ANPUH, 2005. CD-ROM.
- SEABRA, D. (2014). *Mercado imobiliário e amenidades: evidências para a Cidade do Recife*, Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Pernambuco.
- SEABRA, D., SILVEIRA Neto, R., MENEZES, T. (2016). Amenidades Urbanas e Valor das Residências: uma Análise Empírica para a Cidade do Recife, *Economia Aplicada*, 20(1): 143-169.
- SHEAMUR R. and COFFEY W. J. (2002). A tale of four cities: intrametropolitan employment distribution in Toronto, Montreal, Vancouver, and Ottawa-Hull, 1981–1996, *Environment and Planning A* 34(4), 575–598.