ISSN: 1984-8781 - Anais XVIII ENANPUR 2019. Código verificador: **IRCyKOpUMi5Z** verificar autenticidade em: http://anpur.org.br/xviiienanpur/anais

CIDADES EM REDE: Estrutura espacial e movimentação metropolitana

Autores:
Débora Ferreira da Cunha - UFG - deboracunha.ufg@gmail.com

Resumo:

O processo de urbanização tem produzido alterações e transformações nas cidades, e em suas inter-relações funcionais e sociais, ocasionando a formação de complexas estruturas urbanas no espaço. A complexidade funcional é distinta entre os centros urbanos e depende do grau de articulações entre eles. No sistema urbano brasileiro manifestam-se estruturas geográficas de concentração populacional e econômica, como as metropolitanas. Para interpretar e analisar a estrutura espacial e a movimentação metropolitana, tomou-se por base as tipologias de estruturas territoriais de áreas metropolitanas em Pujadas e Font (1998) e de padrões de interações espaciais em redes geográficas de Corrêa (1997), aplicadas com os dados dos deslocamentos diários para estudo/trabalho entre municípios da Região Metropolitana de Goiânia (RMG), dos Censos Demográficos (IBGE, 2000/2010). A análise do subsistema de cidades RMG apresentou uma rede complexa, mais densa e com mais conexões em 2010, cujo o centro principal é a metrópole Goiânia, que recebe pessoas de todos os municípios metropolitanos, com fluxos mais intensos. A pendularidade na RMG é alta, as intensidades delimitam no território anéis metropolitanos, concentrados ao redor de Goiânia, onde as ligações são mais fortes. Assim, a estrutura espacial da RMG, analisada pela movimentação pendular das cidades em rede, apresenta redes geográficas com padrão de interações espaciais fortemente regionais, com evolução espaço-temporal (2000-2010), formando uma rede com estrutura multi-hierárquica e semi-reticular, com múltiplas e intensas conexões, multidirecionais, ao mesmo tempo um modelo polarizado por Goiânia, mas também com inter-relações multilaterais entre os municípios, semi-reticular, redefinindo as hierarquias e forma do subsistema.

CIDADES EM REDE:

Estrutura espacial e movimentação metropolitana[1]

RESUMO

O processo de urbanização tem produzido alterações e transformações nas cidades, e em suas inter-relações funcionais e sociais, ocasionando a formação de complexas estruturas urbanas no espaço. A complexidade funcional é distinta entre os centros urbanos e depende do grau de articulações entre eles. No sistema urbano brasileiro manifestam-se estruturas geográficas de concentração populacional e econômica, como as metropolitanas. Para interpretar e analisar a estrutura espacial e a movimentação metropolitana, tomou-se por base as tipologias de estruturas territoriais de áreas metropolitanas em Pujadas e Font (1998) e de padrões de interações espaciais em redes geográficas de Corrêa (1997), aplicadas com os dados dos deslocamentos diários para estudo/trabalho entre municípios da Região Metropolitana de Goiânia (RMG), dos Censos Demográficos (IBGE, 2000/2010). A análise do subsistema de cidades RMG apresentou uma rede complexa, mais densa e com mais conexões em 2010, cujo o centro principal é a metrópole Goiânia, que recebe pessoas de todos os municípios metropolitanos, com fluxos mais intensos. A pendularidade na RMG é alta, as intensidades delimitam no território anéis metropolitanos, concentrados ao redor de Goiânia, onde as ligações são mais fortes. Assim, a estrutura espacial da RMG, analisada pela movimentação pendular das cidades em rede, apresenta redes geográficas com padrão de interações espaciais fortemente regionais, com evolução espaço-temporal (2000-2010), formando uma rede com estrutura multi-hierárquica e semi-reticular, com múltiplas e intensas conexões, multidirecionais, ao mesmo tempo um modelo polarizado por Goiânia, mas também com inter-relações multilaterais entre os municípios, semi-reticular, redefinindo as hierarquias e forma do subsistema.

Palavras-chave: estrutura espacial, movimentação metropolitana, rede.

INTRODUÇÃO

A urbanização é um dos fatores determinantes no processo de transformação territorial, e as cidades são seus elementos dinamizadores. A cidade atrai massas populacionais, mas geral não tem capacidade suficiente de geração de postos de trabalho e de absorção dessas pessoas nos circuitos modernos da economia. Assim, é também lócus da

[1] Este texto se baseia em um capítulo da tese de doutorado.

geração de demandas e o espaço de lutas políticas dos estratos sociais que reivindicam acesso aos meios de consumo coletivo e inserção no mercado de trabalho.

O mundo contemporâneo conhece uma urbanização acelerada, que implica em um vasto consumo do espaço e na extensão das cidades, em algumas partes formando aglomerações urbanas e um contínuo com conurbações. O Brasil tem uma experiência de urbanização regional metropolitana, com rápido crescimento populacional e concentração em aglomerações urbanas, com muitas desigualdades territorial e social, segundo Pochmann (2009, p. 59-69) o padrão histórico do desenvolvimento brasileiro se deu sempre de maneira muito concentrada, "incapaz de valorizar de forma equânime a diversidade regional do país".

Apesar da literatura urbana dominante não reconhecer explicitamente o modelo metropolitano de crescimento e de mudança urbanos, Soja (2013) presume que há sinais de que a transformação da urbanização metropolitana para a regional crescerá em importância para análise urbana. Soja discute que urbanização metropolitana precisa ser reconhecida como uma fase distinta no desenvolvimento da cidade capitalista industrial, e que este modo metropolitano de crescimento urbano está sendo tratado e restabelecido, emergindo uma nova fase de urbanização regional multiescalar.

No sistema urbano brasileiro manifestam-se estruturas geográficas de concentração populacional e econômica, como as metropolitanas. A compreensão de regiões metropolitanas não se limita pela interpretação da metrópole ou da grande cidade, mas também das cidades da região funcionalmente integradas, cidades em rede. Considerando o recorte territorial metropolitano um subsistema dinâmico do sistema urbano, este trabalho procura estudar a estrutura espacial e a movimentação da Região Metropolitana de Goiânia (RMG), adotando o espaço de análise que esteja dentro dos limites administrativos da região, interpretados pelos deslocamentos diários para estudo/trabalho entre municípios, pesquisados nos Censos Demográficos (IBGE, 2000/2010). A metodologia empregada para interpretação da estrutura espacial e movimentação metropolitana foram as tipologias de estruturas territoriais de áreas metropolitanas em Pujadas e Font (1998) e de padrões de interações espaciais em redes geográficas de Corrêa (1997).

O processo de urbanização tem produzido alterações e transformações nas cidades, e em suas inter-relações funcionais e sociais, ocasionando a formação de estruturas urbanas no espaço. A complexidade funcional é distinta entre os centros urbanos e depende do grau de articulações entre eles.

A formação de áreas metropolitanas deve ser analisada dentro do processo de urbanização. A concentração progressiva de população e atividades econômicas em grandes aglomerações urbanas tem levado a uma formação de estruturas espaciais complexas (PUJADAS e FONT, 1998), conhecidas como áreas metropolitanas, onde em uma superfície relativamente reduzida convive uma grande variedade de usos do solo, cuja ordenação supõe um considerável desafio para o planejamento territorial. Os autores destacaram três características espaciais de áreas metropolitanas:

• A existência de um núcleo urbano central que estende seu domínio, maior ou menor, sobre o conjunto do território metropolitano;

• A existência de outros núcleos urbanos que crescem imersos no espaço metropolitano, desde centros secundários geradores de sua própria centralidade submetropolitana até núcleos de tamanho inferior;

• A existência de fortes inter-relações entre todos os núcleos, destacando, sobretudo a mobilidade diária por motivo de trabalho – mobilidade pendular.

Mesmo que seja difícil estabelecer generalizações e definir modelos de organização espacial de áreas metropolitanas, alguns padrões comuns podem ser observados:

• A existência de coroas metropolitanas, coroas concêntricas que refletem distintos níveis de centralidade;

• A existência de setores metropolitanos, que permitem identificar áreas de expansão metropolitana com elevado grau de homogeneidade;

• Redes de comunicações como elementos estruturadores.

É importante considerar e a diferença entre área (aglomeração) metropolitana e região metropolitana. Em geral, enquanto a área corresponde à mancha de ocupação contínua ou descontínua diretamente polarizada por uma metrópole, a região metropolitana decorre de uma ação desenvolvida pelo estado, correspondendo a um recorte definido institucionalmente, que pode ser maior ou igual à essa área.

As regiões metropolitanas brasileiras são criadas pelos estados, mediante lei complementar, seguindo um movimento resultante da concentração e da aglomeração em torno da grande cidade, geralmente uma metrópole, formando unidades territoriais legalizadas. Em janeiro de 2015 a Lei 13.089 (BRASIL, 2015) foi instituído o Estatuto da Metrópole, que manteve os Estados como responsáveis pela criação das "regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, constituídas por agrupamento de Municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum" (Art. 3º).

O IBGE define a região metropolitana como "um conjunto de municípios contíguos e integrados socioeconomicamente a uma cidade central, com serviços públicos e infraestruturas comuns". Cunha (2017) interpretou região metropolitana um recorte político-espacial, uma região, que forma uma estrutura territorial complexa, composta por um subsistema de cidades, com diferentes características, funções e inter-relações.

Santos (2009, p. 75) destacou a ideia de que uma região metropolitana compreende

> áreas onde diversas cidades interagem com grande frequência e intensidade, a partir de uma interdependência funcional baseada na unidade das infraestruturas urbanas e nas possibilidades que esse fato acarreta para uma divisão do trabalho interna bem mais acentuada que em outras áreas.

Para Limonad (2007), a expressão região metropolitana

> [...] remete, via de regra, a uma ideia de grandes concentrações de população e de atividades em um espaço geográfico que compreende diversas divisões político-administrativas de nível local (municípios). Nesse espaço se desenvolvem interações sociais e econômicas diversas (mercado de trabalho, rede de empresas, etc.) que articulam as diversas localidades pertencentes à RM através de relações interurbanas e inter-regionais (LIMONAD, 2007, p. 197).

Ao longo do tempo ocorreram transformações estruturais, fortemente associadas ao sistema produtivo, que refletiram no desenvolvimento e fortalecimento de novas relações entre as cidades, tornando o sistema urbano menos hierárquico e mais flexível, porém mais complexo, conduzindo a utilização de novos modelos de interpretação da estrutura urbana, diferentes das clássicas teorias de localidades centrais. Tal como a organização em redes das cidades, que contrapõe o modelo de organização territorial hierárquico christalleriano e as tendências homogeneizantes do modelo centro-periferia (CAMAGINI, 2004, p. 18).

As crises e seus problemas emergentes têm estimulado a comunidade científica, ao uso criativo de modelos teóricos consolidados e de novas propostas conceituais, a respeito Camagni (2004, XXII/Prefácio) fez a seguinte reflexão "*pensamos en la teorización de las 'redes de ciudades' como modelo de organización territorial complementario al tradicional modelo jerárquico, o a la interpretación de la ciudad como milieu inovador*".

APONTAMENTOS METODOLÓGICOS

Para interpretar e analisar a estrutura espacial e a movimentação da Região Metropolitana de Goiânia (RMG), tomou-se por base as tipologias de estruturas territoriais de áreas metropolitanas em Pujadas e Font (1998) e de padrões de interações espaciais em redes geográficas de Corrêa (1997), aplicadas com os dados dos deslocamentos diários para estudo/trabalho entre municípios, dos Censos Demográficos (IBGE, 2000/2010).

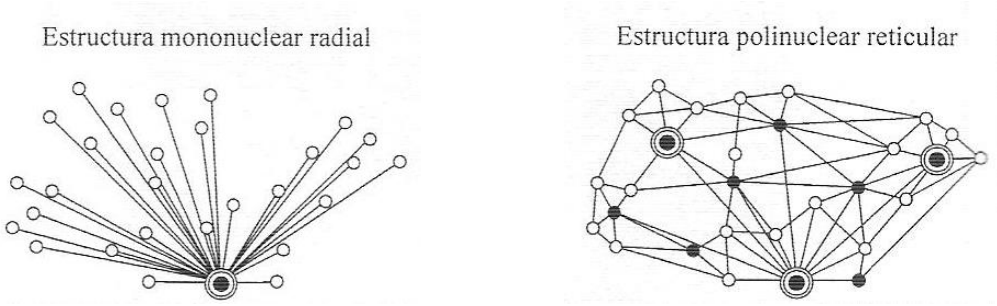
Uma tipologia de estruturas territoriais de áreas metropolitanas pode ser encontrada na publicação de *Mancomunidad de Municipios del Área Metopolitana de Barcelona* (1995), elaborada pelo geógrafo J. Serra (Pujadas e Font, 1998):

- Estrutura mononuclear radial – é um modelo muito hierarquizado, com um centro muito potente que aglutina toda área, e sem centros de segunda ordem que podem organizar parte do território metropolitano, exemplos, Paris e Madrid, modelo mononuclear hierarquizado com excessiva macrocefalia do núcleo central (Figura 1).

- Estrutura polinuclear reticular – modelo caracterizado pela ausência de um centro principal e pela existência de uma multiplicidade de centros de tipo grande, médio e pequeno com fortes inter-relações multilaterais entre todos eles (ex. Alemanha, Ruhr), uma estrutura

descentralizada. O modelo polinuclear reticular assemelha-se do conceito de região metropolitana (Figura 1).

Figura 1 – Modelos que delimitam áreas metropolitanas: mononuclear radial e polinuclear reticular

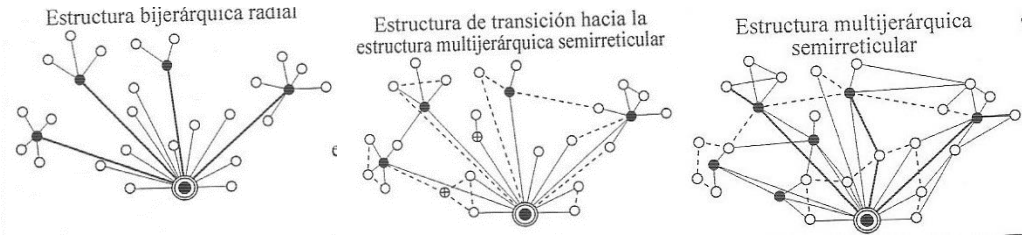


Fonte: Pujadas e Font (1998).

• Estrutura bi-hierárquica radial – é um modelo de área metropolitana caracterizado pela existência de centros secundários que, mantendo uma relação de dependência com o núcleo central, têm capacidade para organizar parte do território metropolitano. O modelo favorece os processos de difusão territorial dentro do âmbito metropolitano, apoiando-se nos núcleos urbanos de ordem inferior (Figura 2).

• Estrutura multi-hierárquica semi-reticular – este modelo está relacionado ao anterior, porém com uma diferença fundamental: os centros secundários mantêm inter-relações muito importantes entre eles, o que supõe uma fraca dependência do núcleo central, representando um estágio superior na coesão metropolitana (Figura 2).

Figura 2 – Modelo bi-hierárquico radial e o modelo multi-hieráquico reticular



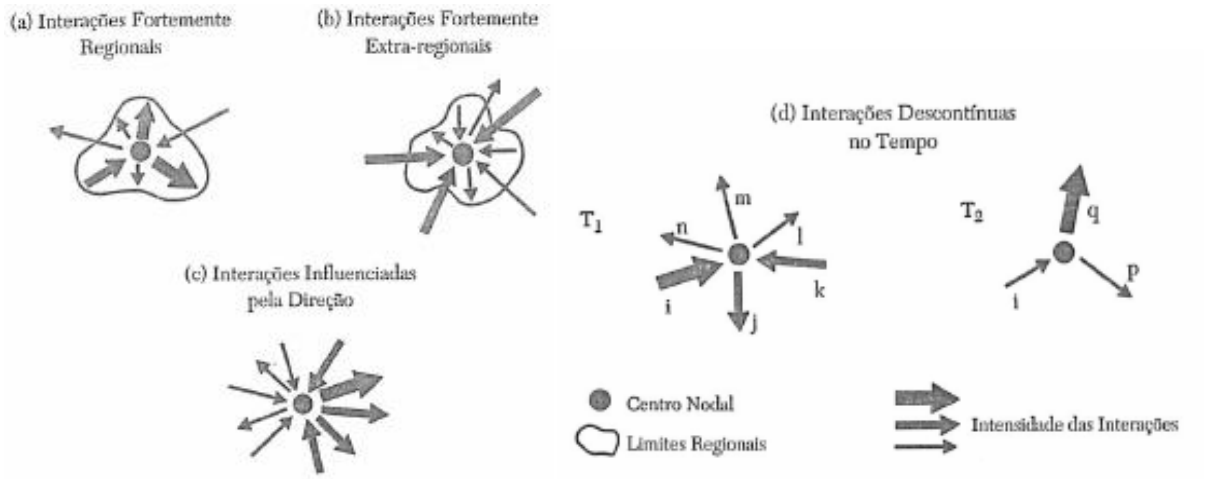
Fonte: Pujadas e Font (1998).

Os diferentes fluxos que articulam os fixos socialmente criados são caracterizados por lógicas que lhes conferem regularidades espaço-temporais que se reportam à organização social e a seu desigual movimento de transformação. Um centro nodal pode ser o foco de interações espaciais distintamente variáveis em termos espaciais e temporais, assim como

foco de redes distintas, revelando a enorme complexidade dos padrões espaciais de interações.

A Figura 3 descreve os principais padrões de interações com base na variabilidade, no espaço e no tempo. Para simplificar as interações estão focalizadas em um único centro nodal a partir do qual e para o qual fluem matérias-primas, alimentos in natura, mercadorias, pessoas, produtos industrializados, renda fundiária, investimentos, lucros diversos, informações etc.

Figura 3 – Padrões de interações espaciais e sua variabilidade espaço-temporal



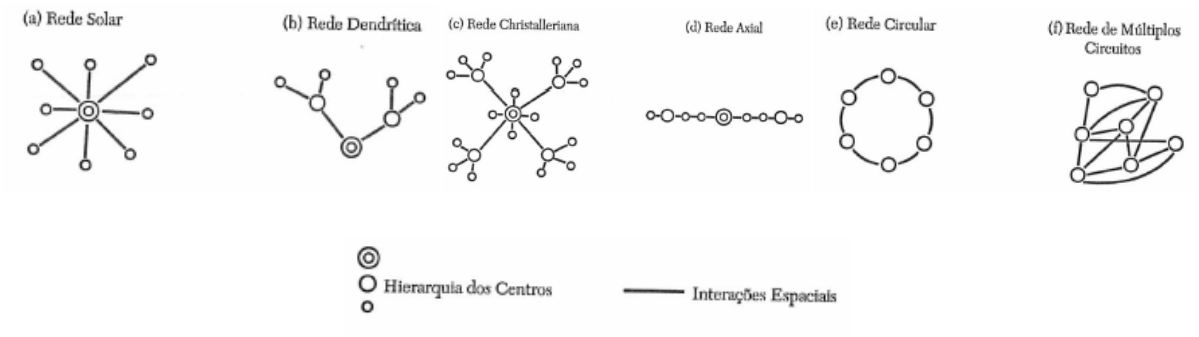
Fonte: Corrêa (1997)

Corrêa (1997) chama atenção de que estes padrões de interações espaciais devem ser considerados como referências para situações reais e não como modelos ideais e normativos. Por outro lado, não são mutuamente excludentes entre si, pois dependendo da situação os padrões podem combinar-se entre si e frequentemente o fazem. É através de redes geográficas, isto é, localizações articuladas entre si por vias e fluxos, como apontado por Kansky (1963), que as interações espaciais efetivamente se realizam a partir dos atributos das localizações e das possibilidades reais de se articularem entre si.

Os fluxos e a interação são produzidos em uma base territorial, que pode ser representada por diferentes recortes, como se fosse uma base, que possui diferentes representações, dependendo do arranjo definido para análise – seja ele de referência política ou geográfica – utilizando-se uma divisão administrativa como um país, estados, municípios, ou considerando outros recortes territoriais e espaciais como rede urbana, sistema de cidades ou região metropolitana.

A Figura 4 refere-se aos principais padrões espaciais em rede. Cada um deles pode incorporar diversas variabilidades espaço-temporal, assim como, cada padrão pode ser focalizado segundo a natureza organizacional, temporal e alguns outros aspectos eminentemente espaciais. Ressalta-se que a tipologia de redes geográficas apresentadas na Figura 4 não abarca todas as possibilidades.

Figura 4 – Padrões de interações espaciais em rede



Fonte: Corrêa (1997)

MOVIMENTAÇÃO METROPOLITANA

Ao analisar os deslocamentos pendulares em Goiás, pode-se confirmar a influência de Goiânia dentro e fora do estado, tais deslocamentos comprovam a importância e centralidade do polo, bem como as relações de influência e dependência à Goiânia. Dos 246 municípios do estado, em 165 (67%) possuem mais de 5% da população ocupada se deslocando para outro município, são 615.601 pessoas que trabalhavam e/ou estudavam em outro município, dos quais 33% em Goiânia e 38% na RMG (IBGE, 2010). A análise do REGIC 2007 (IBGE, 2008) demonstrou a influência de Goiânia e região, a metrópole, confirma seu papel na rede urbana brasileira como importante nó de atividade econômica que atrai fluxos de mobilidade social em função da oferta do mercado de trabalho e da centralização de bens e serviços, que comanda uma das redes urbanas de primeiro nível definidas pelo REGIC 2007.

De certo modo as estratégias de desenvolvimento do território estão associadas à localização das pessoas e das atividades produtivas. Nesse sentido, o território metropolitano não é apenas um conjunto de cidades e lugares, é cada vez mais, o conjunto de movimentos que ligam essas cidades, determinando a dimensão e formas de apropriação do espaço urbano-metropolitano.

A partir de suas possibilidades e necessidades as pessoas decidem onde morar, onde trabalhar e onde estudar, produzindo dinâmicas no espaço urbano-metropolitano. O processo de seleção destes locais produzem fluxos de origem e destino, em grande parte diários, decorrentes das relações funcionais entre as cidades, provenientes principalmente da centralidade de algumas e da dependência complementar de outras. Nessas idas e voltas diárias se desenvolvem e consolidam inter-relações entre o núcleo e o entorno metropolitano, no esforço cotidiano das pessoas realizarem suas necessidades básicas: trabalho, estudo, lazer, compras e, muitas vezes, serviços médicos especializados, disponíveis apenas nos grandes centros.

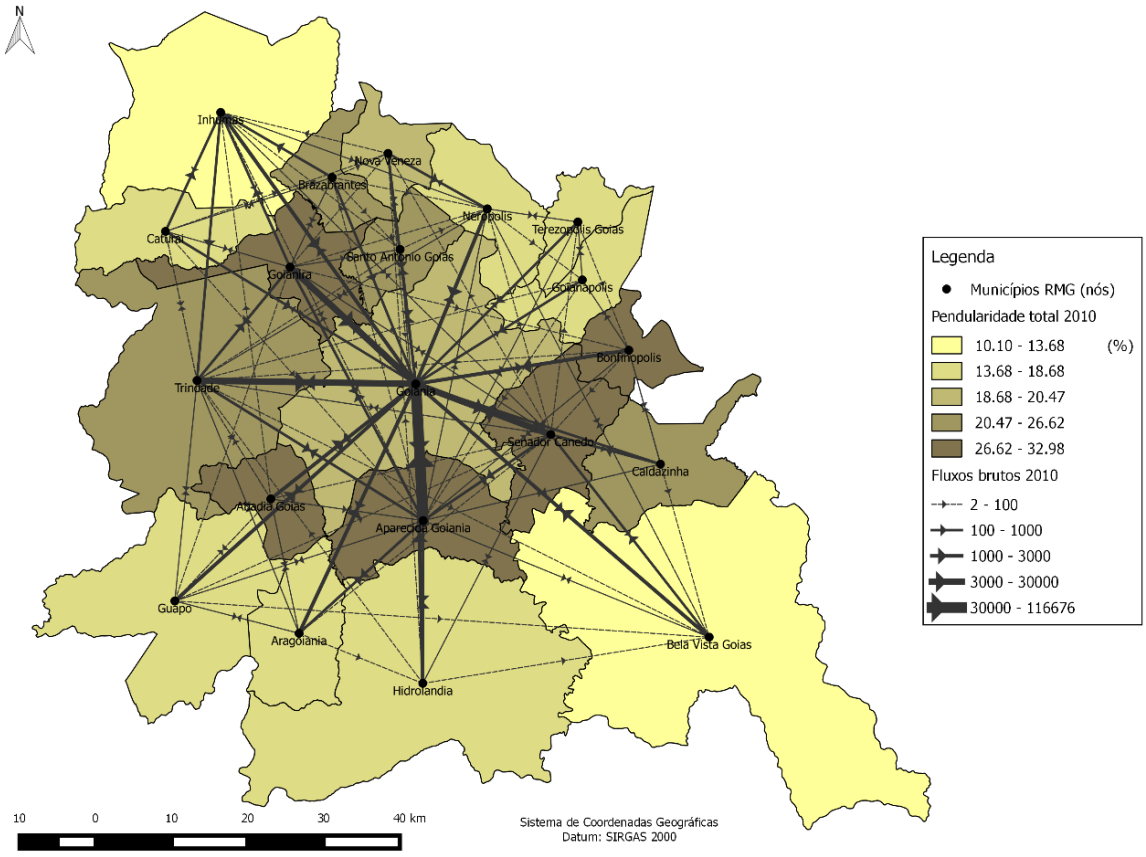
Nesse sentido, em função da importância populacional, econômica e política do território metropolitano em análise – a RMG, foram considerados os movimentos pendulares diários na região, buscando identificar e caracterizar os fluxos intrametropolitanos diários por motivo de trabalho e/ou estudo na RMG. Os Censos Demográficos de 2000 e 2010, do IBGE, constituem as fontes de informações. Ressalta-se que o levantamento dessa questão, nos dois censos, foi metodologicamente diferente, o que exigiu compatibilidade dos dados para tornar os resultados comparáveis. Assim, foram apurados o número de pessoas que se deslocam para outro município em três condições possíveis: somente para trabalho; somente para estudo; e para trabalho e estudo.

Geralmente, em função do mercado de trabalho, pode-se associar a mobilidade pendular à expansão urbana e especulação imobiliária dos centros de atração populacional, considerando que o crescimento da mancha urbana relacionada ao alto preço da terra, faz com que as pessoas se desloquem em busca de locais mais baratos para moradia. Por outro lado, a mobilidade pendular está associada à integração e interdependência funcional, elementos que caracterizam regiões conurbadas, como as regiões metropolitanas.

A análise dos movimentos metropolitanos pelas taxas de repulsão e atração dos municípios (Figura 5) indicaram, em 2010, um quadro funcional complexo, apesar do crescimento do emprego nos territórios metropolitanos, observa-se ainda forte concentração e dependência do núcleo, os níveis de concentração dos movimentos intrametropolitanos, motivados pelo trabalho e estudo, em geral, revelou elevação das taxas de atração e taxas de repulsão, implicando forte integração e maior dependência intrametropolitana, sobretudo, ao acesso e uso da infraestrutura urbana e de serviços em geral, mais consolidada em Goiânia e Aparecida de Goiânia, que concentram espacialmente funções urbanas e atividades econômicas na RMG.

Apesar do quadro geral, a Figura 5 evidencia o papel dominante de Goiânia na estruturação dos movimentos pendulares, os municípios da RMG dependem de forma significativa do emprego em Goiânia, enquanto, os municípios da área de influência apresentam uma dependência menor, com destaque Bela Vista de Goiás e Inhumas. De 2000 para 2010, as inter-relações entre os municípios foram ampliadas e são mais intensas. Excluindo-se os fluxos de/para Goiânia, mesmo com magnitudes menores, na rede de relações se destacam entre os municípios dominantes de Aparecida de Goiânia, Trindade, Senador Canedo, e ainda Inhumas, com os demais municípios da região.

Figura 5 – Região Metropolitana de Goiânia: Pendularidade para trabalho/estudo total e fluxos brutos origem-destino (2000/2010)



Fonte: IBGE (2000, 2010). Elaboração e organização: CUNHA (2017).

Nesse sentido, observa-se que a evolução da estrutura dos movimentos pendulares metropolitanos foi de maior fragmentação, os movimentos pendulares em 2010, são mais complexos, difusos e com maior intensidade (Figura 5). Pode-se observar ainda uma importância maior de movimentos casa-trabalho-estudo nos municípios dominantes, e seu relativo crescimento de 2000 para 2010. A população residente empregada de Aparecida de Goiânia, Goianira, Senador Canedo dependiam em mais de 40% do emprego em outro município, especialmente em Goiânia, com destaque, as taxas de repulsão para trabalho/estudo nestes municípios foram 52%, 57% e 61%, respectivamente (IBGE, 2010).

ESTRUTURA ESPACIAL METROPOLITANA: cidades em rede

Esta seção visa investigar a configuração espacial do subsistema de cidades da RMG, através dos fluxos pendulares da população entre os municípios metropolitanos. Segundo Moura, Castello Branco e Firkowski (2006, p. 121), “as informações sobre deslocamentos domicílio-trabalho/estudo constituem importante referencial para análise de processos de metropolização e expansão urbana”. As autoras apontam ainda que a análise da dinâmica

metropolitana com base nos movimentos pendulares está vinculada a uma das linhas tradicionais de pesquisa da Geografia Urbana: a identificação de áreas de influência ou regiões funcionais.

Existem diferentes tipos de fluxos – de bens, de comunicações e de pessoas – que podem indicar interação entre as cidades, sejam fluxos materiais ou imateriais, entre alguns, e-mails, financeiros, ligações telefônicas, bens, mercadorias, viagens de carro, à pé, de ônibus, outros, e os deslocamentos pendulares das pessoas. Entretanto, não há disponibilidade de dados oficiais para todos os tipos de fluxos, muito menos em escalas ou níveis de agregação e desagregação desejados para as pesquisas. Por isso, a fonte de dados para esta pesquisa são as informações da amostra dos Censos Demográficos de 2000 e 2010, que possuem consistência suficiente e permitem a identificação do município de origem e destino para trabalho e estudo da população residente, podendo-se assim apurar os movimentos pendulares diários por motivo de trabalho e estudo.

A informação censitária pela sua abrangência e possibilidade de comparação no espaço e no tempo (2000 e 2010) revela-se uma fonte privilegiada a ser explorada para análise do fenômeno metropolitano e da organização do território, pelos dados dos movimentos pendulares da população. Para esta análise, foram organizadas duas matrizes origem/destino (2000 e 2010), entre os municípios da RMG, com a quantidade de pessoas que se deslocavam para trabalho e/ou estudo em outro município, que não o de residência. As matrizes destacam as trocas entre os municípios da região metropolitana de Goiânia, possibilitando algumas correlações entre fluxos de origem e de destino, como também, de encontrar proporções relativas ao total de fluxos e identificar municípios onde são maiores as proporções de saídas, de entradas ou se são equivalentes.

As matrizes serviram de base para georreferenciar os fluxos e gerar arquivos SIG, em formato *shape*, no software *Quantum Gis* (QGis), possibilitando a elaboração de mapas-síntese de fluxos que representam a configuração metropolitana pela intensidade dos fluxos de deslocamento diário das pessoas entre os municípios da região. Os mapas representam a correlação espacial entre a quantidade desses fluxos e a localização de seus vetores. Assim, as principais informações, brutas, relativas e correlacionadas, foram transformadas em mapas, permitindo uma clara visualização dos movimentos.

A análise da configuração espacial do subsistema da RMG, pelas interações espaciais entre os municípios, representadas pelos fluxos pendulares das pessoas, foi realizada a partir do enfoque de redes. A análise espacial apresenta várias aplicações, quando podem ser identificadas, para apoio e definição de problemas. As redes são entidades formadas por pontos (nós ou vértices) e linhas (arcos ou arestas) que descrevem de maneira natural vias públicas, conexões de pessoas, água, telefone e outras.

Existem várias definições de rede de cidades, embora sua base venha da teoria de sistemas. Na teoria de grafos e redes, uma rede é formada por um conjunto de objetos (nós) unidos em uma estrutura de ligações ou relações (links). De forma abstrata, uma rede é um tipo de sistema (CASTI, 1995, p. 5): REDE = objetos (nós) + conexões (links) = SISTEMA

No caso de uma rede de cidades, o conjunto de objetos são as cidades, vinculados através de um conjunto de conexões, assim:

REDE DE CIDADES = objetos (cidades) + conexões (relações) = SISTEMA DE CIDADES

Uma vez definida a rede de cidades como um sistema, pode-se caracterizá-la a partir dos conceitos e métodos da teoria de sistemas. Com estes métodos deixamos de trabalhar exclusivamente com os atributos das cidades para considerar as relações entre elas (fluxos) como parte central da análise.

A representação matemática deste tipo de sistemas é através de um grafo. Um grafo abstrato S é formado por um conjunto de vértices ou nós (V), unidos por um conjunto de ligações ou arcos (E), que conectam pares de elementos de V, aos finais (*ends*). O mesmo princípio foi utilizado na análise do subsistema da RMG. Embora as cidades da RMG (nós da rede) tenham relações com outras cidades fora do conjunto (ligações a redes externas), o grafo "RMG" foi definido como o conjunto de vértices ou nós (V) unidos por um conjunto de vínculos ou arcos (E), todos eles interiores a "RMG".

Os grafos podem ser direcionados ou não direcionados. Quando todos os vínculos tem uma direção (início e fim), tem-se um grafo direcionado ou dígrafo. Em caso contrário, o grafo é não dirigido, por exemplo, quando for especificado que existe somente um vínculo entre duas cidades, sem direção dos fluxos. O que caracteriza o grafo dirigido é que todos os vínculos (links) têm uma direção, em geral, marcada por setas. Os fluxos entre as distintas cidades do sistema urbano têm origem e destino, muitas vezes existem fluxos em ambos sentidos. Estes fluxos associam uma direção e uma intensidade, representada por uma magnitude (número).

Assim, dos conceitos e definições acima pode-se dizer que uma rede é um grafo (normalmente direcionado), no qual os nós e/ou vínculos (*links*) estão associados numericamente (por uma quantidade). Por exemplo, a rede de fluxos pendulares da RMG, é um grafo direcionado (origem e destino), no qual as cidades (nós) e a quantidade de pessoas que se deslocam de um município para outro município por motivo trabalho e/ou estudo (links).

Outra característica importante de uma rede é a circulação dos fluxos entre os nós da rede, através de uma estrutura de relações. Estes fluxos podem ser de natureza diversa: informação, mercadorias, pessoas, outras. Dependendo da natureza dos fluxos pode-se aplicar três conceitos: *path* (rota ou caminho), ciclo e o grafo fortemente conectado. Este último é aquele em que existe pelo menos um *path* ou caminho entre cada par de nós. Esta propriedade faz referência a conectividade potencial de uma rede. Outras classificações se diferenciam entre grafos fortemente (ligações nas duas direções) e fracamente (sem direção) conectados, unilateralmente (ligações em uma direção) conectados, desconectados (sem relação).

Para identificação da rede "RMG" será aplicado o método direto com a utilização dos próprios fluxos para mostrar as relações da rede, isto é, existe uma relação de rede entre dois nós (cidades) quando há entre eles um fluxo em determinada magnitude (quantidade). Os métodos diretos se baseiam na observação dos fluxos reais (absolutos) entre as cidades para

detectar a estrutura da rede. A forma de utilizar estes fluxos admite diversas possibilidades a partir da lógica de fluxos dominantes e fluxos significativos. O procedimento básico consiste em utilizar a matriz de fluxos (origem/destino) para caracterizar a estrutura urbana, e estabelecer diferentes combinações de filtros. O filtro mais básico resulta na aplicação de um mínimo a intensidade do fluxo, a partir do qual se considera significativo. Este filtro pode ser arbitrário (a partir da realidade e dos fluxos reais), ou utilizando de procedimentos matemáticos e estatísticos.

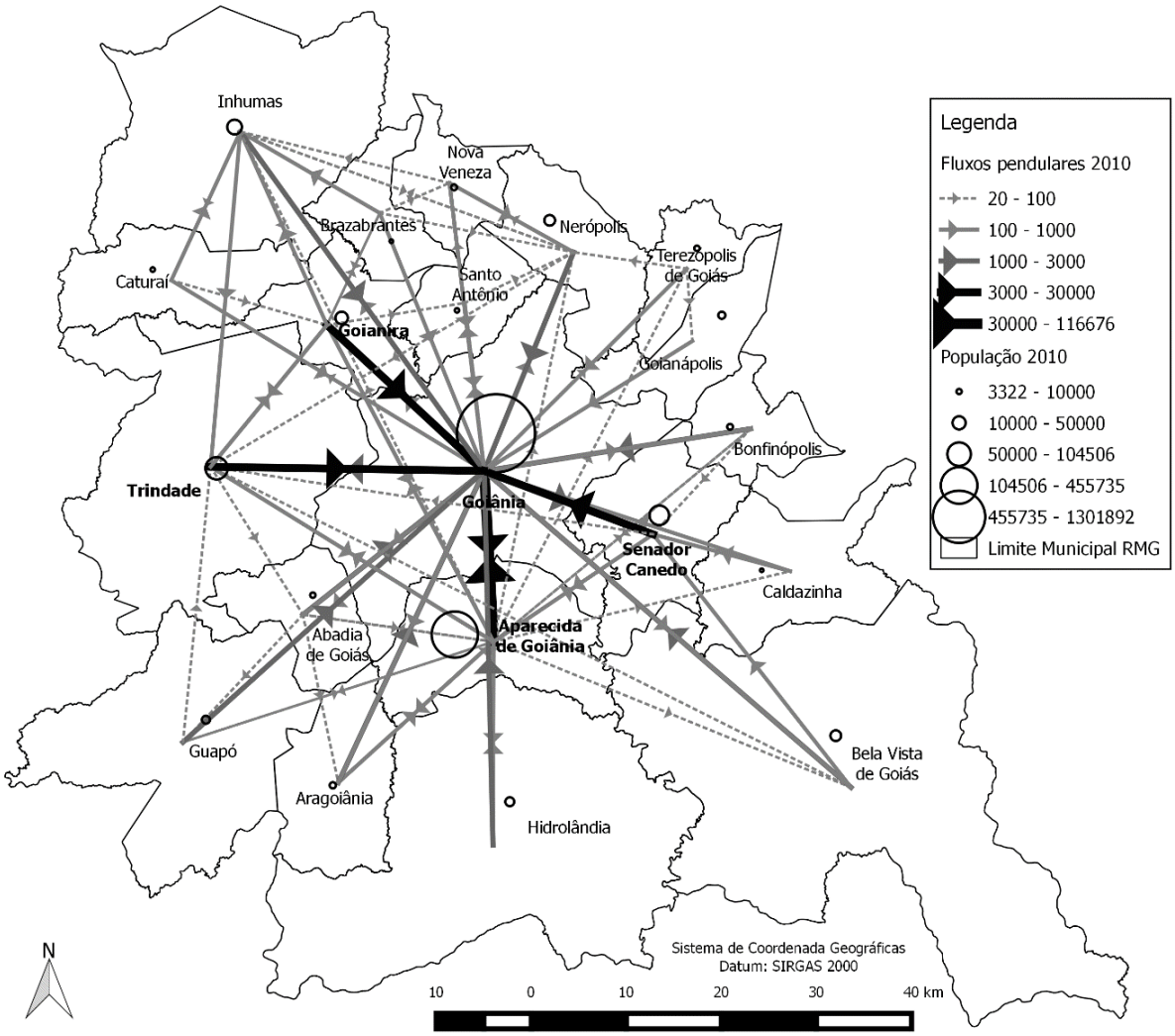
Em 2000, o total de fluxos – pessoas que se deslocavam para outro municípios por motivo trabalho/estudo na RMG – era de 108.905 pessoas, dos quais 94% se deslocavam para Goiânia. Em 2010, eram 212.580, 87% para Goiânia. Além da evolução dos fluxos que teve uma taxa de crescimento de 6,9% a.a., houve também uma redução dos deslocamentos para Goiânia, significando uma redistribuição dos fluxos nos demais municípios metropolitanos (IBGE, 2000, 2010).

Para estimar a estrutura do subsistema da RMG e sua configuração espacial, empregou-se o método de fluxos dominantes brutos e filtrados, a partir dos dados de fluxos pendulares trabalho/estudo (IBGE, 2000, 2010). Ao ordenar os fluxos de saída de cada município, excluindo-se Goiânia, os quatro mais importantes em 2000 e 2010, foram os mesmos municípios respectivamente: Aparecida de Goiânia, Senador Canedo, Trindade e Goianira. Entre os quatro municípios, em 2000, o fluxo máximo era 71.986 pessoas e mínimo 2.844. Já em 2010, máximo 116.676 e mínimo 8.406 pessoas. Como se vê, há um expressivo crescimento, os fluxos são muito intensos e discrepantes, o mesmo ocorre ao se considerar os 20 municípios do território, onde as taxas de crescimento da pendularidade são maiores, apesar de terem fluxos absolutos menos intensos, porém muito significativos relativamente.

A decisão dos fluxos dominantes relevantes não está isenta de certo grau de arbitrariedade. Porém, a literatura e as investigações aplicadas mostraram que a armadura urbana básica se configurava, em linhas gerais, em torno destes quatro primeiros fluxos, o que não significa que a regra deve ser aplicada por igual a todos os municípios. Apesar da simplicidade do procedimento, os bons resultados de sua aplicação aconselham seu uso, sem depreciar outros métodos mais robustos (matematicamente), ainda que para estes também existem problemas.

Ao analisar o subsistema da RMG além das dimensões populacionais e econômicas, investigando suas cidades pela dimensão social, com os fluxos pendulares da população, observa-se novas relações metropolitanas, multidirecionais, em rede, redefinindo as hierarquias e forma do subsistema (Figura 6), o mapa sintetiza a movimentação da população entre as cidades (fluxos pendulares 2010), assinalando tanto a centralidade de Goiânia, como também subcentralidades representadas por Aparecida de Goiânia, Senador Canedo, Trindade, Inhumas e Goianira, estes são os municípios com maior atração e repulsão, que mais recebem e enviam população no contexto metropolitano, principalmente na área conurbada. Apesar dos dados representar os motivos de atração e deslocamentos para trabalho/estudo, não necessariamente se estabelece apenas relações únicas e diretas, ao mesmo tempo estes motivos se tornam variados por estas e outras relações, caracterizando sua complexidade.

Figura 6 – RMG: Conexões entre as cidades, fluxos pendulares e população (2010)



Fonte: IBGE (2010). Elaboração e organização: CUNHA (2017).

A análise do subsistema de cidades da RMG resultou em uma trama (rede) complexa, semelhante a uma "teia de aranha", mais densa e com mais ligações (conexões) em 2010, cujo o centro principal é a capital Goiânia, que recebe pessoas de todos os municípios metropolitanos, com fluxos mais intensos dos outros quatro municípios dominantes. A Figura 5 representa conjuntamente a pendularidade total – porcentagem do total de pessoas que se deslocam para outro município em relação ao total de pessoas ocupadas (trabalho/estudo) dos municípios; com os fluxos absolutos entre os municípios (2000/2010). A pendularidade na RMG é alta, as intensidades delimitam no território anéis metropolitanos, concêntricos, sendo maiores ao redor de Goiânia (primeiro anel), pelos mapas pode-se visualizar e confirmar com clareza a delimitação do anel, onde também as ligações são mais fortes.

As inter-relações da RMG representam as conexões ou ligações existentes entre as distintas cidades da região. Em geral, as ligações entre a metrópole e os centros urbanos,

apresentam relações de subordinação hierárquica. O predomínio de um tipo ou outro de relações está relacionado a organização do subsistema metropolitano, aqui considerado de forma desagregada, pois, observa-se uma organização hierárquica do subsistema, composta pela metrópole que concentra elevada proporção de população e de economia, e por centros secundários que poderiam ocupar posições intermediárias, entre os centros locais e a metrópole, estabelecendo-se relações de dependência e indiretas, combinando fortes interações com fluxos bidirecionais e multilaterais, demonstrado na Figura 6.

O mapa da Figura 6 apresenta os fluxos filtrados para um mínimo de 20 deslocamentos diários entre os municípios – o corte de 20, foi definido levando-se em consideração que maior parte dos municípios da RMG são pequenos, com menos de 10.000 habitantes, fato que implica diretamente na composição e tamanho da amostra. Assim, a estrutura espacial da RMG, analisada pela movimentação pendular das cidades em rede, apresenta redes geográficas com padrão de interações espaciais fortemente regionais, com evolução espaço-temporal (2000-2010), Corrêa (1997), formando uma rede com estrutura multi-hierárquica semi-reticular (PUJADAS e FONT, 1998), com múltiplas e intensas conexões, multidirecionais, ao mesmo tempo um modelo concentrado, polarizado por Goiânia, hierarquizado, mas também com inter-relações multilaterais entre os municípios, semi-reticular.

Se por um lado, as inter-relações metropolitanas se estabelecem pela concentração dos empregos formais no município de Goiânia, que por si só poderia explicar os deslocamentos àquele município e indicar a função de muitos dos municípios metropolitanos como cidades dormitórios, pela alta pendularidade. Para caracterizar cidade dormitório Ojima et al. (2008), indicam o índice de pendularidade (percentual entre o total de deslocamentos e a população ocupada).

> Mas não se trata apenas de volumes absolutos de pessoas fazendo movimentos pendulares, pois se assim fosse, a RM de São Paulo seria a única a conter cidades-dormitório no Brasil. Isso porque os volumes absolutos não expressam, por si só, a representatividade desse grupo de pessoas no contexto local ou regional. É importante verificar o peso relativo (proporção) de pessoas que, morando em um município, se deslocam diariamente para realizar suas atividades de trabalho (ou estudo) em outro município (OJIMA et al., 2008, p. 6).

Por outro lado, no contexto da metropolização do espaço, o papel das cidades que integram regiões metropolitanas tende a se estabelecer em outras e novas relações, não somente as de dependência, mas de complementariedade e de cooperação, com vistas a participar na organização da dispersão, concentrando fluxos, serviços, bens e demandas para atender as diferentes necessidades da população. Por isso, torna-se importante estudar região metropolitana, como um subsistema de cidades, investigando estas cidades em várias dimensões, além da econômica e populacional, pois, os deslocamentos pendulares e lugares de atração estão definindo formas cada vez mais complexas. De acordo com Marandola Jr. (2010) está ocorrendo uma redefinição das hierarquias e da forma urbano-metropolitanas, que talvez resulte como estabelecimento de cidades médias dentro de áreas de conurbação metropolitana.

Os resultados demonstram que a organização espacial do subsistema da RMG não mais se fundamenta apenas pela teoria clássica de localidades centrais, que considerava unicamente as relações verticais em uma estrutura hierárquica. Observam-se transformações estruturais, associadas ao sistema produtivo e funcional da região, possibilitando novas relações entre as cidades, tornando o subsistema metropolitano menos hierárquico e mais flexível, porém mais complexo, estabelecendo uma rede de cidades, que se apresenta como um modelo de organização territorial complementar aos tradicionais modelos de interpretação hierárquico e de relações centro-periferia, considerado em Ascher (1998), Camagni (2004) e outros. A análise pelos fluxos de mobilidade pendular da população metropolitana, propiciam outras e novas relações horizontais para interpretação territorial e espacial.

Os mapas das Figuras 5 e 6 sintetizam as interações espaciais na RMG, observadas pelos fluxos pendulares da população (2000/2010), constituindo um amplo e complexo conjunto de deslocamentos de pessoas sobre o espaço geográfico, que apresentam maior ou menor intensidade, variando segundo os fluxos de ocorrência e, conforme a distância e direção. Os diferentes fluxos se articulam entre os fixos socialmente existentes, caracterizando lógicas que lhe conferem regularidades espaço-temporais, que se atribuem à organização social e a seu desigual movimento de transformação.

As atividades de trabalho/estudo localizadas na aglomeração urbana de Goiânia, desenvolve com seu entorno uma complexa rede de relações bidirecionais com múltiplos níveis, em torno destas atividades materializam um complexo campo de forças de atração, de irradiação, de repulsão, de cooperação que geram intensidades pelos fluxos pendulares da população da RMG (Figuras 5 e 6).

A alta penduralidade metropolitana pode estar relacionada à curta distância entre os municípios no âmbito da RMG, principalmente entre os municípios conurbados, em especial, pelos quatro municípios que mais recebem e enviam população na região. Os fluxos absolutos mostram a forte centralidade de Goiânia e a emergência de outras e novas (sub)centralidades, observando os mapas com fluxos de 2010 (Figuras 5 e 6), pode-se identificar como subcentralidades os municípios – Aparecida de Goiânia, Goianira, Senador Canedo e Trindade, mais Inhumas, que já foi apontado acima como menos dependente do núcleo.

Os deslocamentos pendulares são utilizados em estudos sobre metropolização como indicador de integração e coesão intra-urbana da metrópole e seu entorno. Se existem municípios não muito grandes geograficamente, que se encontram conurbados é de se esperar que os fluxos diários entre a residência e o trabalho/estudo sejam numerosos, diversificados, capazes mesmo de indicar a força aglomerativa da metrópole. Ou seja, seus subespaços são dinâmicos e abrem perspectivas de circulação de pessoas e mercadorias em múltiplas direções e combinações de origem e destino.

Assim, a espacialização das informações ilustrou situações de centralidades, pontuando os principais destinos dos fluxos, e até de dependência, demarcando o entorno de centros com municípios onde predominam fluxos de origem e destino. Os dados permitiram conhecer detalhadamente os fluxos intrametropolitanos, oferecendo importantes

informações apontando padrões de comportamento dos deslocamentos e suas inter-relações, os quais reforçam a identificação de integração à dinâmica metropolitana, ver Figuras 5 e 6.

REFERÊNCIAS

ASCHER, François. *Metápolis*. Acerca do futuro da cidade. Tradução de Álvaro Domingues. Oeiras: Celta Editora, 1998.

BRASIL. Lei nº. 13.089. *Estatuto da Metrópole*. Brasília, de 12 de janeiro de 2015.

CAMAGNI, Roberto. *Economía Urbana*. Tradução de Vittorio Galletto. Barcelona: Antoni Bosch, 2004.

CORRÊA, Roberto Lobato. Interações Espaciais. In: CASTRO, Iná E.; GOMES, Paulo C. da C. (org.) *Explorações geográficas*: percursos no fim do Século. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

CUNHA, D. F. *Instituição da Região Metropolitana de Goiânia – Goiás (1980-2010)*: configuração e interações espaciais entre os municípios. 2017. 283 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censos Demográficos*. Rio de Janeiro: IBGE.

_____. *Regiões de influência das cidades* (REGIC) 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

LIMONAD, Ester. Nunca fomos tão metropolitanos. In: REIS, N. G. e TANAKA, M. S. *Brasil, estudos sobre dispersão urbana*. São Paulo: Via das Artes, 2007.

MARANDOLA JR., Eduardo. Cidades médias em contexto metropolitano: hierarquias e mobilidades na formas urbanas. In: BAENINGER, Rosana (org.). *População e Cidades*: subsídios para o planejamento e para políticas sociais. Campinas: Nepo/Unicamp, 2010.

MOURA, Rosa, CASTELLO BRANCO, Maria L. G. e FIRKOWSKI, Olga L. C. de F. Movimento pendular e perspectivas de pesquisas em aglomerados urbanos. *São Paulo em Perspectiva*. São Paulo, v. 19, n. 4, 2006. p. 121-133.

OJIMA, Ricardo; SILVA, Robson B. da; PEREIRA, Rafael H. M. A mobilidade pendular na definição das cidades-dormitório: caracterização sociodemográfica e novas territorialidades no contexto da urbanização brasileira. *Cadernos IPPUR*, v. 21. Rio de Janeiro: IPPUR, p. 1-26, 2008.

PUJADAS, Romà. e FONT, Jaume. *Ordenación y Planificación Territorial*. Serie Espacios y Sociedades. Espanha: Editorial Síntesis, 1998.

SANTOS, Milton. *A urbanização Brasileira*. 5 ed. São Paulo: Edusp, 2009.

SOJA, Edward W. Para além de postmetropolis. Revisão técnica da tradução Roberto Luís de Melo Monte-Mór. *Rev. UFMG*, Belo Horizonte, v. 20, n. 1 p. 136-167, jan./jun. 2013.