

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/323431923>

NOVAS MÉTRICAS PARA CENTRALIDADES EM PROJETOS DE MOBILIDADE URBANA

Conference Paper · February 2018

CITATIONS

0

READS

149

1 author:



Souza R.C. F.

Federal University of Minas Gerais

59 PUBLICATIONS 20 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



RELATÓRIO DA PESQUISA "ARQUIVO COMPUTADORIZADO DE MATERIAIS, TÉCNICAS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS APLICÁVEIS A MORÁDIAS DE BAIXO CUSTO EM MINAS GERAIS" [View project](#)



Emergências Urbanas [View project](#)

NOVAS MÉTRICAS PARA CENTRALIDADES EM PROJETOS DE MOBILIDADE URBANA

SOUZA, R. C. F. de
Universidade Federal de Minas Gerais UFMG rcesarfs@gmail.com

RESUMO

Para experimentar novos ferramentais para o projeto de mobilidade sustentável nas cidades brasileiras, um teste foi conduzido visando analisar criticamente a implementação de instrumentos analíticos oferecidos por plataformas computacionais contemporâneas.

Uma área da cidade de Belo Horizonte, denominada aqui *Recorte G*, foi escolhida por apresentar agravantes genéricos na mobilidade local, apresentando acesso de pedestres através de passeios estreitos, obstruídos, e com falta de espaço para o movimento em geral. O *Recorte G* foi representado por meio de um modelo matemático composto pelas vias (eixos), as interseções de vias e percursos (nós) e os centróides da base dos edifícios e lugares públicos (pontos).

Os conceitos da Análise Espacial e da Teoria das Redes foram utilizados para o cálculo das centralidades por alcance (*Reach*), atração (*Gravity*) e por intermediação de menor percurso (*Betweenness*) nos edifícios localizados em *G*, verificando-se diferentes raios de alcance e diferentes tipos de impedâncias interferentes no deslocamento pelas vias.

As análises obtidas foram criticadas relativamente às observações feitas in loco no *Recorte G*, com a hipótese de que os ferramentais adotados poderiam potencializar a capacidade descritiva dos problemas enfrentados, relacionando-os aos dados censitários IBGE 2010 e aos dados secundários dos órgãos do governo local, esclarecendo a recursividade das interferências socioeconômicas sobre a morfologia urbana e buscando soluções.

Os resultados demonstraram uma eficiência descritiva e preditiva do ferramental adotado, com a possibilidade de inclusão de mais variáveis relacionadas à acessibilidade urbana e às soluções para mobilidade local, de modo a tornar o processo analítico e crítico apropriado para abarcar a abordagem sobre soluções para a mobilidade urbana considerando a configuração de sistema municipal, sobretudo nos elementos que interferem nas localidades com problemas de acessibilidade.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, Centralidades, Análise Configuracional do Espaço.

ABSTRACT

In order to test new tools for sustainable mobility in Brazilian cities, a experiment was conducted aiming to critically analyze the implementation of analytical tools offered by contemporary computing platforms.

An area at the city of Belo Horizonte, named here *G-Cut*, was chosen once it has generic aggravating factors in the local mobility, with narrow pavements for pedestrian access,

obstructed walkways, and a lack of space for movement in general. *G-Cut* was represented by a mathematical model composed with pathways (axes), intersections of pathways and paths (nodes) and centroids of buildings and public places (points).

Space Analysis and Network Theory backgrounds were used for the study and calculation of Reach, Gravity, and Intermediation between buildings in *G-Cut*, with different radius of range and different types of interfering impedances in the path displacement.

The analyzes obtained were criticized comparing observations made in loco, with the hypothesis that the adopted tools could enhance the descriptive capacity of the problems faced, relating them to IBGE 2010 census data and secondary data from local government agencies, thus, clarifying the recursion of socioeconomic interferences on urban morphology in the creation of solutions.

The results demonstrated a descriptive and predictive efficiency of the tools adopted, with the possibility of including more variables related to urban accessibility and solutions for local mobility, even appropriate to consider the approach to the configuration of municipal system of mobility, especially in those elements that interfere in problematic localities of the system.

Keywords: Urban Mobility, Centralities, Configurational Analysis of Space.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana nas cidades de todo o mundo promove sua transformação evolutiva na medida em que facilita a livre interação das pessoas e agiliza a circulação das coisas, no acesso às oportunidades oferecidas em suas diferentes localidades. As pessoas encontram-se pelas ruas, compram e vendem produtos no comércio, acessam seus locais de trabalhos, e colaboram entre si para formar suas instituições, por exemplo. Todas estas atividades sustentam-se na mobilidade através do espaço físico, e dão peso aos lugares como a arenas fixas onde as interações acontecem. Então, o dinamismo de movimentos e a localização pontual dos lugares de interações parecem ser importantes componentes do fenômeno da mobilidade.

O acesso das pessoas às oportunidades oferecidas pelas cidades brasileiras é problemático porque o direito à mobilidade não tem encontrado meios para ser efetivado (ARAÚJO et al., 2011; LEI 12.587, 2012 que institui as diretrizes da política nacional da mobilidade urbana). O subsistema viário infraestrutural da maior parte das periferias urbanas não é eficiente e o acesso aos lugares de oportunidades é bloqueado por mecanismos seletivos, ainda que se tratem de espaços públicos. O desafio da mobilidade urbana no Brasil parece ser, dentre outros, o de maximizar a interação entre as pessoas, os lugares e as coisas, e ao mesmo tempo, minimizar sua fricção (SEVTSUK; MEKONNEN, 2012b; ZHONG et al., 2014), reduzindo os conflitos e aumentando o acesso às oportunidades. Vários modelos internacionais preconizam tais objetivos. Entretanto, o dinamismo dos movimentos e a fixidez dos lugares necessitam continuamente de estudo como partes integrantes de modelos de uma mobilidade urbana localizada, devido à sua natureza atual e histórica - o que reconduz o projeto da mobilidade urbana sustentável a um estado de constante pesquisa, consonante à recursividade de ajustes em seus componentes estáticos e dinâmicos (SMITH; FLOYD, 2013/6), socioeconômicos e morfológicos.

Devido às novas tecnologias de comunicação, a observação e registro do movimento de pessoas e recursos dentro do território da cidade tem se dado de forma cada vez mais

ágil e concisa, o que promete uma visão dinâmica e hábil para a gestão da mobilidade. Cada vez mais os estados de distribuições reais e potenciais, como fenômenos configuracionais, são estudados, juntamente com o escrutínio - muitas vezes em tempo real - dos dados das atividades humanas relacionadas. Isto tem gerado uma quantidade de informações sem precedentes na história das cidades. O desenvolvimento das Ciências das Redes (CAVALCANTE, 2009) e o aumento da capacidade computacional contemporânea tornou viável a formulação de novas métricas para a compreensão das redes urbanas (SEVTSUK; MEKONNEN, 2012a) que antes só existiam como algoritmos postulados, mas inviáveis, devido às grandes quantidades de cálculos implicados. A associação destas técnicas aos Sistemas Informação Geográfica tornou os estudos ainda mais robustos, permitindo mapeamentos comparados com as informações de outros subsistemas infraestruturais da cidade.

Estas métricas tomam um modelo abstrato para representar o espaço público, constituído de trajetos, cruzamentos e centróides de lugares de origem e de destino, tal como mostra a figura 1. Pretendem descrever o sistema de circulação de pessoas e coisas de um lugar aos outros (SEVTSUK; MEKONNEN, 2012a), de modo a confrontá-lo objetivamente com a mobilidade urbana no contexto do adensamento mundial da população nas cidades (UN-HABITAT, 2013).

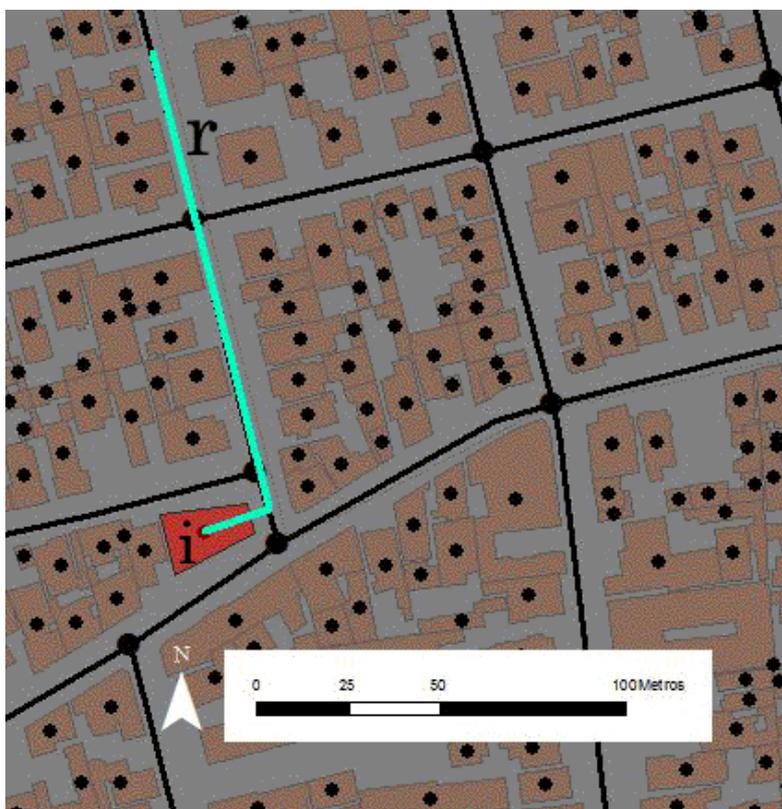


Fig. 1 – Modelo de rede urbana com trajetos, nós e centróides de lugares e edifícios. O raio r de alcance tem centro no edifício i .

Fonte: o autor (2016).

Diante das conhecidas diferenças infraestruturais e informacionais entre o Brasil e os países desenvolvidos, seria possível estudar os estados de homogeneidade e heterogeneidade da rede urbana das cidades brasileiras? Seria possível relacionar essa distribuição e seus lugares fixos à mobilidade? Para testar essa hipótese e caracterizá-la em seu contexto, descreve-se a seguir um teste com a utilização das referidas ferramentas para a análise e busca de soluções de problemas de mobilidade urbana em um recorte urbano.

2 O PROBLEMA

Os problemas de mobilidade em Belo Horizonte (BH) originaram-se desde sua inauguração, em 1897. Projetada para 200 mil habitantes, em sua fundação BH já somava trabalhadores e imigrantes que ocuparam as bordas suburbanas destinadas à agricultura. Descaracterizou-se o projeto ainda mais quando funções não complementares à administração tomaram lugar. Problemas de segregação social, falta de infraestrutura, e acesso evoluíram até os dias de hoje. Atualmente, com mais de 2,5 milhões de habitantes (“IBGE”, 2010), e estendendo-se por 331 quilômetros quadrados, BH tem um aumento crescente da frota de veículos automotores e enfrenta a redução da quantidade e qualidade do transporte público, havendo a necessidade da adaptação infraestrutural de sua rede urbana em diversos subsistemas.

Devido ao caráter hodierno dos novos ferramentais e das métricas mencionadas inicialmente, os estudos sobre as centralidades e sua relação com a mobilidade urbana não foram incluídos no plano de mobilidade para o município (PBH, 2013), o PlanMob-BH (BHTRANS, 2016) que em sua última revisão, em 2016, enunciou objetivos fundamentais a serem atingidos até 2030, no escopo dos quais está a inclusão social através da facilitação do acesso igualitário às oportunidades da cidade. Contudo, a ausência dos referidos estudos é problemática, na medida em que eles poderiam revelar novos paradigmas na busca de soluções ampliadas da mobilidade urbana sustentável.

3. OBJETIVOS

Descrever o processo de cálculo e análise das novas métricas para a área escolhida pela prefeitura de BH como sítio para realização, em 2016, de um concurso público de ideias para requalificação de espaços, equipamentos e sistemas de mobilidade urbana (*Recorte G*). Esta descrição deve esboçar resultados prospectivos da intervenção urbana proposta, apresentando-os justificadamente com os resultados do uso do ferramental, incluindo-se comparações com observações no sítio e no sistema municipal. Também são objetivos prover análises e críticas sobre a limitação das novas métricas, buscando conduzir a sugestões de futuras pesquisas para a melhoria metodológica.

4. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

A área possui 6,7 hectares compreendendo 23 segmentos de ruas do bairro “Padre Eustáquio” em BH. Encontra-se no interior de uma rede de vias altamente conectadas ao sistema viário municipal, como se indica no mapa da figura 2, elaborado com o software DepthMap © (TURNER, 2013), apresentando o somatório da integração das vias com o índice de intermediação, normalizados. Esse cálculo permite observar as vias estruturais de todo município, evidenciando as mais integradas (avermelhadas), que significam permitir grande tráfego de menores percursos entre as todas as vias do sistema. As de tons mais frios correspondem, ao contrário, às vias mais interiorizadas do sistema, chamadas vias profundas, sob o ponto de vista configuracional. Esta análise permitiu constatar, por comparação *in loco*, que o modelo representava bem a estrutura viária do município, devendo estender-se às suas influências.

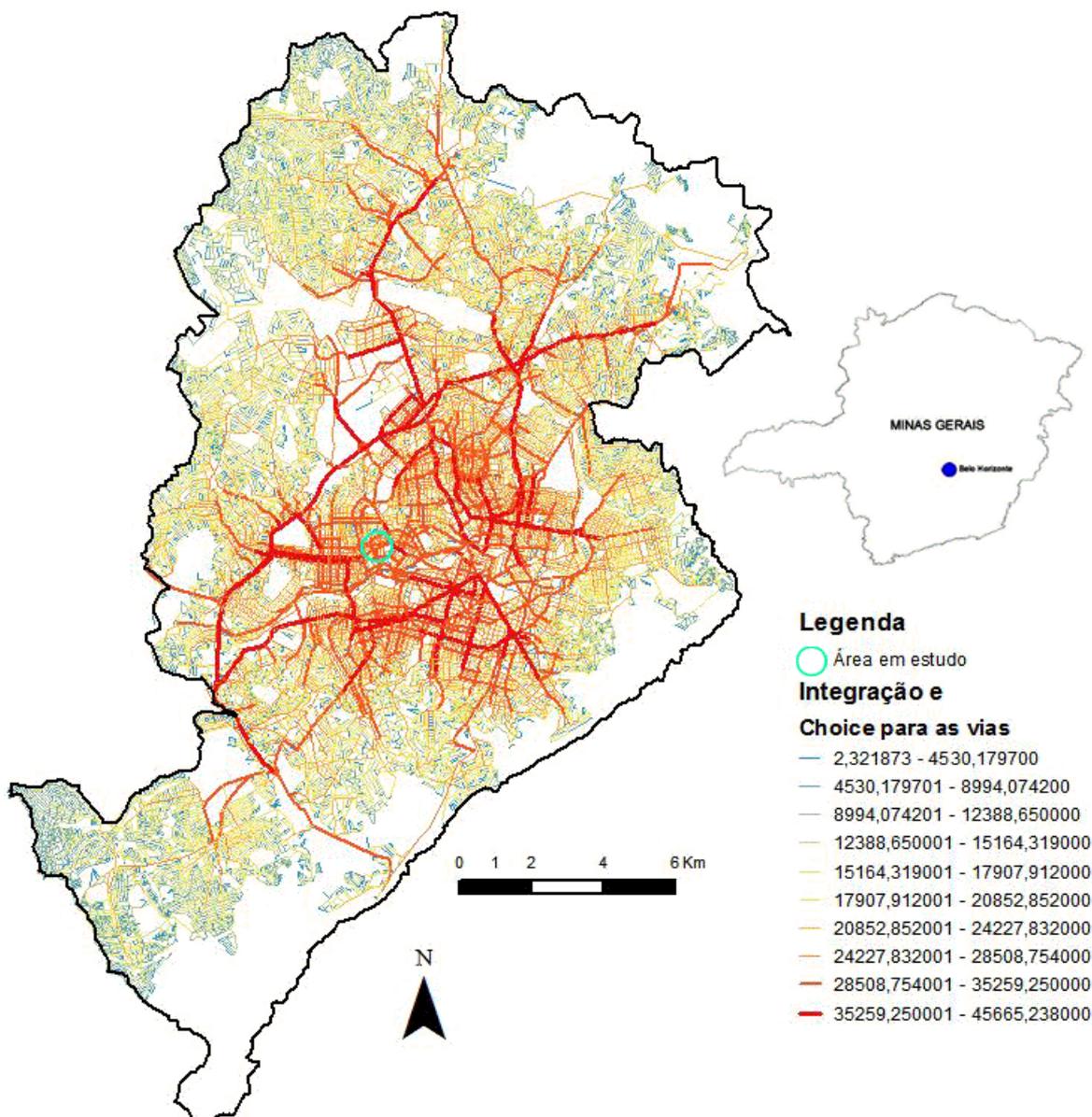


Fig. 2 – Localização da área na referência das vias, com Integração e intermediação para o sistema no município (C.f.: HILLIER, 2009).

Fonte: o autor (2016).

Historicamente, para o bairro Padre Eustáquio, os trajetos viários foram adaptados ao longo da ocupação, resultando na prolongada Rua Padre Eustáquio, de 3.343 metros de comprimento, com 45 segmentos de 74 metros em média cada. Ela contorna o topo do morro e é passagem de cruzamentos de um lado ao outro dele. Nas vias, os passeios são de modo geral muito estreitos e obstruídos por sinais, protetores, postes e árvores. Encontram-se em mal estado e o passeio, por vezes, possui desníveis que bloqueiam o acesso universal, como mostram as fotos da figura 3.

O cálculo da medida local de conectividade dos segmentos das vias do setor revelou outra peculiaridade. Todos os segmentos viários do município foram considerados para calcular a Integração de cada via, para se evitar o efeito de “borda” (deformação causada nos limites da área recortada para análise). Entretanto, ao mesmo tempo em que a Rua Padre Eustáquio foi representada muito bem integrada e com alto índice de Intermediação, relativamente às demais vias do sistema do município, a análise local da conectividade revelou que os diversos segmentos daquela rua possuem diferentes

profundidades (distâncias topológicas) relativamente às demais vias do setor (*Recorte G*).



Fig. 3 – Visão geral das vias e passeios da área.
Fonte: PBH (2016).

Este resultado ajuda a explicar o intenso tráfego da Rua Padre Eustáquio, que se integra à estrutura geral da cidade, mas não oferece localmente alternativas de desvios. Esta análise levou à hipótese de que haveria condições de se manter a integração do conjunto, modificando-se o percurso do tráfego daquela rua, como mostrado na figura 4, abrindo-se, assim, espaço para a criação de uma rua de pedestres.



Fig. 4 – Hipótese de criação de rua de pedestres.
Fonte: o autor (2016).

Outra característica da área é sua localização na divisa de quatro setores censitários (figura 5), de uma mesma área de ponderação. Observando-se a presença das edificações destinadas à saúde nas proximidades, e tendo em vista a existência de pelo menos dois ancianatos na área, o censo de 2010 mostrou o quantitativo de idosos (maiores que 65 anos) e crianças (menores que 10 anos), sugerindo especial atenção para esses setores populacionais proporcionalmente grandes. Nesse sentido foi elaborado um estudo de “*área servida*” (ESRI, 2015) das edificações institucionais de saúde, mostrado na figura 6, processado para verificar o tempo para o acesso a pé até aqueles edifícios, considerando a declividade dos passeios como impedância dos trajetos a pé. Foi utilizado o *toolbox Network Analyst* do software ArcGIS© (ESRI, 2016), módulo ArcMAP, com o método descrito em Souza et al. (2016).



Fig. 5 – Análise da Localidade.
Fonte: o autor (2016).

Para a caracterização das métricas mencionadas inicialmente, seguem-se as descrições de seus conceitos, tomando como referência a área em estudo. Introduce-se também uma análise e discussão sumária de forma a consubstanciar os resultados dos cálculos de cada ferramenta.

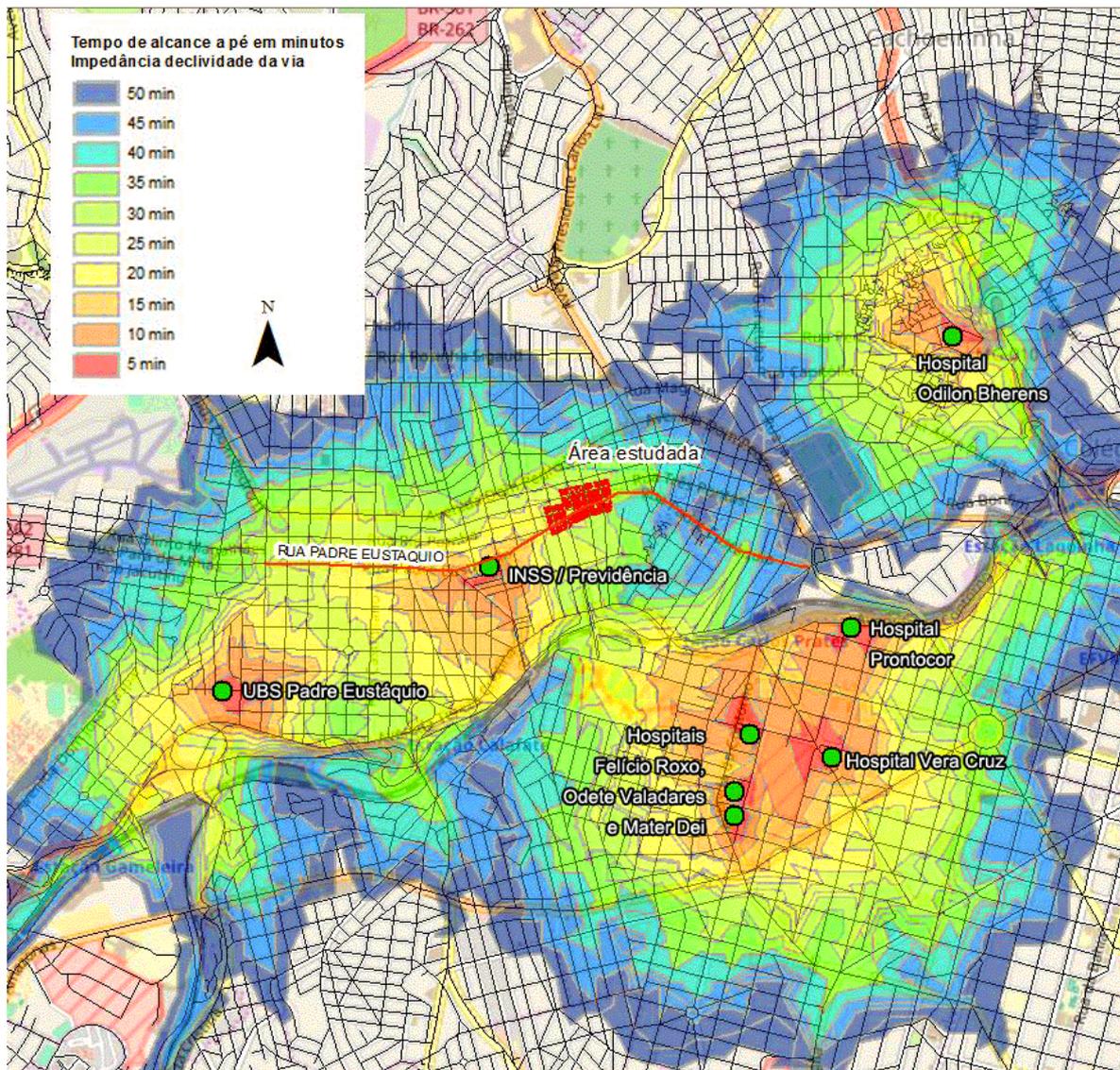


Fig. 6 – Análise de áreas de servidas pelas instituições de saúde.
Fonte: o autor (2016).

4.1 As novas métricas

A novidade das métricas está no fato de poderem ser, hoje, calculadas com rapidez e a custo reduzido pela capacidade computacional existente. Os algoritmos de algumas delas resultam de um acúmulo histórico de contribuições, desde topologia de Eule (1736) até as mais recentes contribuições de Sevetsuk, incorporando e mesclando teorias de outros campos onde a aplicação dos grafos encontrou fecundos resultados. Assim, a Ciência das Redes (CAVALCANTE, Op. cit.) criou as bases para o estudo de sistemas complexos e auto-organizados em diversos campos de conhecimento (BARABASI, 2002), e conta contemporaneamente com a capacidade computacional para viabilizar sua aplicação na cena urbana desde os anos de 2015. Devido a esse contexto chamam-se aqui novas métricas.

O modelo de rede apresentado na figura 1 mostra a estrutura de pontos, segmentos e nós que representam lugares, vias, e cruzamentos e que, por sua vez, podem receber quantidades variáveis, como comprimentos, número de residentes, área construída, declividade das vias e passeios, velocidades e volume do tráfego de carros e pedestres, dentre outras. Esse sistema pode ser georeferenciado e sobreposto a outras informações

secundárias disponíveis. Organizando então, através desse modelo, o espaço urbano, descrevem-se a seguir três métricas, constituindo um mapeamento de centralidades das edificações. Tratam-se das centralidades de alcance (*Reach*), intermediação (*Betweenness*) e atração (*Gravity*).

4.1.1 Centralidade por alcance (*Reach*)

Definida por SEVTSUK (2010, p. 84) como o número de destinações particulares que podem ser alcançadas desde cada edifício ou lugar, através de uma determinada distância r a ser percorrida sobre as vias, a centralidade por alcance indica quantos edifícios, no entorno, cada edifício pode alcançar, independente dos tipos de modais de transporte.

Pode-se considerar um custo atribuído ao acesso (impedâncias, nas formas de distâncias do trecho de via, declividades, tempo, dentre outras) a cada destinação ou assumir um raio de pesquisa infinito, para o estudo de toda a cidade.

Às destinações podem corresponder pesos representados por quantitativos como o número de empregos abrigados nos edifícios, ou a área construída acessível ou outras variáveis de interesse na análise de alcance de cada edifício.

Visualmente, a figura 7 mostra como a centralidade por alcance de uma edificação i é calculada através do somatório de outras edificações atingidas num raio r de 150 metros, percorrido sobre as vias. A edificação i , no caso, possui a centralidade de alcance de 86, que indica o número de entradas de edifícios acessados na distância de 150 metros.

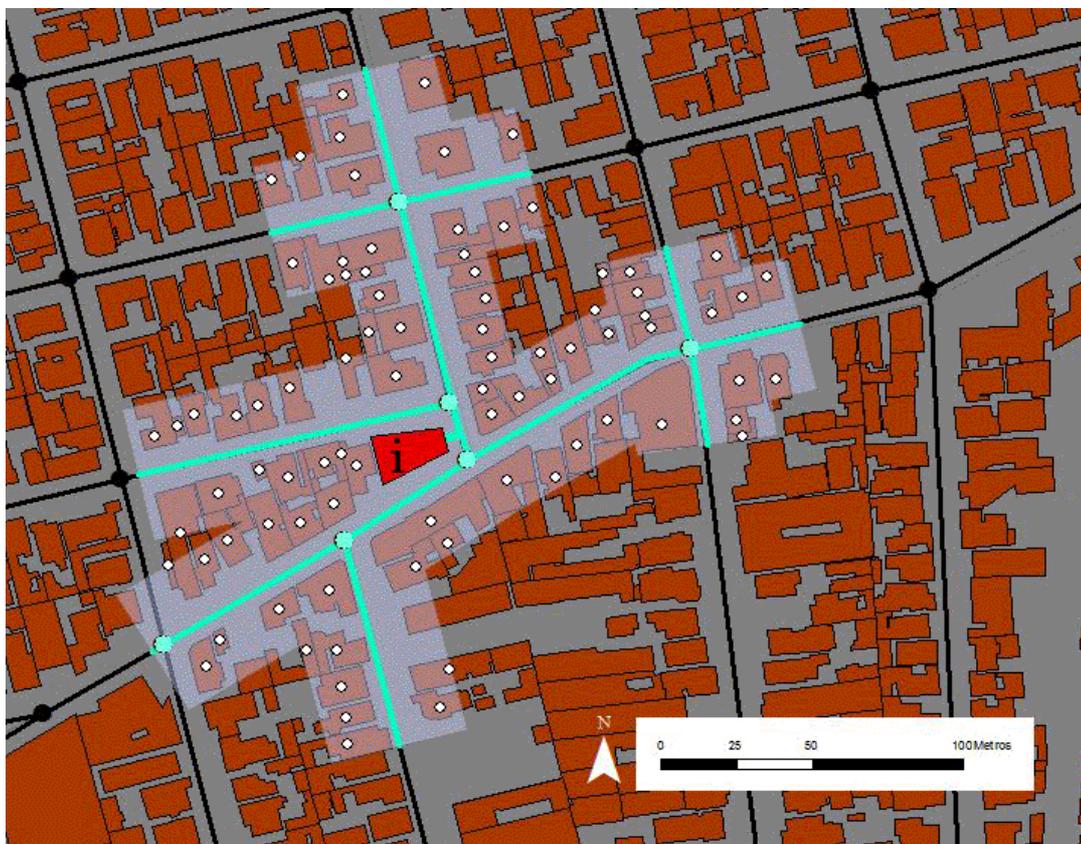


Fig. 7 – Cálculo de alcance para edifício i num raio r .

Fonte: o autor (2016).

A Centralidade por alcance pode ser definida pela expressão (1):

$$R^r[i] = |\{j \in G - \{i\} : d[i,j] \leq r\}| \quad (1)$$

Onde:

$d[i,j]$: o caminho mais curto entre os nós i e j no grafo G ;

$||S||$: a cardinalidade do conjunto S .

Se os nós no grafo G possuem pesos, então a centralidade de alcance pode ser definida conforme a expressão (2):

$$Reach[i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}, d[i,j] \leq r} W[j] \quad (2)$$

Onde:

$W[j]$: o peso do nó.

Para se calcular a centralidade de alcance considerando, por exemplo, a área construída do edifício alcançado, uma coluna na tabela respectiva pode conter esse atributo. A centralidade por alcance mediria então, a área total edificada alcançada. Para capturar o alcance das atividades ou uso do solo, pode-se considerar como peso o número e tipo de empregos, ou os tipos de estabelecimentos ou ainda o número de residentes dos edifícios do entorno.

O resultado do cálculo das centralidades para os edifícios da área em estudo se mostram na figura 8.

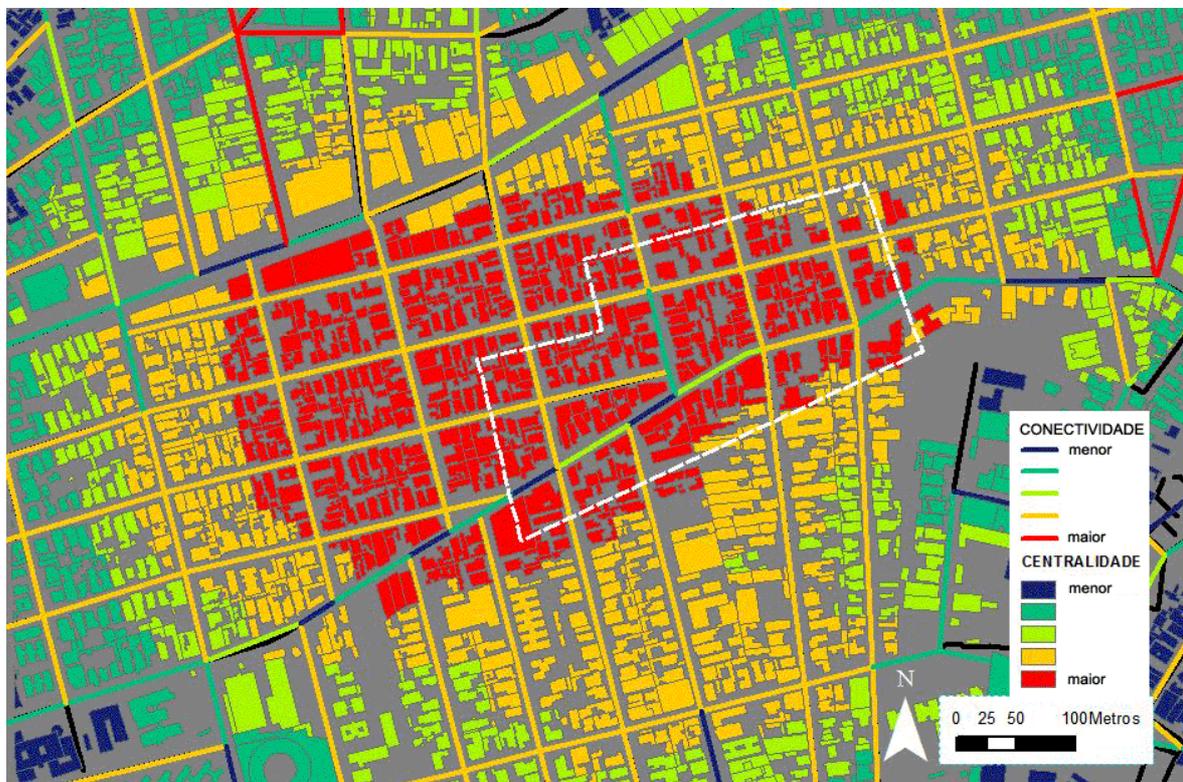


Fig. 8 – Centralidade por alcance, impedância=comprimento da via, $r=800$ metros.

Fonte: o Autor, 2017.

Devido à ausência de informações acerca do tipo de uso de cada edificação não foi utilizada a composição dos pesos de acesso e não havia sentido em considerar-se a área total construída. O valor do raio de 800 metros corresponde à caminhada de uma pessoa em 10 minutos, considerada aqui o equivalente inglês da “walking distance” (CORTRIGHT, 2009). Comparativamente ao mapa da figura 5, percebe-se que o tempo médio para alcance das unidades de saúde seria de 30 minutos. Esta análise permitiu concluir sobre a nucleação da vizinhança sobre a área estudada e a necessidade do implemento da facilidade de acesso a parques, outros lugares públicos e unidades de saúde.

4.1.2 Centralidade por intermediação (Betweenness)

O termo “Betweenness”, usado nas teorias das redes (BOLLOBÁS, 1998) é traduzido aqui como centralidade por intermediação ou ainda índice de acessibilidade pela menor rota. Significa a quantidade das menores distâncias entre pares de edifícios, numa malha urbana G , que passa pelo edifício i . Esse conceito foi trasladado da sociometria, que o considerava como uma representação da centralidade social, em pequenos grupos. O entendimento intuitivo deste índice é o de que um ponto de uma rede de comunicações é central quando ele está situado entre a maior soma de pares de pontos com menor distância passando por ele. BAVELAS (1948) sugeriu, por exemplo, que quando uma pessoa está socialmente posicionada de forma estratégica, tal que sua posição conectasse ao maior grupo de outros pares com menores distâncias passando por si, essa pessoa é o centro da rede social. Esse conceito passou por uma série de revisões até que FREEMAN (1977, 1978) o trasladou para uma fórmula simplificada (3) onde, finalmente, o índice de acessibilidade pela menor rota é capaz de estimar o quão circundado pelos menores percursos, entre determinadas destinações ou origens, cada edifício está:

$$Betweenness[i]^r = \sum_{j,k \in G - \{i\}, d[j,k] \leq r} \frac{n_{jk}[i]}{n_{jk}} \cdot W[j] \quad (3)$$

Onde:

$Betweenness[i]^r$: a centralidade por intermediação do edifício i através de um raio de pesquisa r ;

$n_{jk}[i]$: número dos caminhos mais curtos do nó j para o nó k que passa pelo nó i ;

n_{jk} : é o número total de caminhos mais curtos que vão de j a k .

A centralidade por intermediação é usada para estimar o maior potencial de edifícios pelos quais poderão passar mais transeuntes na rede urbana. Se o atributo de peso com dados demográficos para os cruzamentos é utilizado, então essa centralidade será capaz de capturar o potencial particular de transeuntes de uma tipologia demográfica de um edifício. Por exemplo, se conhecermos esse índice no horário de pico matutino, relativamente ao acesso dos pontos de ônibus ou estações de metrô até os locais de trabalho, podemos então calcular o número de viagens regulares entre os edifícios e os referidos pontos de acesso estudados. Portanto, esse índice pode estimar o número provável de trajetórias que esses tipos de viagem acarretam, indicando quais edifícios estão mais próximos dos menores percursos desde os pontos de ônibus/metrô até si.

A figura 9 resultou do cálculo de intermediação com os mesmos parâmetros da centralidade por alcance. Confirmou que o trecho escolhido para via de pedestres possui mais intermediação juntamente com alguns nós, mas que toda área tem boa intermediação, devido ao caráter de ortogonalidade das vias. Permitiu observar quais

pontos de ônibus existentes precisam ser movidos para garantir a eficiência no acesso à área e deixou em evidência pontos de baixa centralidade de intermediação, justificados pelos equipamentos próximos.



Fig. 9 – Centralidade por intermediação e localização das paradas de ônibus atuais.
Fonte: o Autor, 2017.

4.1.3 Centralidade por atração (*Gravity*)

Enquanto a centralidade por alcance conta o número de destinações em volta de cada edifício através de um dado raio de pesquisa, as centralidades por atração mensuram fatores adicionais na impedância requerida para se alcançar cada destinação.

Introduzida por HANSEN (1959), a centralidade por atração ou índice de gravidade permanece ainda hoje como uma das medidas mais populares para avaliação da acessibilidade em transporte. Trata da medida de acessibilidade a um edifício i numa malha urbana como sendo diretamente proporcional aos pesos que os outros edifícios assumem, em algum grau, como atratores, e inversamente proporcional à distância a eles. Portanto, consegue capturar simultaneamente a atração dos destinos e a impedância (custo, em distância, tempo ou outros fatores gravitacionais) dos trajetos necessários para atingi-los através da expressão (4):

$$Gravity[i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}, d[i,j] \leq r} \frac{W[j]}{e^{\beta \cdot d[i,j]}} \quad (4)$$

onde:

$Gravity[i]^r$: índice de gravidade do edifício i em um raio r através do grafo G ;

$W[j]$: peso da destinação j ;

$d[i,j]$: distância geodésica entre os dois nós;

β : exponencial de diminuição do efeito atrator.

O que torna esse índice muito útil é a possibilidade de se pesquisar indicativos específicos para a mobilidade, como acesso universal, graus de acessibilidade ampliando sua aplicação para outros campos, na possibilidade de se conhecer o campo gravitacional das edificações utilizando-se das informações mais objetivas às mais abstratas, que funcionarão como atratores. Espaços turísticos, espaços obesogênicos, para a saúde urbana, espaços de desordem urbana, são alguns exemplos, dentre outros. O cálculo da centralidade por atração na área estudada revelou uma homogeneidade por não ter havido tempo para formulação de indicativos válidos como pesos atratores dos edifícios. O cálculo foi feito nos mesmos moldes dos testes anteriores, e o uso da área total construída não mostrou muita diferença do resultado apresentado na figura 10.



Fig. 10 – Resultado do cálculo por atração: homogeneidade
Fonte: o Autor, 2017.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Um anteprojeto foi elaborado utilizando inicialmente o apoio das informações obtidas pela análise axial das vias, através do software DepthMap © (TURNER, 2013), para fortalecer a conceituação e soluções dos problemas principais. Com isso, leitões de rua foram convertidos em trechos de passeios públicos, espaçadamente, ao longo da Rua Padre Eustáquio, seguindo o esquema da figura 4. Três paradas de ônibus foram relocadas para os pontos 6 e 7 da figura 9. Os segmentos compostos pelos pontos 10 e 18 continuaram com o tráfego e as paradas originais, interrompendo a via preferencial de pedestres da Rua Padre Eustáquio, que, na sequência, recebeu quiosques para feiras e serviços. As vias com passeios inferiores a 1,50 metros foram alargadas, propondo-se a retirada dos elementos e obstáculos do percurso. Igualmente as proteções de paradas de ônibus em passeios de 1 metro de largura foram aumentadas. Estas propostas de alteração não consideram o impacto nos sistemas de circulação de ônibus e automóveis para todo o município e indicam que mudanças na localização de pontos de ônibus influenciam no desempenho da linha, sugerindo que a retificação local seja acompanhada por planos globais para todo o município.

Atividades mantenedoras de integração social foram propostas para ocupar as

centralidades de maior intermediação, reforçando sua condição configuracional de agregação da maior quantidade de pares de menores percursos (2 e 3 da figura 9).

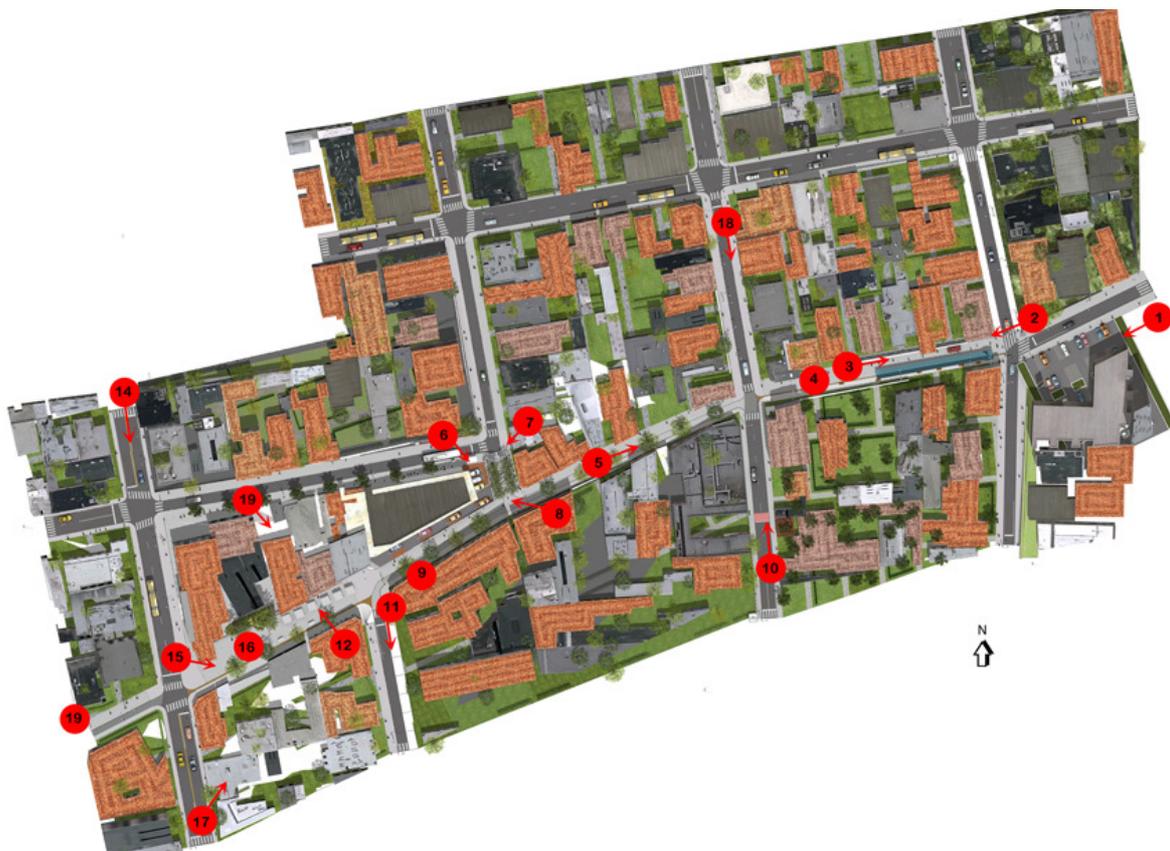


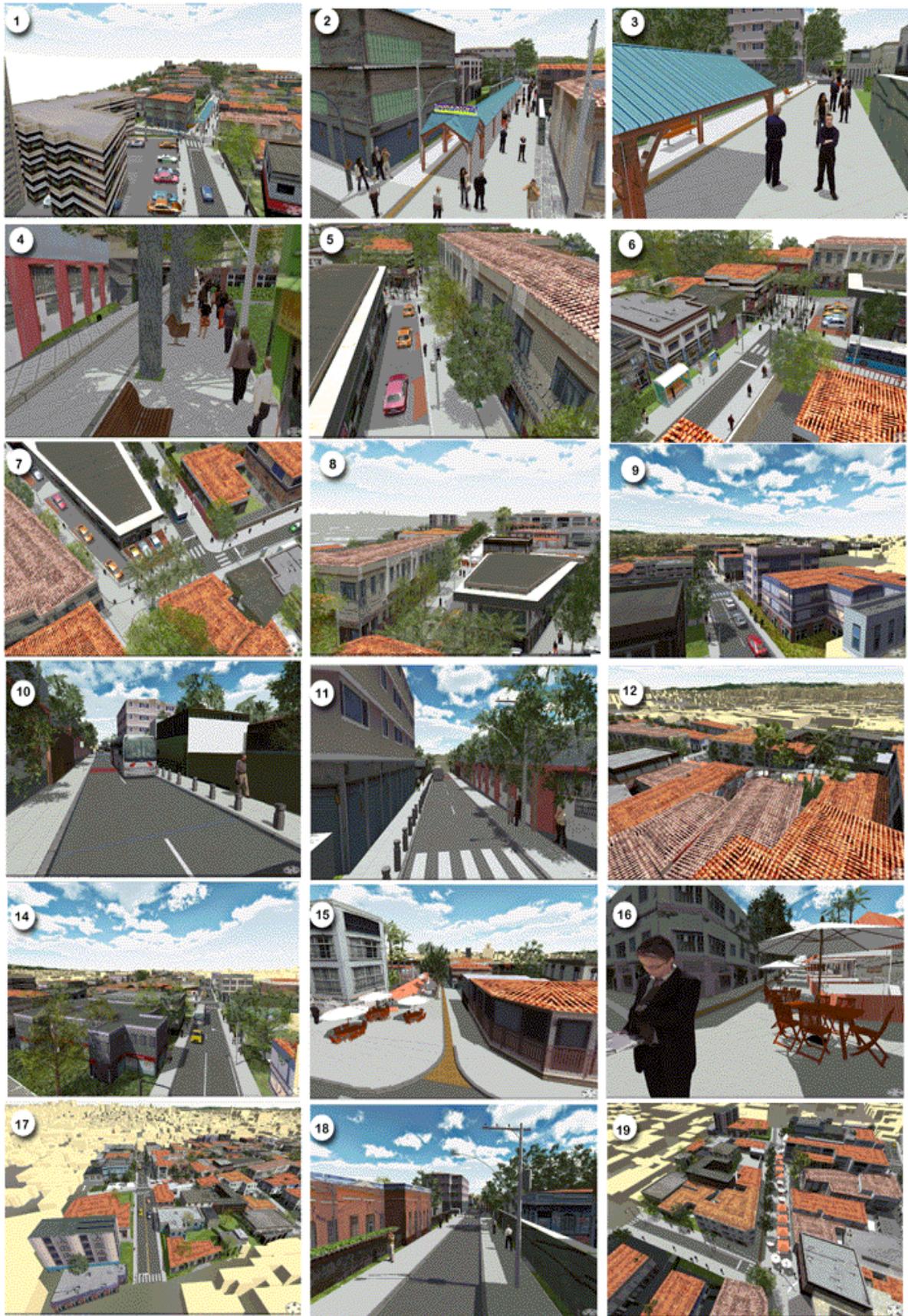
Fig. 11 – Planta Geral da proposta

Fonte: o Autor, 2017.

Ruas em que se localizavam grupos escolares ou outras instituições tiveram o passeio protegido por *bollards*, e sonorizadores no leito das vias, para automóveis. Para o segmento de rua marcado em 6,7 e 8 na figura 11 e 12 é proposto um pequeno ponto de mudança de modal de transporte público, incluindo um micro-ônibus que terá a função de conectar a área estudada aos centros de saúde mostrados na figura 6.

Vale acentuar que todos os recursos e elementos integrantes da acessibilidade universal foram utilizados de acordo com a normalização brasileira e internacional, não cabendo discutir o custo de implantação para área tão pequena. Pisos táteis e travessas especiais, sinalização com fala gravada, e sensores de presença constam na proposta em questão.

Uma ideia mestra frisou todos os planos de decisão do projeto: a melhoria da mobilidade não pode se dar com aditivos projetuais ou medidas temporárias ou, ainda, medidas consideradas “*mais baratas*”, que atuam como paliativos à frontalização que deve ser feita à cultura da preferência de uso do carro privado no Brasil. Tem-se a hipótese de que propostas sem as bases corretas de estudo do contexto a ser trabalhado não consigam convencer a população de que sua qualidade de vida aumentará, da mesma forma como os setores da mídia de empresas de transportes municipalizados já não são consideradas informações verdadeiras, pois já caíram no descrédito popular, considerando o quadro brasileiro atual.



**Fig. 12 – Perspectivas da visão Geral da proposta geradas pelo software CityEngine
© (ESRI, 2015)
Fonte: o autor, 2016.**

6 CONCLUSÕES

O instrumental utilizado encorajou a tomada de decisões não provisórias e nem paliativas, francamente priorizando o acesso do pedestre na região. A observação da centralidade por alcance foi interpretada como uma ancoragem para a representação social solidária no enfrentamento de interesses conflituosos que a população pudesse vir a ter.

A centralidade de alcance, quando calculada com os pesos atribuídos por dados conhecidos sobre a população local, poderia definir com clareza a extensão de diversas centralidades e sua condução política, como por exemplo, definir com clareza a representação dos setores sociais do local nas discussões de redução de vagas de estacionamentos, por exemplo, ou outras políticas mais amplas para o sistema municipal.

A centralidade por intermediação foi considerada a métrica mais rica por evidenciar os nós e percursos mais acessados, propensos à difusão da informação, comércio, saúde e lazer, além da situação lógica para as paradas dos transportes coletivos. Apesar disso, não se teve acesso a nenhum dado que justificasse a adoção do peso para a impedância de chegada aos destinos. Igualmente, como se mencionou, o impacto local de tais mudanças deveria ser acompanhado por planos globais de melhoria da acessibilidade municipal.

A centralidade por atração foi a menos informativa, mas simultaneamente deslindou um potencial enorme no conhecimento desse fenômeno, evidenciando a dependência da estimação, por pesquisa, dos indicadores de atração, que podem ser estabelecidos segundo a intenção do estudo de acessibilidade.

Todas essas observações permitem concluir que os elementos e informações localizados, relativos aos moradores e não capturados pelo censo, quando conjugados com as novas métricas expostas e ajustados com planos globais para o município, podem auxiliar na efetivação da mobilidade urbana do Brasil. Os potenciais mencionados indicam futuras pesquisas que podem ser preciosas na ajuda da diminuição das iniquidades ao acesso aos locais das cidades Brasileiras.

7 AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e ao CNPq, pelo apoio financeiro às pesquisas que são base deste artigo.

8 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. R. M. DE et al. Collective public transportation: discussing accessibility, mobility and quality of life. **Psicologia & Sociedade**, v. 23, n. 3, p. 574–582, 2011.

BARABASI, A.-L. Linked: How everything is connected to everything else and what it means. **Plume Editors**, 2002.

BAVELAS, A. A Mathematical Model for Group Structures. **Human organization**, v. 7, n. 3, p. 16–30, jul. 1948.

BHTRANS. **Minuta do relatório de Plano de Gestão da Demanda e Melhoria da Oferta da Revisão do PlanMob-BH**. Belo Horizonte: EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE S/A BHTRANS, 2016. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=10672260.PDF>.

- BOLLOBÁS, B. **Modern Graph Theory**: [s.l.] Springer New York, 1998.
- CAVALCANTE, G. V. **Ciência das Redes: Aspectos Epistemológicos**. Doutor—[s.l.] UnB, 2009.
- CORTRIGHT, J. **Walking the Walk: How Walkability Raises Home Values in U.S. Cities**, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.climateplanca.org/WalkingtheWalk.pdf>>
- ESRI. **Arcgis**. Disponível em: <<https://www.arcgis.com/features/index.html>>. Acesso em: 12 out. 2016.
- ESRI. **Arcgis**. Disponível em: <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/service-area.htm>> acesso em: 20 set 2015
- FREEMAN, L. C. A Set of Measures of Centrality Based on *Betweenness*. **Sociometry**, v. 40, n. 1, p. 35–41, 1977.
- FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social networks**, v. 1, n. 3, p. 215–239, 1978.
- HANSEN, W. G. How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American Institute of Planners**, v. 25, n. 2, p. 73–76, 1959.
- HILLIER, B. **Spatial Sustainability in Cities**. (Koch, D. and Marcus, L. and Steen, J., Ed.) Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium. **Anais...** In: 7TH INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM. Royal Institute of Technology (KTH), 2009
- IBGE**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=310620&search=minas-gerais|belo-horizonte|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em: 12 out. 2016.
- LEI 12.587. **Brasil**. Brasília: Governo Federal do Brasil, 2012.
- PBH. **DECRETO Nº 15.317 - Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob-BH**. Disponível em: <<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1106431>>. Acesso em: 2017.
- SEVTSUK, A. **Path and Place: A Study of Urban Geometry and Retail Activity in Cambridge and Somerville, MA**. Ph.D.—[s.l.] MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY , 2010.
- SEVTSUK, A.; MEKONNEN, M. Urban network analysis. **Revue internationale de géomatique—n**, 2012a.
- SEVTSUK, A.; MEKONNEN, M. **Urban network analysis: a new toolbox for measuring city form in ArcGIS**. Proceedings of the 2012 Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design. **Anais...**Society for Computer Simulation International, 26 mar. 2012b. Acesso em: 10 jan. 2017
- SMITH, J. W.; FLOYD, M. F. The urban growth machine, central place theory and access to open space. **City, Culture and Society**, v. 4, n. 2, p. 87–98, 2013/6.
- SOUZA, R. C. F. DE et al. Viver próximo à saúde em Belo Horizonte. **Cadernos MetrÓpole**, v. 18, n. 36, p. 326–344, 2016.

TURNER, A. **DepthmapUK** University College of London, , 2013. Disponível em:
<<http://www.spacesyntax.net/software/ucl-depthmap/>>

UN-HABITAT. **Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements 2013**. [s.l.] Routledge, 2013.

ZHONG, C. et al. Detecting the dynamics of urban structure through spatial network analysis. **International journal of geographical information science: IJGIS**, v. 28, n. 11, p. 2178–2199, 2014.