

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

PROCESSO 470721/2014-6

Relatório Técnico

Título do Projeto:

ESTRATÉGIAS PARA DIMINUIÇÃO DA EMIGRAÇÃO EM
PROJETOS URBANOS CONSORCIADOS

Renato Cesar Ferreira de Souza

junho de 2018

Índice

Introdução

1. Objetivos iniciais

1.1. Objetivos específicos

1.2. Alteração do campo de coleta de dados da pesquisa

2. Novos Objetivos

3. Metodologia

3.1. Ajustes metodológicos

4. Escopo teórico

4.1. A análise configuracional

4.2. A saúde urbana

4.3. A análise de redes urbanas

4.3.1 Espaço visível

4.3.2. Axialidade

4.3.3. Integração

4.3.4. Núcleo integrador

4.3.5 Movimento Natural

4.3.6. Conectividade

4.3.7. Integração local

4.4. A análise de centralidades da morfologia urbana

4.4.1. Reach

4.4.2. Gravity

4.4.3. Betweenness

4.4.4. Closeness

4.4.5. Straightness

5. Produtos gerados

5.1. Três Análises

5.1.1. Vila são Vicente

5.1.2. Senhor dos Passos e Pedreira Prado Lopes

5.1.3. São João Batista

5.2. Análise dos 3 casos

6. Network Analysis para estudo do acesso à saúde

6.1. Resumo

6.2. Introdução

6.3. Problematização

6.4. Estudo de caso

6.5. Método

6.6. Resultados e análises

6.7. Conclusões

7. Análise configuracional e sobreposição de dados censitários para proposta de melhoria de setor urbano

7.1. Resumo

7.2. Introdução

7.3. O Problema

7.4. Objetivos

7.5. Características da área

7.6. As novas métricas

7.6.1. Centralidade por alcance (Reach)

7.6.2. Centralidade por intermediação (Betweenness)

7.6.3. Centralidade por atração (Gravity)

7.7. Análise dos resultados

7.8. Conclusões

8. Cálculo da mobilidade ativa (walkability)

8.1. Resumo

8.2. Introdução

8.3. Questões metodológicas

8.4. O estudo de Caso

8.5. Análise

8.6. Conclusão

9. Conclusões finais

10. Referências

Introdução

O presente Relatório Técnico contém a síntese do projeto "*Estratégias para diminuição da emigração em projetos urbanos consorciados*", com auxílio concedido pelo CNPq a este pesquisador conforme consta no processo 470721/2014-6.

Na proposta originalmente apresentada ao CNPq, o principal objetivo é o de pesquisar processos e estratégias para diminuir os movimentos de emigração voluntários, de setores sociais mais fragilizados que se localizavam em aglomerados urbanos subnormais incluídos no interior dos limites da Operação Urbana Consorciada Antônio Carlos / Pedro I - Eixo Leste-Oeste / Vale do Arrudas - na época chamado plano NovaBH (Cartilha da Prefeitura de Belo Horizonte, 2013) na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. O plano urbanístico encontra-se detalhado em documentação acessível no site da Prefeitura de Belo Horizonte (2013)¹, e seu esquema corresponde à figura 1. Esse plano foi apresentado à população belorizontina em outubro de 2013, declarando-se que iria melhorar a cidade utilizando como referência a Operação Urbana Consorciada (OUC), política urbana determinada pela lei 10.257 de 10 de julho de 2001 (PRESIDÊNCIA DA

¹ Cf.:

<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/noticia.do?evento=portlet&pAc=not&idConteudo=129779&pIdPlc=&app=salanoticias>

REPÚBLICA, 2001). O Plano Urbanístico da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2013) define a OUC da seguinte forma:

"Operação Urbana Consorciada é o conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo Poder Executivo Municipal, com a participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, com o objetivo de alcançar transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e valorização ambiental, podendo ocorrer em qualquer área do Município." (PBH, 2013b)

Também explicou-se à população como a OUC-NOVABH seria viável financeiramente:

"o mercado compra potencial construtivo (direito de construir) para utilizar em áreas para as quais a Prefeitura quer direcionar o crescimento da cidade e com esses recursos, a Prefeitura investe na requalificação urbana e em equipamentos sociais no território da operação" (Cartilha Novabh, 2013, pag. 9).

Resumidamente, tratava-se, portanto, de um título mobiliário emitido pelo Executivo Municipal, que seria adquirido em oferta pública, em ambiente de Bolsa de Valores. A emissão desses títulos seria regulada e fiscalizada pela Comissão de Valores Mobiliários. Deveria ser utilizado, obrigatoriamente, no pagamento de contrapartida de outorga onerosa de direitos adicionais de construção e de outros benefícios urbanísticos, somente e especificamente na área da operação urbana consorciada a que se referisse.

O preço do mercado decorreria, segundo políticos e planejadores, da interação entre essa oferta e a demanda por parte do segmento imobiliário.

[Figura 1: Plano NovaBH, fonte \(PBH, 2013\)](#)

O estudo de viabilidade dos títulos para a OUC da NovaBH encontrava-se explicado detalhadamente no documento “Estudo de Viabilidade 28.551/13” (“Operação Urbana - BH - AMARAL D’AVILA”, 2016).

Como o plano NovaBH foi criado em determinação à lei 10.257 de 10 de julho de 2001, o Estatuto da Cidade (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2001)), não houve, precedentes, até então, para experimentar esta política urbana na cidade de Belo Horizonte, até 2010, quando o plano foi apresentado ao público.

Mesmo enfatizando que se tratava de um conjunto de dispositivos que deveriam ser aprimorados para remover as iniquidades sociais e econômicas e concentrar a população da cidade, o plano encontrou resistência à aceitação dos setores envolvidos, empresas e população. Igualmente, mesmo tendo a prefeitura procurado estabelecer um diálogo com a sociedade civil e os demais setores, os desgastes políticos demonstraram a necessidade de se encontrar meios mais eficientes, igualitários e menos burocráticos no que diz respeito à participação popular nos processos decisórios. Aquele debate continuou, discutindo os novos paradigmas de uso

e ocupação do solo, sua racionalização e dos diversos sistemas urbanos, bem como a utilização de instrumentos para coordenar o adensamento a favor de um ambiente urbano que deveria ser mais saudável, socialmente mais justo e menos poluidor.

As controvérsias sobre o plano podem ser compreendidas historicamente entendendo-se os processos políticos e os resultados precedentes de outros planos em outras regiões do Brasil. Coincidindo com o processo de redemocratização brasileiro, as primeiras propostas de Operações Urbanas surgiram no Brasil na década de 1980, por influência pelas parcerias público-privadas da Europa e Estados Unidos que lá se iniciaram desde a década de 1960. Ocorrendo muito mais tarde aqui no Brasil, a criação deste instrumento teve quatro razões:

- a falta de recursos públicos para realizar investimentos de transformação urbanística das áreas;
- a convicção de que investimentos públicos geram valorização imobiliária que pode ser captada pelo poder público;
- a convicção de que o controle do potencial construtivo poderia ser uma espécie de moeda que o poder público poderia contar para participar da operação, construindo as benesses de contrapartida;
- e uma dura crítica feita por envolvidos no planejamento da cidade e cidadãos às estratégias correntes de controle de uso e ocupação do solo no sentido de sua incapacidade de captar singularidades das

regiões e da diversidade dos cenários urbanos bem como em promover um verdadeiro redesenho urbano de qualidade, sem replicar a morfologia urbana mecanicamente com os mecanismos existentes e ultrapassados de planejamento.

Mas uma das primeiras assertivas contra essas operações no Brasil, segundo Maricato e Ferreira (2002), é que sua utilização produzira um modelo de cidade que satisfaria mais aos interesses do capital imobiliário, reproduzindo e agravando ainda mais os problemas sociais.

“A maioria das nossas grandes cidades está imobilizada do ponto de vista financeiro. Associe-se a isso a falência do paradigma de planejamento modernista/funcionalista e a força ideológica dos argumentos neoliberais, e entende-se porque a efetivação de parcerias com a iniciativa privada passa a ser vista como uma tábua de salvação para muitas prefeituras, sejam elas conservadoras ou progressistas.”

Maricato e Ferreira (Op. Cit.).

Ainda segundo estes autores, as operações urbanas se mostravam como um instrumento capaz de gerar melhorias sociais, garantir a função social da cidade e coordenar os diversos agentes produtores do espaço num processo democrático. Mas, a contar pelo histórico das iniciativas públicas, na prática,

"é inegável que no caso das Operações Consorciadas a iniciativa privada ganha um papel de destaque, pelo volume de capital de que dispõe, em relação a um Estado pouco ágil do ponto de vista financeiro"

Maricato e Ferreira (Op. Cit.).

Assim, em 2010 foi aprovada a lei municipal nº 9.959/10 ("Diário Oficial do Município", [s.d.]) que revisou o Plano Diretor de Belo Horizonte e delimitou quase 30% do seu território para realização de Operações Urbanas Consorciadas, incluindo áreas que deveriam ser prioritariamente adensadas, lindeiras aos principais corredores viários recém melhorados, e entorno dos principais corredores de transporte coletivo, das novas estações de ônibus, e no eixo norte que apresentava potenciais de expansão urbana.

Em meio às polêmicas, a área para a operação urbana foi se modificando, segundo seus críticos, tendo em vista interesses privados que trariam segregação, higienização social, favorecimento do capital num brutal contraste com investimentos e soluções para as áreas periféricas da cidade, que precisavam de melhorias urbanas justificadas desde há muito.

Igualmente, podia ser percebido um descompasso entre as definições do plano, anunciadas pela mídia informada pela prefeitura, e os dados disponíveis sobre elas. Exemplo disso eram as áreas de zoneamento definidas no plano que descreviam de modo nebuloso e difuso as suas características a cada novo informe oficial.

Diante das pressões políticas da sociedade e com a intervenção do Ministério Público - que aconselhou que o projeto não fosse encaminhado à Câmara Municipal sem antes observar o que determinava a Constituição Federal no que tange a participação popular e divulgação de estudos técnicos - um acordo judicial foi feito, e o plano passou a chamar-se Operação Urbana Consorciada Antônio Carlos/Pedro I + Leste-Oeste (OUC ACLO).

[Figura 2: Infográfico indicando a origem da OUC ACLO posterior às ações de resistência que culminaram na intervenção do Ministério Público de Minas Gerais.](#)

[Fonte:](#) Salomão (2016)

Entretanto, a base do plano anterior continuou a mesma, com algumas modificações:

- (i) a inclusão das extremidades leste e oeste, como definido no Plano Diretor de 2010, que permitiria a aplicação de recursos originados pela OUC nessas áreas;*
- (ii) a revisão dos parâmetros das tipologias, que deveriam ser compatibilizados com as propostas da IV CMPU, desta maneira as áreas de amortecimento da OUC receberiam os parâmetros das categorias de estruturação urbana aprovadas na IV CMPU, tornando os parâmetros para a OUC dependentes da aprovação do novo Plano Diretor de Belo Horizonte;*
- (iii) o incentivo à tipologias habitacionais com apenas um banheiro e uma vaga de garagem voltadas ao usuário de transporte público;*
- (iv) a previsão de etapas para implementação da OUC, garantindo a redistribuição de recursos de áreas superavitárias para áreas deficitárias;*

- (v) o aprimoramento do Plano de Atendimento Econômico Social;*
- (vi) a realização do leilão dos CEPACs em etapas de acordo com a execução das obras, permitindo maior recuperação da mais-valia fundiária;*
- (vii) a definição da estrutura de gestão, dividida em um grupo de gestão geral e um grupo de gestão local referente a cada setor da OUC; e finalmente,*
- (viii) a previsão de construção de habitação de interesse social (HIS) com recursos da OUC.*

Neste último item houve uma alteração considerável, uma vez que a proposta para Habitação de Interesse Social (HIS) definida no Plano inicialmente limitava a produção pública do reassentamento das famílias removidas em função de obras e do investimento em áreas de vilas, favelas e loteamentos irregulares, no interior da área estabelecida, sempre quando fossem necessárias intervenções que melhorassem a articulação destas áreas com outras intervenções urbanas previstas no plano, ainda que estivessem àquela época, pouco definidas. A revisão da proposta original do plano destinou recursos diretos à produção pública de HIS, sendo 70% deles para o atendimento da faixa de renda de 0 a 3 salários mínimos. Em relação à produção de HIS pela iniciativa privada, antes o incentivo para o setor privado era a geração de 1 Certificado de Potencial Adicional de Construção (CEPAC) para cada 5 m² de HIS construído. Já o plano reformado oferecia agora 100% da área líquida do empreendimento de HIS em potencial construtivo para qualquer área da OUC.

Mas esta adaptação do plano, a despeito das medidas declaradas para ajustá-lo às pressões generalizadas, paralisou-se em 2015, sendo que seus grupos de trabalho para elaboração de instrumentos de gestão, discussão de parâmetros urbanísticos e apresentações e audiências públicas não continuaram desde então (“Operações Urbanas Consorciadas | Prefeitura de Belo Horizonte”, [s.d.] atualizado em 16/04/2018 | 15:41).

Para esta pesquisa, portanto, esse cenário dinâmico de embates políticos, modificações e indefinições, juntamente com questões estruturais da Escola de Arquitetura da UFMG interferentes na infraestrutura dos pesquisadores criou a necessidade de procedimentos novos para manter o objetivo principal deste trabalho: pesquisar processos e estratégias para diminuir os movimentos de emigração voluntários, de setores sociais mais fragilizados, no município de Belo Horizonte, utilizando sobretudo a tecnologia da informação. O final previsto da pesquisa, iniciada em 2014, dar-se-ia em 2016. Esse relato introdutório elucida as mudanças do campo original pesquisado e a expansão de objetivos correlatos ao objetivo central.

Este relatório está estruturado em 10 seções que compreendem aos objetivos da pesquisa, sendo que a partir da seção 6 os campos de estudo de caso abrem-se para outras regiões fora do plano NOVABH mas utilizando os procedimentos metodológicos e o quadro teórico da pesquisa. Assim, a numeração das figuras refere-se à seção e é reiniciada. Atendendo o imperativo do CNPq em reduzir os arquivos em upload, as figuras

encontram-se na forma de links. Uma conclusão final é apresentada, sugerindo a importância dos estudos elaborados e de novas pesquisas a serem encaminhadas.

1. Objetivos iniciais

Como mencionado, o objetivo inicial é pesquisar processos e estratégias para diminuir os movimentos de emigração voluntários no município de Belo Horizonte, de setores sociais mais fragilizados, utilizando como escopo teórico a análise sintática da morfologia urbana (Space syntax), os impactos sobre a população (principalmente a saúde urbana) e a tecnologia da informação como suporte para viabilizar o tratamento e compreensão dos dados.

Para tanto foram gerados pelo menos três pré-projetos estratégicos que objetivam a contenção dos processos emigratórios humanos resultantes da valorização econômica ocasionada pelas melhorias urbanas previstas no OUC NovaBH (na primeira forma do plano). Estas estratégias referem-se ao estudo e fornecimento, por parte da pesquisa, de alternativas aos traçados iniciais dos projetos de desenho urbano propostos para os 10 setores da OUC, onde uma análise espacial, nos moldes da Space Syntax Theory (HILLIER, 2009), foi feita e decodificada, analisando o estado de conectividade dos espaços públicos e das vias públicas de três recortes urbanos críticos, de forma a eliminar conflitos prováveis entre as formas

sociais pré-assentadas programaticamente em tais espaços (zoneamentos) ou utilizar a estratégia de propor o assentamento de atividades e comunidades em coerência com o estado de integração topológica indicado nos estudos configuracionais.

Os pré-projetos têm a forma de estudos em folhas formato A3, que podem ser impressas pelos interessados, inclusive os executores da OUC nos escritórios locais. Essas folhas contém textos e desenhos, justificativas e explicações, contextualizando a proposta e elucidando claramente a razão do que foi analisado, desenhando preliminarmente sistemas viários, equipamentos urbanos, mobiliário, parques e praças, mesmo que em forma diagramática. As justificativas foram apresentadas utilizando-se os estudos de sintaxe espacial, mapas com setores censitários na base de dados do IBGE 2010, na base de dados e pesquisa Origem e Destino de 2012, da Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A., fotodocumentação e interpretações dadas pelo processo de leitura de especializações² (MALARD, 1992; SOUZA et al., 2002; SOUZA, 1998).

1.1. Objetivos específicos

Através dos estudos de caso desenvolvidos, foram identificados ao menos três indicadores de categorias relacionadas à saúde urbana em termos de

² A espacialização refere-se ao modo de ser, no espaço, de um fato social. É a forma físico-espacial de um acontecimento. Por isso ela "significa" esse acontecimento. Uma espacialização revela não somente a estrutura organizacional da atividade como a estrutura de poder da comunidade. Por exemplo, na disposição de mobiliários e equipamentos numa sala de aula, pode-se "ler" a atividade aula expositiva, com todas as suas implicações da pedagogia do que sabe e do que aprende. (Souza, 2002) Cf.: [em coletânea Habitare Finep](#)

processos de desenraizamento e estados mentais alienados (ver abaixo). A partir dessas categorias, estava prevista a criação de um web-aplicativo que permitiria o uso desktop, mas também o uso universal da telefonia móvel, possibilitando aos usuários fotografarem suas experiências e postá-las, numa rede georreferenciada, testando a criação de uma rede social. Esse objetivo forneceu elementos para um estudo de caso, abordando a hipótese do poder interferente efetivo da Tecnologia de Informação na retenção dos cidadãos nos seus respectivos lugares e na ampliação do processo de apropriação do espaço público como processo de enraizamento, sanidade mental e de educação ambiental.

1.2. Alteração do campo de coleta de dados da pesquisa

À época da aprovação desta pesquisa no CNPq, o plano OUC-NOVABH focalizava 36 áreas de formação urbana subnormal (favelas e comunidades), com populações vulneráveis, incluídas no interior de sua proposta.

[Figura 3: Correlação entre áreas subnormais e percentual ocupado por elas, nas áreas oficiais dos bairros.](#) Fonte: os autores, 2014.

Estas áreas sofreriam com o impacto das modificações urbanas, e potencialmente poderiam gerar movimentos emigratórios voluntários, resultando provavelmente no espalhamento periférico da população, sua segregação social e econômica, e outras problemáticas, como apontou

Carlos Nelson dos Santos (1981), aquilatando-se agora as interferências na Saúde Urbana, campo de conhecimento emergente no momento. A Saúde Urbana foi incluída muito recentemente nas universidades brasileiras como parte do estudo da epidemiologia em meados da década de 2010, e sua aplicação na pesquisa foi justificada a partir das observações das desordens mentais e comportamentais estudadas por Simmel (1987), o processo de “*desenraizamento*” conceituado por Simone Weil (1979), a “*Teoria das janelas quebradas*” advinda da experiência novaiorquina (BOQUET et al., 2016; CULLEN; WILCOX, 2010; SAMPSON; RAUDENBUSH, 1999) dentre outros autores.

Diante de um campo de pesquisa com demarcações insólitas, diante das constantes mudanças anunciadas pelo setor de mídia da prefeitura, e com o avanço da crise política nacional da atualidade, a equipe de pesquisa decidiu modificar seus recortes urbanos de estudo e estender para toda a cidade a aplicação de estratégias anti-emigratórias diante de melhorias urbanas, fossem ou não conduzidas por Operações Consorciadas do poder público. Não se pretendia pesquisar o cenário tumultuado de forças políticas e econômicas que se digladiavam acerca da financeirização do espaço urbano. Já em 2015, tal assunto encontrava-se saturado de pesquisas, ensaios e opiniões. À equipe de pesquisa interessava procurar questões objetivas do desenho urbano que, entrelaçadas com os aspectos políticos e socioeconômicos e da saúde urbana, poderiam levar às estratégias de

contenção, concentração e integração da população no espaço público. Dessa forma, pedimos um primeiro adiamento de seis meses, reformulando o campo da pesquisa e acrescentando aos objetivos estudar sobre a mobilidade ativa da cidade (*Walkability*) e sua correlação com os Índices de Vulnerabilidade da Saúde e a criminalidade. Tais estudos demandariam a consecução de bancos de dados secundários para a pesquisa, os quais não implicariam em necessidade de fomento adicional, mas apenas de um período maior para análise computacional e levantamentos de bibliografia específica. Portanto, ampliamos o campo e os objetivos da pesquisa, diante das peculiaridades da política urbana de Belo Horizonte.

2. Novos Objetivos

Foi proposta uma ampliação da abordagem, em vista do quadro anteriormente descrito, sendo que na primeira prorrogação de 6 meses da pesquisa, ampliou-se o campo e introduziu-se o estudo de indicadores de acessibilidade pela rede urbana e cruzamento dos índices da Vulnerabilidade à Saúde (IVS) com a análise de acesso às unidades básicas de saúde e estudos da correlação da criminalidade com as mudanças urbanas.

Entretanto, esbarramos com um problema estrutural, que justificou o pedido de uma nova prorrogação de mais seis meses: a direção da unidade que sedia o grupo de pesquisa (EAUFMG) tinha por certo a renovação da assinatura do software ARCGIS (ESRI, 2016a), essencial para o procedimento dos cálculos e posterior comparação com os setores urbanos

analisados. Isso porque o software livre Qgis (QGIS, 2011) impossibilitava o uso de algumas ferramentas fundamentais para análise. Conseguimos elaborar os elementos essenciais para o cálculo de acessibilidade pela rede urbana do município, mas, enquanto isso, problemas de ordem burocrática com o setor de compras da Escola de Arquitetura da UFMG e com a Procuradoria Jurídica da União atrasaram a compra do ARCGIS, que estava garantida, segundo a direção da escola, sem possibilidade de previsão. A assinatura do software mencionado venceu em fevereiro de 2016, e precisamos aguardar o ajustamento dos termos de sua compra. Nesse ínterim, ampliamos novamente o escopo de estudo da pesquisa, e propusemos estudar sobre as centralidades através do módulo Urban Network Analysis para o ARCGIS, pretendendo, tão logo efetuada a regularização do uso do software, proceder o estudo de centralidade de pelo menos 3 recortes estudados com o fito de encaminhar pesquisas futuras.

Devido a alguns fatores que consideramos intrínsecos à produção da pesquisa e ao seu encaminhamento e divulgação, um novo prazo de seis meses foi pedido. Tomamos um tempo para escrituração de novos artigos que foram publicados e apresentados em congressos nacionais e internacionais, todos derivados dos dados e estudos da pesquisa, e ainda temos alguns outros esperando a publicação, aceitos em congressos internacionais e nacionais. Discutindo com o grupo, justificamos esse pedido para expandir a crítica e análise do resultado, focalizando já a estruturação

do relatório final, o que contribuiria para difusão dos instrumentais, hipóteses e metodologias empregadas.

3. Metodologia

A metodologia a ser empregada foi:

- a) Redesenho de todo espaço público contido na OUC NovaBH para espaços urbanos convexos, objetivando extrair o mapa de axialidade do plano;
- b) Elaboração do mapa de axialidades, considerando o produto obtido da etapa anterior; marcação, em escala de cores, das distâncias topológicas dos eixos, com variação paramétrica da interferência de seus raios;
- c) Estudo, em software livre QGis, de fatores julgados reveladores das condições sociais dos moradores da OUC. A área do projeto foi sobreposta aos setores censitários, e os dados do censo 2010 foram estudados relativamente ao resultado das análises de axialidade obtida em b);
- d) Detecção de pelo menos três áreas onde a falta de congruência axial/social demonstram conflitos que possam ser resolvidos com o redesenho da malha urbana; Justificação;
- e) Estudo de caso dessas três áreas anteriores, com documentação fotográfica, mapas, análise Origem Destino, Dados censitários, leitura de espacializações (Malard, Souza, Op. Cit.), visitas de contato global ao local. A princípio, não se propunha utilizar entrevistas diretas com os usuários. O método de leitura de espacializações eliminaria essa estratégia. Poderia

haver a entrevista voluntária respondida através de site na internet, com o assentimento.

f) Criação de uma rede social abrigada em servidor da UFMG para registro de incidentes ambientais numa das áreas demarcadas.

g) Após 6 meses de implantação da rede social, analisar os seus registros, verificando sua correlação com a análise axial e os estudos de caso.

h) Elaborar relatório final contendo o quadro teórico e as três recomendações bem como a descrição e análise dos estudos de caso.

3.1. Ajustes metodológicos

O Plano de Trabalho foi ajustado com a segunda Prorrogação, e compreendeu a:

- Estruturação metodológica para obtenção de indicadores de mobilidade ativa: densidade residencial, comercial, indústrias, conectividade e declividade de vias, dentre outros.

- Análise da sobreposição de indicadores de mobilidade ativa agregados por setor censitário.

- Sobreposição da análise configuracional dos três setores escolhidos aos indicadores de criminalidade com estudo de uma sequência histórica das modificações urbanas.

- Aferição de métodos para predição de indicadores da morfologia urbana através de amostragem nos três setores estudados relacionando saúde urbana e criminalidade.

- Publicação em dois congressos internacionais sobre morfologia urbana e Digital Health.

- Análise com o módulo UNA Urban Network Analysis de três recortes urbanos das áreas da pesquisa, compreendendo as centralidades por Reach, Betweenness e Gravity, com a geração de devidas hipóteses explicativas na comparação dos resultados obtidos e uma visão geral do campo.

Para o período da terceira programação, ponderamos os seguintes métodos:

- Análise crítica das centralidades dos recortes urbanos das áreas da pesquisa, compreendendo as centralidades por Reach, Betweenness e Gravity, com a geração de devidas hipóteses explicativas na comparação dos resultados obtidos e uma visão geral do campo;
- Análise final de todos os produtos da pesquisa, diante das mudanças elaboradas devido aos fatores políticos intervenientes, validação das hipóteses com mostra de suas refutabilidades;
- Estruturação do relatório de modo claro e conciso de forma a sugerir pesquisas futuras derivadas de diversos tópicos que foram implicados na pesquisa;
- Redação e diagramação do relatório.

Para maiores esclarecimentos, uma lista de todos produtos alcançados será apresentada no corpo deste relato.

4. Escopo teórico

A seguir sumarizam-se os quadros teóricos que fundamentam o conjunto metodológico utilizado. Eles compreendem os quatro fundamentos epistemológicos da pesquisa, a saber, a análise configuracional, a saúde urbana, a análise de redes e a análise de centralidades, esta última possibilitada pelo uso de logaritmos antigos e recentes mas não usados até então pela falta de capacidade computacional para o cálculo de grandes áreas.

4.1. A análise configuracional

No espaço urbano, além das soluções formais e plásticas apresentadas nas variações geométricas, estão compreendidas as necessidades de defesa, as carências de tempo, os desejos simbólicos, os desejos de trocas, as demandas por mão de obra, dentre outros aspectos que impactam nas definições do traçado da geometria dessa malha. Nesse sentido, a forma urbana corresponde a premissas sociais subjacentes, não sendo possível, por exemplo, distinguir na forma da cidade entre o que é intencional ou o que é produto do acaso, uma vez que qualquer espaço socialmente produzido está necessariamente construído/projetado, fato que se comprova pela simples decisão de ocupá-lo. Nesse sentido, a visão de planejamento não deve se restringir à verificação das características geométricas de uma

trama viária, e sim ponderar outros aspectos temporais que condicionam os eixos de crescimento ou retração em assentamentos urbanos (MEDEIROS et al., 2011, p. 16).

Os espaços das cidades correspondem a estoques construídos e conectados por espaços públicos e infraestrutura pública, os quais viabilizam os processos econômicos, sociais, culturais e ambientais. Os indivíduos que habitam tais espaços, por sua vez, são responsáveis por imprimir significados a esses estoques, revelando informações sobre as atividades que desenvolvem neles. Portanto, pode-se dizer que as cidades possuem componentes informativos, os quais são frequentemente resultantes das intervenções na sua estrutura física.

Contudo, nesse quadro teórico, um componente informativo urbano apresenta um caráter dual e abstrato, uma vez que é parcialmente determinado pelo ambiente urbano e parcialmente pela experiência individual (FARIA, 2010). Dessa forma, é a mente humana que sintetiza, pelos processos perceptivos e cognitivos, as informações contidas na cidade, confrontando suas experiências com a configuração morfológica e as relações entre os espaços. Logo, embora certos padrões genéricos de informação não dependam exclusivamente do indivíduo, a interpretação dos componentes informativos é dependente dos objetivos e do contexto histórico e cultural dele. Ademais, há componentes informativos cujas representações mentais são compartilhadas por diferentes indivíduos,

caracterizando o que diversos autores já estudaram desde a década de 1950 nos distritos industriais americanos como percepção do espaço geográfico (WOOD; KITCHIN; BLADES, 2002a), mas que Lynch (1960) popularizou entre os arquitetos como “imagem pública”. Segundo este autor, a “imagem pública” decorre do compartilhamento de uma mesma realidade física, ambiental, da natureza neurológica e psicológica básica das pessoas, da natureza social do grupo de indivíduos, e ainda de uma cultura comum. Na mesma senda, mas observando que existe um componente temporal nas matrizes espaciais habitadas, Medeiros comenta (op. Cit. p. 18) que o entendimento dos processos e, especialmente, das implicações do desenho são mais relevantes para a compreensão do entendimento urbano, concebido como um processo histórico e simulável enquanto previsão de futuro.

Através desse escopo teórico, poderíamos falar de uma análise configuracional objetivando a compreensão da forma com que diferentes arranjos entre espaços abertos e fechados originam tipos espaciais distintos, por meio de uma estrutura hierarquizada, de graus diversos de permeabilidade e acessibilidade topológica, especialmente nos espaços abertos do tecido urbano. No âmbito desta pesquisa faz-se uso, portanto, da Teoria da Lógica Social do Espaço ou Sintaxe Espacial. A expressão “*Sintaxe Espacial*” surgiu no início da década de 1970, em publicações de Bill Hillier e sua equipe (HILLIER, 2007; HILLIER et al., 1993; HILLIER; HANSON, 1989).

O livro "The Social Logic of Space", de Hillier e Hanson (1989), apresentam o referencial epistemológico da teoria, bem como seus conceitos e categorias analíticas básicas. É bom lembrar que os modelos conceituais do urbanismo, até 1970, estavam restritos às visões nas quais predominavam as abordagens econômicas e de engenharias urbanas, no estudo dos espaços públicos. Na década seguinte, as ciências sociais também se juntaram a tais modelos, desarticulando ainda mais uma unidade conceitual que compreendesse holisticamente a dinâmica da sociedade, da forma da cidade e da tecnologia.

Nesse contexto, então, insere-se a proposição do emprego da teoria da Sintaxe Espacial, desenvolvida através de métodos, técnicas e lógicas matemáticas que decodificam o espaço arquitetônico e urbanístico. Fazendo, assim, essa análise, fica fácil observar como a representação gráfica da visualização dos pontos espaciais num recinto urbano, a visualização das topologias e das probabilidades de movimento e de acesso das pessoas a um espaço urbano ou arquitetônico obedecem a uma lógica racional segundo a qual qualquer deslocamento é levado a cabo pelo menor percurso, demonstrando que a configuração do desenho urbano influi nos fluxos, ou seja, é interferente e pode potencializar a execução de uma atividade, ou contradizer essa lógica, provocando prejuízos físicos para toda a população. Segundo esses autores, a configuração da forma física gera as condições de acessibilidade, e origina a diferenciação espacial através dos conceitos de

integração ou de segregação do espaço percorível. Para Hillier (1996), “*O espaço é a máquina*”, ou seja, o espaço ancora inicialmente as possibilidades da forma social, que irá dinamicamente e recursivamente modificá-lo e aos interiores arquitetônicos também.

Dessa forma, a Sintaxe Espacial como uma teoria tem sido expandida quando se considera as propriedades cognitivas abarcadas, e quando suas análises permitem confrontos analíticos entre a forma espacial da sociedade e a forma social do espaço da cidade, formas que se modificam mutuamente em lapsos históricos. A análise configuracional tem como objetivo a compreensão do modo como a forma-espaço urbano interfere nos fluxos estabelecidos na cidade, através da relação entre os diferentes espaços. Portanto, consiste em avaliar os padrões, hierarquias e associações dos movimentos, refletindo sua influência sobre a dinâmica urbana através da identificação de centralidades, áreas integradas / segregadas, concentrações e dispersões de uso do solo, dentre outras. Com maior relevância, a sintaxe espacial visa ultrapassar as limitações frequentemente percebidas nos estudos de assentamentos urbanos, os quais se centram exclusivamente ou nos aspectos sociais ou nos aspectos físicos, para justificar as decisões escolhidas. Conforme apontado pelo precursor da teoria, o Professor Bill Hillier, historicamente, o objetivo da sintaxe espacial foi construir a ponte entre a cidade humana e a cidade física.

Portanto, sob esse ponto de vista teórico, parte-se do pressuposto de que o espaço a ser rearranjado pelo plano NovaBH poderá ser melhor compreendido através do estudo comparativo da sintaxe espacial com as informações disponíveis sobre as condições socioeconômicas e culturais da população que habita os locais estudados.

Nesse sentido, o espaço passa a ser concebido como receptáculo ativo, que interfere na forma com que os demais elementos se relacionam no tecido urbano. Essa abordagem ganhou força nos últimos anos, reafirmando o retorno da importância geométrica dos espaços concretos. Com uma rede de pesquisa e com seminários bienais em todo mundo, desde a década de 1980, o grupo do Space Syntax (Syntax, 2007) desenvolveu um quadro teórico, o qual vem implementando a partir de estudos de casos com a sua aplicação. O valor de tais informações, para os projetos de reforma urbana, como o NovaBH, consiste em auxiliar a decisão de futuras intervenções na malha urbana sem que tais intervenções desestruem o desenvolvimento das atividades historicamente formadas sobre o espaço. Para projetos novos, o estudo da sintaxe espacial permite antever como se dará o desenvolvimento social a partir de regiões segregadas e integradas por sua distância topológica, permitindo elaborar com mais precisão o zoneamento e a caracterização das áreas do projeto. Em outras palavras, o valor da teoria encontra-se na gestão mais eficaz do meio ambiente construído.

4.2. A saúde urbana

Segundo recente consenso da Organização Pan-Americana da Saúde (CAIAFFA et al., 2008), foi em 1968 o primeiro registro correlacionando a mortalidade urbana e condições de saúde. Somente em 1993, a Organização Mundial de Saúde (OMS) despertou para a crise na saúde urbana, entendendo-a então como um desafio, resultando em encontro de pesquisadores da área em Kobe, Japão, em 1996 (LAFITTE, 1967). Ainda nesta década iniciaram-se os movimentos das cidades saudáveis que configuraram uma rede entre 2000 e 2006. Neste mesmo período, foi fundada a Sociedade Internacional de Saúde Urbana, que muito tem contribuído para o dinamismo da área, inclusive com a publicação periódica do Journal of Urban Health da Academia de Medicina de Nova Iorque (SISCO, 2004).

No Brasil, por iniciativa dos Cadernos de Saúde Pública e coincidente com o lema central "*Um Olhar sobre a Cidade*" do IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia (EPI 2004) realizado em Recife, Pernambuco, em 2005 (LUDERMIR, 2004)²⁶, foi publicado o fórum de saúde urbana. Em 2007, com o recente relatório da Rede de Conhecimentos dos Entornos Urbanos, conhecida como KNUS (Knowledge Network on Urban Settings), produzido por solicitação da Comissão dos Determinantes Sociais em Saúde da Organização Mundial de Saúde (CDSS – OMS), a saúde urbana ficou em evidência, marcando claramente a transcendência dos efeitos da urbanização sobre a saúde humana (KJELLSTROM et al., 2008).

Paulatinamente, instituições signatárias das Nações Unidas, de ciência e de iniciativas privadas, tais como a Fundação Rockefeller, vão convergindo para a discussão do tema. Destaque especial merece a iniciativa da Organização Pan-Americana de Saúde com a realização do Primeiro Fórum Regional de Saúde Urbana, para uma discussão do marco conceitual e desenvolvimento de uma ação nas Américas, em 2007 (PROIETTI; CAIAFFA, 2005).

Antes de tratarmos propriamente do objeto saúde urbana, alguns conceitos emergem. Mais que contribuir para a própria definição do objeto, tais conceitos podem auxiliar no entendimento das especificidades analíticas e práticas da definição de saúde urbana. São eles: urbano, urbanicidade e urbanização (VLAHOV et al., 2007).

O termo urbano veio do latim e tem dupla conotação: de urbanum (arado) e de povoação. Possivelmente representa a forma física do espaço delimitado pelo sulco do arado dos bois sagrados que marcava o território da produção e vida dos romanos. Daí, surgem os termos urbe e urbs, este último referindo-se à cidade de Roma, também conhecida como cidade-império. Posteriormente, o termo urbano foi resgatado no século XVI para se referir à cidade-sede do Império Britânico. Surge também a palavra city, relacionada apenas ao centro financeiro. Assim, a definição de urbano, desde sua origem, se faz naturalmente dentro da estreita interrelação com seu oposto, o rural, tornando o termo, desde sua concepção, polêmico e dinâmico.

Embora exista uma tendência em direção a um consenso sobre as definições básicas do conceito de território urbano, há ainda o desafio de validação no campo da literatura e da prática. Wirth, em 1938, propôs caracterizar a área urbana de acordo com o tamanho, a densidade e a heterogeneidade populacional. Entretanto, sendo uma definição funcional ou administrativa, cada país ou região tem adotado sua própria tipologia. Segundo o relatório da OPAS, dos 228 países para os quais as Nações Unidas têm informações, quase metade usou a definição administrativa de “áreas urbanas” – “as pessoas que vivem na capital do país”; 22% utilizaram o critério do tamanho e densidade; 17% levaram em conta as características funcionais tais como atividade econômica e 11% não apresentaram uma definição para este termo. Além disso, alguns países usaram o termo para definir toda a população do país ou qualquer parte dele.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) define cidade como a localidade com o mesmo nome do município a que pertence (sede municipal) e onde está sediada a respectiva prefeitura, excluídos os municípios das capitais. Portanto, todas as localidades com estas características, onde habitam 5.000 pessoas ou mais, seria considerada uma cidade. Já área urbana é o espaço geográfico interno ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, definido por lei municipal, sendo área rural aquela externa ao perímetro urbano³.

³ C.F.: em:
http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/elementos_representacao.html

Aspectos contemporâneos como intensidade, ritmo, duração e resposta a mudanças, assim como definições administrativas e atividades econômicas são pouco ou nada contempladas nas definições acima, ficando, portanto, ainda pendente uma conceituação mais abrangente. Didaticamente, compilando publicações atuais na área e a mais recente revisão produzida pela OPAS, de forma abrangente e simples, propõe-se o termo “urbano” para referir as cidades e seu entorno, o termo “urbanicidade” para o estudo de condições de saúde relevantes a áreas urbanas num momento (visão transversal) e “urbanização” como o complexo processo mediante o qual a cidade cresce (ou diminui), modifica e influencia a saúde (visão longitudinal).

Outros três termos são aqui adicionados, considerando seu grande uso atual, coincidindo com o grande movimento de investigação dos determinantes sociais em saúde e por se revelarem úteis no processo de entendimento conceitual da saúde urbana. São eles: desigualdade, definido como as diferenças sistemáticas entre grupos populacionais em termos de indicadores de saúde, iniquidade, definida como as desigualdades injustas e evitáveis e, finalmente, vulnerabilidade, definida como a capacidade diferenciada de indivíduos, grupos, classes de indivíduos ou mesmo regiões ou lugares de manejar riscos, baseados em suas posições, nos mundos físicos e social.

Em direção ao conceito de saúde urbana, três pontos podem ser sistematizados:

- que a urbanização, antes esperada produzir somente efeitos benéficos, conhecida como as “vantagens urbanas”, pode acarretar danos sociais, econômicos e ambientais de grande impacto, difíceis de mensurar completamente nos dias atuais;
- que os atributos físicos e sociais (contexto) da cidade e seus bairros e/ou vizinhanças podem afetar a saúde dos indivíduos;
- que a ocorrência dos eventos relacionados à saúde, numa visão mais abrangente, estaria associada a atributos dos indivíduos aninhados no “lugar urbano” assim como o somatório das propriedades do agregado destes indivíduos (composição), indo mais além de seus atributos puramente individuais.

Incorporando as propriedades do lugar, aqui entendido como a cidade e seu entorno, e o papel do ambiente físico e social (o contexto) em moldar a saúde das pessoas, parece plausível entender a cidade/urbano como exposição, modulando de forma benéfica ou danosa a saúde de suas populações residentes. Como consequência, a incorporação de variáveis de contexto que capturem as características do “lugar urbano” onde os indivíduos vivem é mandatária nesta nova visão do processo saúde-doença. Ademais, intervenções não necessariamente originadas da saúde repercutem nos eventos em saúde, possibilitando repensar novas avaliações de impacto

à saúde. E assim, a saúde urbana pode ser considerada como um ramo da saúde pública que estuda os fatores de riscos das cidades, seus efeitos sobre a saúde e as relações sociais urbanas.

Os atuais pilares da saúde urbana são:

- o adensamento de populações;
- o papel do ambiente físico e social como modelador da saúde das pessoas;
- a necessidade de aferir os fenômenos tendo como objeto as desigualdades injustas e evitáveis do ambiente físico, social e em saúde e a governança e governabilidade, como propostas para as soluções para as iniquidades.

Propõe-se, portanto, modelo conceitual de saúde urbana, cuja característica é uma rede interligada de determinantes, tendo como cerne fundamental a proposta de que o social e o físico definem o contexto urbano e são modulados por fatores (proximais e distais) e atores em níveis múltiplos. Tendências globais, governos nacionais e locais, sociedade civil, mercado e o setor privado modulam o conjunto nos quais estes fatores locais operam. O referencial teórico espelha-se no sugerido por Galea & Vlahov (GALEA; VLAHOV, 2006), recentemente adaptado para o Relatório da Rede de Especialistas em Meios ou Assuntos Urbanos (KNUS) para a Comissão dos Determinantes Sociais da OMS29. O modelo adaptado na Figura 3 ilustra

como a saúde da população urbana representa uma função das influências mundiais, nacionais e das características do município.

[Figura 3: Modelo conceitual para a Saúde Urbana.](#) Fonte Caiaffa Op. Cit.

(2008)

Destacam-se como fatores proximais as condições urbanas de moradia e trabalho, considerados fatores primariamente modificáveis. Sugere-se que intervenções mais promissoras para modificar a saúde urbana são aquelas que procuram fazer mudanças específicas nessas condições de vida, e ainda se assume o ambiente urbano num contexto amplo incluindo os ambientes físicos, sociais, econômicos e políticos.

O entendimento é de que a forma como cada componente do modelo influencia o resultado do processo saúde-doença não é linear. Ou seja, cada um dos fatores interagem entre si, mas também pode ter um efeito independente no resultado do processo. Variáveis mais proximais como as que compõem o nível "*condições urbanas de moradia e trabalho*" caracterizam o cotidiano das pessoas que moram em áreas urbanas e podem ser vistas como condições preexistentes que a saúde pública procura modificar, intermediar, ou ainda, advogar, como o caminho pelo qual as intervenções podem levar à melhoria das condições de saúde.

O resultado, ter ou não um estado saudável no ambiente urbano, representa a finalidade da atenção da saúde pública que, neste modelo, pode ser abordado numa perspectiva mais focalizada ou mais abrangente. Ou seja, permite análise em um único nível, independente se distal ou proximal, e em níveis múltiplos, remetendo, naturalmente, a questões metodológicas que pressupõem uma discussão norteadora para a aferição, comparação e mensuração da efetividade das estratégias de intervenção.

São muitos os desafios a serem enfrentados. O estudo da saúde das populações no ambiente urbano resulta em uma nova perspectiva de abordagem da própria saúde pública requerendo transdisciplinaridade, em que pesquisadores combinem conhecimentos das suas várias áreas para desenvolver teorias, conceitos e métodos apropriados e direcionados para o objeto de estudo, a saúde urbana.

A decomposição do complexo conjunto de construtos que conformam o campo traz o desafio da adequação das definições básicas, e da validação das mesmas, para fins de pesquisa e prática da saúde pública. Um objetivo a ser perseguido refere-se à construção e desenvolvimento de ferramentas metodológicas de aferição que reflitam os vários construtos embutidos na saúde urbana. Estes construtos devem apresentar sensibilidade e especificidade suficientes para detectarem diferenciais intra-urbanos passíveis de mensuração e suscetíveis à avaliação, capturando aspectos relevantes das políticas públicas (governabilidade) e desempenho social.

Repensar modelos de avaliações à saúde a partir de intervenções não dirigidas à saúde, desenvolver metodologias de análises factíveis e acessíveis dentro de uma visão integradora, multidisciplinar e multisetorial, articulando planejamento, governança e saúde pública, são desafios relevantes. Os mesmos devem induzir maior investimento do corpo promotor da saúde pública quanto à necessidade de responder “*como*” e “*para onde*” vamos, em busca da saúde nas cidades.

4.3. A análise de redes urbanas

Reformas urbanas necessitam de um instrumento analítico que antecipe se as atividades da vida urbana vão florescer ou não, onde quer que estejam localizadas. Ao propor modificações na malha viária, arquitetos e desenhistas urbanos interferem sobre a acessibilidade do espaço público e sobre as atividades que nele se exercem. Algumas atividades serão bem localizadas de acordo com os atributos espaciais da malha projetada, ou seja, o seu desenho concreto determinará áreas com atributos tais como integração ou segregação, proximidade ou distância, visibilidade ou não. O conhecimento prévio de como o projeto de reforma urbana conseguirá estabelecer tais atributos torna-se essencial para o desenho urbano. Ele é o conhecimento de como cada localidade na malha viária responde com atributos mais ou menos ajustados às atividades propostas.

Um exemplo da importância desse conhecimento prévio refere-se à localização de áreas residenciais, que necessitam de localidades segregadas

para resguardar a qualidade de vida de seus moradores. Outro exemplo seria o de áreas de comércio ou de serviço que necessitam de uma maior integração com as demais localidades, garantindo acesso fácil e rápido.

O panorama sócio cultural interfere no ajuste entre os atributos da malha urbana e as atividades. Nesse sentido, Amos Rapoport (1977) mencionou que a relação do meio ambiente construído com a vida social de uma comunidade (incluindo sua cultura) pode ser de congruência ou não, num ajuste dinâmico entre ambos. Ele reconhece quatro princípios de organização dos elementos físicos que recebem os significados e valores da sociedade: a ordenação espacial, a ordenação de significados, a ordenação temporal e a ordenação da comunicação. Cada uma dessas ordenações corresponde a uma forma concreta de ancorar a vida social no espaço da cidade. A ordenação espacial significa a malha de espaços públicos sobre o território. Essa ordenação atinge sua qualidade através de sua topologia, sendo mais do que um conjunto de padrões geométricos. Dessa maneira, as propriedades relacionais dos elementos físicos (Figura 5) - tais como proximidade, distância, contiguidade, separação, lateralidade, dentre outros - são mais importantes que simplesmente sua geometria formal quando estudamos como alcançar a ancoragem espacial congruente com os significados individuais e coletivos da vida comunitária.

[Figura 5: Esquema de dois tipos de organização espacial de casas em relação ao espaço público: Em a, rua, e em B, praça. Fonte: autor.](#)

Um dos instrumentos existentes para a antecipação da melhor localização das atividades num projeto de reforma urbana é conhecido como Sintaxe Espacial. Foi criado no final da década de 1970 pelo professor Bill Hillier e seus colegas da Universidade The Bartlett, Londres. A característica inicial desse conjunto de modelos teóricos é a concepção da cidade como sendo resultante da articulação estruturada de uma prática social a uma configuração espacial. As práticas sociais urbanas são tomadas como o conjunto de atividades e relações sociais que constituem o cotidiano da cidade em um determinado momento. Até meados dos anos 70, os modelos conceituais eram restritos à economia e à engenharia urbana (redes de infra-estrutura, controle de tráfego, custos de transportes, logística de distribuição de mercadorias, gestão pública). O urbanismo pós-moderno estava impregnado pelas ciências sociais e não havia uma devida articulação entre a abordagem social e a abordagem técnica. Em 1984, Bill Hillier e Julienne Hanson escreveram "A Lógica Social do Espaço" (Op.Cit.), argumentando que a movimentação e os fluxos obedecem a uma lógica racional segundo a qual, qualquer deslocamento é levado a cabo pelo menor percurso e, portanto, a configuração influi nesses fluxos. Dessa maneira, a configuração gera condições de acessibilidade e dá origem a uma diferenciação espacial hierarquizada a partir de conceitos como integração e segregação.

Assim, a Sintaxe Espacial é um dos modelos que fazem parte da linha configuracional de pesquisa e pensamento urbanístico. Há uma correspondência entre as propriedades “sociais” do espaço e as propriedades “espaciais” da sociedade. Essas propriedades são recursivas na sua dinâmica de existência, afetando-se mutuamente. O enfoque da Sintaxe Espacial, entretanto, privilegia a disposição física dos elementos construídos, seu arranjo e organização (configuração) sobre o território. A razão disso é a hipótese de que, potencialmente, certos padrões espaciais correspondem a certos padrões de co-presença. Bill Hillier comenta que cada espaço urbano abriga uma comunidade virtual baseada no potencial de ações determinado pela forma urbana concreta:

“Argumento que a crença de que a forma espacial não tem efeitos sobre as pessoas e a sociedade é flagrantemente absurda. Se assim o fosse, poderíamos projetar qualquer monstruosidade impunemente. Concebo que os efeitos determináveis da forma espacial sobre as pessoas são tão limitados quanto precisos. A forma espacial, infiro, cria o campo de encontro prováveis-ainda que nem todos possíveis -dentro do qual vivemos e nos movemos; levando ou não à interação social, tal campo é em si próprio um importante recurso sociológico e psicológico. Procurarei demonstrar que tal campo tem uma estrutura definida, assim como propriedades de densidade e rarefação. Ele, portanto, merece um nome. Chamá-lo-ei de Comunidade Virtual, querendo dizer que ele existe, ainda que seja latente e irrealizado. A comunidade virtual é produto direto do desenho espacial”

Hillier (Op.Cit. 1989), tradução nossa

O espaço urbano é assim entendido como um sistema complexo de barreiras e permeabilidades que formam padrões nos quais as relações de proximidade, separação, circunscrição e continuidade de seus elementos são as principais categorias utilizadas. A seleção dos atributos é feita com objetivo de relacionar a forma urbana com sua estrutura social. A sociedade é representada por sistemas de encontros desenvolvidos nos padrões espaciais e materializados pelas funções sociais.

A Sintaxe Espacial integra o elenco de aproximações teóricas a ser utilizado pela presente pesquisa. Entretanto, é necessário esclarecer que este não será o único viés adotado. A teoria da Sintaxe Espacial emprega alguns conceitos que serão mencionados abaixo, mas será buscado a ampliação desse repertório teórico, com vistas a criar um banco de conhecimentos sobre a configuração urbana da cidade de Belo Horizonte. A seguir, descrevem-se brevemente os principais conceitos.

4.3.1 Espaço visível

O território pode ser tomado como um espaço vazio e contínuo. As edificações são obstáculos, ou seja, barreiras dispostas sobre este contínuo, gerando ilhas que restringem a livre movimentação e a visualização da totalidade. Os edifícios são objetos físicos criados justamente para gerar e definir os espaços e interconexões que se prestam ao uso e à ocupação humana. O conjunto de edifícios e construções de uma cidade dá origem a

padrões de espaço utilizável e cada nova intervenção física tem o poder de criar e modificar esses padrões. O ambiente urbano é constituído a partir da interposição de elementos construídos sobre um substrato espacial contínuo, gerando restrições ao sistema de encontros no qual está baseada a organização social (Figura 5, Figura 6 e Figura 7).

4.3.2. Axialidade

Denomina-se análise da axialidade dos espaços urbanos à aplicação da teoria dos grafos⁴ sobre um conjunto de recintos urbanos convexos (figuras de 5 a 9). A convexidade aqui significa que cada recinto urbano é separado, para fins analíticos, de forma que uma secante ao seu perímetro nunca corte mais que dois pontos. É análise utilizada para estudar a relação de segmentos de ruas entre si, correlacionando esse estudo aos padrões de movimento, uso, preço da terra, densidade, criminalidade, dentre outros. A análise é feita considerando a representação do sistema espacial a ser estudado como um grafo de relações.

[Figura 5: Ilhas do espaço público, Vila Apolônia, Venda Nova, Belo Horizonte](#) Fonte: Google Maps.

O mapa axial de uma malha urbana consiste na menor quantidade das maiores linhas retas (correspondentes às linhas ideais de visada e

⁴ Ramo da matemática que estuda as relações entre os objetos de um determinado conjunto representados por vértices conectados por arestas.

movimento) que pode ser desenhada através dos espaços da malha a fim de que a mesma esteja “coberta”, isto é que todos os anéis de circulação estejam completos e que todos os elementos convexos atravessados. Uma vez separados esses elementos convexos, marca-se o maior eixo no seu interior, criando-se um mapa de axialidade (Figura 11). Em seguida, calcula-se a distância topológica que vai de cada eixo até aos demais. Acerca dessa última operação, podemos elucidar com outro exemplo:

[Figura 6: O Mapa das ilhas espaciais \(mapa de barreiras\) que representa qualquer tipo de barreira aos movimentos de pedestres. É representado graficamente pela diferenciação em fundo-figura dos espaços abertos e das edificações. Mostra-se um setor escolhido para análise de axialidade. Vila Apolônia, Venda Nova, Belo Horizonte. Fonte: Autor.](#)

[Figura 7: área anterior selecionada, com a visão dos limites da rua. Fonte: Autor 2016.](#)

[Figura 8: marcação do conjunto de recintos urbano. Fonte: o Autor, 2016](#)

[Figura 9: determinação dos recintos urbanos convexos. Fonte: autor. 2016.](#)

[Figura 10: determinação dos eixos. Fonte: o autor. 2016.](#)

[Figura 11: eixos resultantes. Fonte: o autor, 2016.](#)

O próximo exemplo, de fonte perdida, supõe a configuração axial (mapa de axialidade) de um setor urbano, conforme mostrado na Figura 10. Os percursos são mostrados como linhas ortogonais, marcadas de 1 a 10. Neste pequeno exemplo, cada linha do mapa axial recebe um número e são contados os passos topológicos (mudanças de direção) necessários para ir dela a todas as outras. A linha 1, por exemplo precisa de:

- 2 passos para chegar na linha 2, 3, 4 e 5;
- 1 passo para chegar em 6, 7, 8 e 10;
- 3 passos para chegar em 9.

Assim, o total de passos de 1 é 15, que, divididos pelos 9 "percursos", dão um valor de 1,666. Esse valor representa a média da quantidade de passos necessários para ir de 1 a qualquer outra linha.

[Figura 10: Análise de axialidade num exemplo. Fonte perdida](#)

Os mapas sintáticos - resultados gráficos do processamento do mapa axial e dos cálculos de seu grafo - são coloridos num gradiente desde o vermelho para as linhas mais rasas (ou integradas) até o espectro do azul para as mais profundas (ou segregadas). Normalmente é possível identificar a estrutura primária de cidades analisadas simplesmente através da análise configuracional, sem referências a uso do solo, capacidades, ou densidades. É evidente que, em termos globais, há um núcleo de linhas integradas (um

"coração") o qual invariavelmente corresponde às áreas centrais de comércio e serviço da cidade, ou de maior movimento. É evidente também que desse coração derivam as principais rotas radiais que levam das bordas ao centro, e que as áreas residenciais mais puras localizam-se nos interstícios das grandes radiais. Nesse sentido, a lógica configuracional espelha tanto as densidades construídas como as características de uso do solo.

No exemplo anterior, a rua 3, com o total 13 passos topológicos é a mais integrada, ou seja, está mais próxima às demais. As ruas 2 e 5 encontram-se segregadas em relação ao conjunto.

Sistemas mais complexos de vias podem ser analisados através de programas de computador como o DepthMap ou Ajax⁵, ambos desenvolvidos pelo grupo Space Syntax na The Bartlett.

Um outro exemplo da aplicação da análise da axialidade pode ser visto é na cidade de Brixton (figura 11), onde um estudo para revitalizar uma área central foi elaborado. A Sintaxe Espacial mostrou que a área dependia excessivamente de uma rota principal, mantendo outras áreas segregadas, o que impedia o comércio de se instalar. A partir disso, foram propostas outras conexões para o tecido urbano, de forma a criar novas localizações de interesse para o comércio local.

⁵ Acessíveis em <http://www.spacesyntax.net/software/ucl-depthmap/> e <http://www.casa.ucl.ac.uk/ajax/> respectivamente.

Figura 11: Brixton, [situação antes do estudo](#) e [situação proposta pelo estudo](#). Fonte: Saboya(2007)

Outro fato importante - que é uma das razões dessa pesquisa - é a possibilidade de se estudar o comportamento da comunidade virtual, no sentido anteriormente referido por Hillier ([1989](#)), que é o conjunto de comportamentos sociais potencializados pelo desenho concreto do espaço da cidade, ou seja, estudar como a análise da axialidade confirma ou contradiz tendências que são expressas por outras métricas urbanas, tais como a legislação do uso do solo, o código de posturas, dentre outras.

Assim, a análise da axialidade, ocorrendo antes de qualquer reforma urbana, é um bom expediente para observar se as interferências propostas sobre o traçado do espaço público estão de fato confirmando os valores existentes desse traçado ou se entram em conflito com ele. Foram várias experiências da aplicação da Sintaxe Espacial que, em todo mundo, retrataram a axialidade, apresentando-a como um "raio-x" da cidade. Isso quer dizer que o conhecimento dos mapas axiais de um território é extremamente útil para aferir como outras métricas urbanas confirmam ou negam as potencialidades geradas pelo desenho concreto do sistema de de acesso. Abaixo são sumarizados os principais conceitos para o estudo da axialidade

4.3.3. Integração

Das medidas possíveis de análise sintática, a principal é a chamada “Integração”. Ela é útil na previsão de fluxos de pedestres e veículos e no entendimento da lógica de localização de usos urbanos e dos encontros sociais. A medida de integração mede o quão “profunda”, ou distante, uma linha axial está de todas as outras linhas do sistema (HILLIER et al, 1993). O conceito de profundo leva em consideração a distância topológica, e não a distância métrica. Sendo assim, todos os eixos diretamente conectados a uma determinada linha estão a um passo topológico dela. As linhas diretamente conectadas a esses eixos estão a dois passos topológicos da primeira, e assim por diante. A profundidade média de uma linha axial (MD) é, portanto, obtida pela somatória das profundidades de todas as linhas axiais em relação a ela, dividida pelo número total de linhas menos um:

$$MD_i = \frac{\sum_{j=1}^k d_{ij}}{(k-1)}$$

Onde:

MD_i = Profundidade média do espaço i ;

d_{ij} = Profundidade da linha j em relação à linha i ;

k = Número total de espaços do sistema.

Vias mais “rasas” estão mais próximas das outras, portanto diz-se que são mais integradas. Vias mais “profundas” em relação às outras são ditas segregadas.

Mais importante que entender a fórmula, entretanto, é entender a lógica do cálculo da medida de integração. Ela define que linhas axiais mais “rasas”, isto é, mais próximas das outras linhas do sistema, são consideradas linhas mais integradas. Por outro lado, aquelas linhas mais “profundas”, ou seja, mais distantes das outras linhas do sistema, são consideradas segregadas. A partir da profundidade média é calculada a integração de cada linha axial, De acordo com Hillier e Hanson (1984), linhas axiais com valores de integração superior a 1,67 podem ser consideradas altamente integradas, enquanto que aquelas com valor inferior a 1 podem ser consideradas como segregadas.

4.3.4. Núcleo integrador

Corresponde às linhas mais integradas do sistema. Dependendo do número total de linhas, pode ser 50%, 25%, 10% ou até mesmo uma porcentagem menor de linhas, em casos de sistemas muito grandes. Conforme Hillier e Hanson (1984, p.115), é sempre interessante ver onde estão as linhas mais integradas e como elas se relacionam no sistema; mas mais importante é que tipo de padrão é formado pelos espaços mais integrados (é uma estrutura em árvore? ou em grelha? abrange toda a cidade ou apenas uma parte dela? e assim por diante).

4.3.5 Movimento Natural

Os usos seguem a configuração, e não o contrário.

O Movimento Natural pode ser entendido como a parcela do movimento total de pedestres em uma rede de espaços públicos determinada apenas pela sua estrutura configuracional, independente da presença ou não de atratores (HILLIER, 1996). Ou seja, o movimento natural é o movimento de pessoas que é determinado apenas pela configuração das ruas e praças, pela forma como as ruas estão conectadas ou não, se possuem continuidade, se realizam ligações importantes entre pontos da cidade, e assim por diante. Hillier et al (1993) argumentam que a configuração do traçado, por si só, já gera um padrão de movimentação pela cidade, e esse padrão é o principal definidor de outros elementos do sistema urbano, como por exemplo o uso do solo.

Aprofundando esse ponto, Hillier et al (1993) indica que os usos urbanos são posteriores à configuração, e que atuam como multiplicadores dos padrões de movimento natural. Portanto, a quantidade de pedestres em áreas comerciais é o produto da combinação entre a estrutura configuracional e a atração exercida pelas atividades exercidas nas edificações (comércio, residência, indústrias, etc.). Em outras palavras, isso equivale a dizer que os usos comerciais (para dar um exemplo) tendem a instalar-se em espaços com alta integração, pois esses espaços possuem já um movimento (natural) de pessoas. Ao instalarem-se, eles passam a atrair ainda mais pessoas, aumentando exponencialmente a quantidade original trazida pela configuração.

Isso serve para desmascarar uma falácia muito comum nos projetos de urbanismo, que é a de querer colocar comércio em determinadas áreas “para atrair movimento”. O comércio, por si só, não atrai movimento, apenas quando está localizado em áreas que naturalmente concentram maior número de pessoas. Tentar prever usos comerciais em áreas segregadas, que não têm a vocação para atrair pessoas, não dará certo.

4.3.6. Conectividade

Conectividade de uma linha axial é a quantidade de linhas que a interceptam, ou seja, a quantidade de linhas que estão a uma profundidade igual a 1 a partir dessa linha. Essa medida é interessante para dar uma visão mais clara do papel que uma linha axial desempenha dentro do sistema. Linhas com alta conectividade tendem a ter um papel importante, uma vez que potencialmente promovem acesso a um grande número de outras linhas axiais (ver exemplo na figura 10).

4.3.7. Integração local

A integração local, ou de raio limitado, é calculada da mesma maneira que a integração global, com a diferença que a profundidade média é obtida apenas para as linhas localizadas dentro de um determinado limite de passos topológicos. Assim, ela é adequada para análises de centralidades locais, ou seja, para identificar aquelas áreas com potencial para funcionar como estruturadoras de centralidades de bairros.

O grafo axial é o gráfico no qual as linhas do mapa axial são os nós e as intersecções das linhas as conexões. As medidas do grafo axial podem ser usadas para descrever as propriedades configuracionais da malha. Foi estabelecido um conjunto de categorias analíticas, quantificadas e normatizadas, para relacionar seus atributos com a formalidade/urbanidade de um espaço urbano. Deste conjunto, algumas têm caráter local como conectividade e controle de acessos. Outras têm caráter relacional, entre elas:

- RAR–Relativa Assimetria Real do sistema. Ela normaliza a medida da Relativa Assimetria (RA) em função do tamanho do sistema (em termos do seu número de linhas). O RA corresponde à medida de INTEGRAÇÃO do sistema.
- TRL–Axialidade da Trama. O resultado, sempre com valores entre 0 e 1, corresponde ao grau de deformação da trama em relação à grade perfeita.
- Medida de inteligibilidade, que é a Correlação estatística entre a conectividade (local) e a integração (global).

A fórmula da relativa assimetria (RA) é a seguinte:

$$RA = 2(d_{\text{mean}} - 1) / k - 2$$

onde d_{mean} é a profundidade média de todos os nós do grafo e k é o número total de nós do grafo. A relativa assimetria é igual a duas vezes a profundidade média menos um, dividido pelo número de nós menos dois.

Uma segunda relativização empírica é feita então para comparar sistemas de tamanhos diferentes, dividindo a relativa assimetria por um valor D estipulado para aquele número de espaços. Esse valor D consta em uma tabela no *The Social Logic of Space*. Essa medida relativizada é chamada de “relativa assimetria real” (RRA) e, mais coloquialmente, chama-se o inverso

da RRA de “integração global” (invertendo a profundidade média relativizada, uma linha mais “rasa” ou mais integrada adquire um valor maior que uma linha mais “profunda” ou mais segregada).

4.4. A análise de centralidades da morfologia urbana

A caixa de ferramentas Análise de Rede Urbana (UNA) permite que os designers e planejadores urbanos descrevam os complexos padrões espaciais das cidades usando métodos matemáticos de análise de rede e, dessa forma, abordem algumas questões fundamentais do projeto de boa cidade. Essas ferramentas podem apoiar um planejamento e planejamento urbano mais bem informado e mais resiliente, num contexto de rápida urbanização.

As medidas de centralidade da rede são preditoras úteis para uma série de fenômenos urbanos interessantes. Elas ajudam a explicar, por exemplo, em que ruas ou edifícios é mais provável encontrar o comércio local, onde se espera que o tráfego a pé ou de veículos seja o mais alto, e porquê os valores do uso do solo da cidade variam de um local para outro (A. Sevtsuk, 2013) .

A Ferramenta de Análise de Redes Urbanas oferece uma estrutura que permite descrever a relação entre movimento, lugares e instituições. Ela representa abstratamente a realidade física do ambiente urbano como uma combinação de três elementos:

- links, que representam caminhos ao longo dos quais podem ocorrer viagens,

- nós (ou cruzamentos), onde os caminhos se cruzam formando um espaço público particular,
- e edifícios, representando pontos de destino final onde o movimento de pessoas, bens e informações começa ou termina.

As diferentes especificações para a centralidade induz a UNA a produzir uma série de resultados que descrevem a proximidade e adjacência entre pessoas e lugares, o que permite aos designers urbanos e planejadores calcular cinco tipos de análise de medidas em redes espaciais:

- Reach;
- Gravity;
- Betweenness;
- Closeness;
- e Straightness.

A UNA permite combinar facilmente a Análise de Rede Urbana com outro tipo de dados e outras abordagens de Análise Espacial. Embora desenvolvida principalmente para a análise de redes urbanas e de edifícios urbanos, a ferramenta é igualmente adequada para outras redes espaciais, como redes ferroviárias, redes rodoviárias ou redes de serviços públicos.

A caixa de ferramentas é construída para facilitar o dimensionamento - pode operar em redes de pequena escala e detalhadas, em áreas urbanas densas, bem como redes regionais em larga escala. A caixa de ferramentas requer o software ArcGIS 10 com uma extensão do ArcGIS Network Analyst.

Ao estudar as configurações espaciais das cidades e seus processos sociais, econômicos e ambientais relacionados, a centralidade é um fator-chave na

formação do espaço urbano e da vida urbana (SEVTSUK; MEKONNEN, 2012b). Entender e capturá-la é crucial para o funcionamento de nossas cidades. Atualmente, a centralidade é um conceito fundamental na análise de rede que significa a captura dos aspectos estruturais da cidade, bem como sua natureza multisetorial. A UNA Toolbox destina-se a designers urbanos, arquitetos, planejadores, geógrafos e analistas espaciais interessados em estudar as configurações espaciais das cidades e seus processos sociais, econômicos e ambientais relacionados.

A ferramenta desdobra-se num processo estruturado destinado a avaliar a distribuição espacial da centralidade sobre sistemas geográficos como sistemas de ruas ou espaços urbanos. Isso ajudará a revelar a ordem hierárquica escondida dos espaços urbanos, a prever a distribuição espacial do desenvolvimento sócio-econômico, a identificar fatores urbanos para os fluxos de pedestres, e o uso da terra. Incorpora três características importantes:

- em primeiro lugar, essa análise pode **considerar a geometria e a topologia** das redes viárias, usando distância geométrica ou distância topológica (Turns) como fatores de impedância na análise;
- em segundo lugar, **incluem** um terceiro elemento para compor a rede - **edifícios** - que são utilizados como unidades espaciais (pontos de destino) na análise para todas as medidas. Dois edifícios vizinhos nos mesmos segmentos de rua podem assim obter diferentes resultados de acessibilidade.
- em terceiro lugar, a ferramenta da UNA **permite**, opcionalmente, **que os edifícios sejam ponderados de acordo com as suas características particulares** - podem ser especificados edifícios mais volumosos, mais povoados ou mais importantes para se obter um efeito proporcionalmente mais forte nos resultados da análise, proporcionando resultados mais precisos e confiáveis para as medidas especificadas.

4.4.1. Reach

A medida Reach (Alcance) (Sevtsuk, 2010) captura quantos edifícios circundantes cada edifício atinge dentro de um determinado raio de pesquisa na rede. O alcance pode ser calibrado para medir o acesso a qualquer destino (interseções, edifícios ou outros nós) dentro de um raio de pesquisa determinado (o raio de buffer é usado para calcular as medidas especificadas) ou o raio infinito padrão. Os mesmos cálculos podem ser executados para qualquer outro atributo preferido de um nó, tais como os volumes de construção ou o número de habitantes, etc., para capturar o alcance de atividades ou de destinos, incluindo o tipo de uso de terra. Podem-se usar o número de empregos, o número de residentes, ou o número de estabelecimentos comerciais nos edifícios circundantes.

[Figura 12: exemplo de reach do edifício i dado um raio r.](#) Fonte: Sevtsuk (2010) Op. Cit.

4.4.2. Gravity

Enquanto a medida Reach simplesmente conta o número de destinos ao redor de cada edifício dentro de um determinado raio de pesquisa (opcionalmente ponderado por atributos de construção), a medida Gravidade adiciona fatores na impedância espacial necessária para viajar para cada um dos destinos.

4.4.3. Betweenness

Este índice baseia-se na idéia de que um nó é central se ele estiver entre muitos outros nós, no sentido de que é atravessado por muitos dos caminhos mais curtos que conectam pares de nós. A medida Betweenness é normalmente usada para estimar o potencial dos transeuntes em diferentes edifícios (nós) na rede.

[Figura 13: exemplo de índice de Betweenness ou intermediação. Fonte: Sevtsuk \(2010\) Op. Cit.](#)

4.4.4. Closeness

A proximidade analisa em que medida um determinado nó (edifício) está perto de todos os outros nós em um sistema ao longo do caminho mais curto. Em outras palavras, é definido como o inverso da distância acumulada necessária para alcançar a partir daquele edifício para todos os outros edifícios enquadrados no raio de busca ao longo dos caminhos mais curtos. Alta proximidade terá muitas conexões dentro de uma curta distância, enquanto baixa proximidade terá poucas conexões a curta distância.

4.4.5. Straightness

Ou Centralidade reta ou "ser central como sendo direto para os outros". Este índice de centralidade origina-se da idéia de que a eficiência na comunicação entre dois nós em um sistema aumenta quando há menos desvio de seu

caminho mais curto da linha reta virtual (caminho Euclidiano reto) conectando-os.

[Figura 14: exemplo de índice de straightness ou intermediação. Fonte: Sevtsuk \(2010\)
Op. Cit](#)

5. Produtos gerados

A seguir são sumarizados os resultados dos objetivos propostos e apresentados textos publicados sobre eles.

5.1. Três Análises

As áreas escolhidas correspondem às mais antigas ocupações da cidade de Belo Horizonte, estando mais consolidadas no cenário urbano, ensejando assim, maiores atenções e justificando sua escolha para a pesquisa.

[Figura 15: Plano de ocupação da NOVABH com zoneamento. Fonte: o autor, 2016.](#)

[Figura 16: Aglomerados subnormais no interior do plano NOVABH. Fonte: o autor, 2016.](#)

[Figura 17: Aglomerados subnormais no interior do plano NOVABH e análise da conectividade sem efeito de bordas. As áreas estudadas estão marcadas com um círculo. Fonte: o autor, 2016.](#)

A seguir, sumarizam-se as análises da configuração da Vila São Vicente, Pedreira Prado Lopes e Vila São João Batista.

5.1.1. Vila são Vicente

A história de Belo Horizonte conta que o Ribeirão Arrudas começou a poluir-se logo após a inauguração da cidade em 1898, e logo começaram a aparecer as primeiras fábricas ao redor da Avenida do Contorno. Uma fábrica de pregos estabeleceu-se no local em foco, aproveitando a proximidade com o ribeirão para despejar seus dejetos, e seus trabalhadores buscaram fixar-se proximamente. Por volta de 1930, tais trabalhadores intitulavam-se “trabalhadores favelados”, e começaram a se fazer representar na cena política, com as ocupações que ocorriam ao redor da cidade cercada pela avenida do Contorno. A palavra Favela tem etimologia complexa, tratando-se de um brasileirismo que há alguns anos queria dizer “Morro habitado por gente baixa, arruaceira”. E, por analogia “lugar de má fama, sítio suspeito, freqüentado por desordeiros”. O termo “trabalhadores favelados” revela a contingência dos trabalhadores desempregados após a construção da capital, já naquela época “sem tetos”, ocupando áreas deixadas pela população desocupadas devido à insalubridade, proximidade

com eventos relacionados à saúde, segurança ou ainda com condições topográficas desaconselháveis para a ocupação. O termo parece ter se atenuado nos dias de hoje, e a pesquisa aponta que a associação da criminalidade com tais lugares foi considerada preconceituosa, sobretudo após a década de 1970, quando outros aglomerados foram removidos para programas de habitação social bem distantes do centro da cidade. Ouve-se da parte da população que ocupa as “comunidades” (como passaram a ser chamadas as favelas que resistiram às remoções à partir de 1970), nos casos estudados, que “marginal não mora aqui, é expulso daqui, senão a vizinhança não nos aceita morar próximos” (SOUZA, 1998) .

As vilas São Vicente e Dias (Figura 18 - Vila Dias é o apelido para Buraco quente) são tão próximas que são confundidas como uma mesma comunidade. Segundo dados da (“Urbel | Prefeitura de Belo Horizonte”, [s.d.]), as primeiras ocupações foram em 1948, quando cerca de cinco famílias ocuparam um terreno na região. Os barracos tinham telhado de lata e parede de adobe. Na década de 1950, outras pessoas também ocuparam o local. A ocupação se deu de forma pacífica, com os primeiros moradores cedendo parte da área. A luz era de lamparina, e utilizavam fossa e água de cisterna. Por volta da década de 60, uma fábrica de arroz, próxima à vila, atraiu vários trabalhadores que fixaram residência no local. A vila não possuía qualquer tipo de infraestrutura. A luz era obtida através de ligações elétricas ilícitas (gatos) e a água era fornecida pela Indústria de Parafusos

São Lucas. O primeiro nome foi Vila do Paia, por causa da fábrica de arroz. Depois chamou-se Buraco Quente, porque o terreno era acidentado e o lugar era considerado violento. Atualmente, uma parte recebe o nome de Vila Dias, em homenagem a um dos primeiros moradores, e outra de Vila São Vicente, que fica na parte mais alta. Em 1982, quando o Ribeirão do Arrudas não recebera suas modificações saneadoras, uma enchente deixou várias famílias desabrigadas que foram levadas para o Morro Alto, mas muitas não se adaptaram e acabaram ocupando espaços da Vila Dias, por ser mais próximo da área central da capital.

As duas vilas ficam ao lado das chamadas "Torres Gêmeas", ocupação que tem mais de uma década. No final de 1980 várias famílias, principalmente de catadores de papel, ocuparam os dois prédios de 17 andares e com 134 unidades, sem nenhuma infraestrutura predial. Hoje os compradores que nunca tiveram acesso às unidades das construções inacabadas lutam na justiça pela divisão da massa falida das empresas que eram responsáveis pelo empreendimento. A Vila São Vicente conta com 207 domicílios, 665 habitantes e ocupa 10.912m².

[Figura 18: Aglomerados subnormais no interior do plano NOVABH e análise da conectividade \(Integração - INCH\) sem efeito de bordas. Comunidades Buraco Quente e São Vicente. Fonte: o autor, 2016.](#)

5.1.2. Senhor dos Passos e Pedreira Prado Lopes

Pedreira Prado Lopes (Figura 19) é a mais antiga favela de Belo Horizonte. Os primeiros moradores foram operários que trabalharam na construção da nova capital. A ocupação começou entre 1900 e 1920. O nome originou-se do fato de que no local funcionava uma das cinco pedreiras que forneceram material para a edificação da cidade. Mais conhecida por causa dos altos índices de criminalidade e pobreza em 2002, a Pedreira é, no entanto, o principal berço do samba de Belo Horizonte e da primeira escola de samba da cidade. Um estudo realizado pela Prefeitura de Belo Horizonte em 1998 apontou a Pedreira Prado Lopes como um dos lugares de mais baixa renda na cidade. De lá para cá a situação melhorou um pouco, principalmente a partir de intervenções do Projeto Vila Viva, que asfaltou várias ruas e construiu um conjunto habitacional no local.

Em 2017 foi iniciado na Pedreira Prado Lopes o primeiro shopping social do país, localizado na rua Araribá e administrado pela ONG Inconformados, ligada à Igreja Batista da Lagoinha. O objetivo do Pedreira Feira Shopping é oferecer alternativas de renda aos moradores da Pedreira. Em dezembro de 2017 foram construído aparelhos de ginástica, mesas para jogos, parquinho para as crianças, pista de skate e quadra poliesportiva na Praça Santa Cruz. O empreendimento, conquistado pelo aglomerado subnormal através do Orçamento Participativo (OP), foi entregue pela Prefeitura, por meio da Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte (Urbel).

A comunidade Senhor dos Passos é localizada (Figura 19) na região Noroeste de Belo Horizonte, entre os bairros Lagoinha e Santo André, próximo ao centro da cidade. A vila passou a ter esse nome na década de 80, com a construção da Capela Nosso Senhor dos Passos, pertencente à Paróquia Nossa Senhora da Conceição, na Lagoinha. Segundo moradores mais antigos, a vila chamava "Buraco Quente", devido às brigas frequentes entre mulheres ciumentas. Até hoje alguns moradores se referem à vila dessa forma ou a chamam, apenas, de "Buraco". A Localidade onde se situa a vila era uma fazenda, de propriedade de um membro da família Mata Machado, que no início do século passado doou a área, uma mata aberta de fácil ocupação, para que a Igreja pudesse repassá-la às famílias pobres. Os documentos mencionam que os primeiros moradores ali se estabeleceram em meados do ano de 1914. A vila começou com duas pequenas casas e se

expandiu gradualmente até chegar aos dias atuais com cerca de 1060 domicílios, sendo que 73% não possuem título de propriedade. Até a década de 50, as condições de vida na vila eram muito precárias. Segundo moradores mais antigos, as ruas eram esburacadas e de terra, os caminhos feitos por trilhas, becos estreitos e o esgoto a céu aberto. A vila nessa época não possuía rede de abastecimento de água, sendo que os moradores utilizavam poços para conseguir água. Mais tarde foram construídos chafarizes em alguns pontos da vila, sendo o primeiro por volta de 1960. Os moradores acordavam muito cedo para buscar água e enfrentavam filas enormes. A energia elétrica era comumente obtida através de ligações clandestinas. As primeiras melhorias surgiram em 1956, através da Associação Sociedade Pró-Melhoramento, presidida por Chico Nascimento (Francisco Faria do Nascimento), um dos pioneiros do movimento comunitário em Belo Horizonte. Fundou também a União de Defesa Coletiva, na Pedreira Prado Lopes, e tornou-se presidente da União dos Trabalhadores Favelados de Belo Horizonte. Estas entidades trabalharam ativamente até 1964. Com o golpe militar, Francisco foi preso e o movimento existente, desarticulado.

A expansão da rede elétrica na vila foi iniciada na década de 70, o mesmo ocorreu com o abastecimento de água. Apenas na década de 90 e nos últimos anos foi iniciado o serviço de esgoto e saneamento no local e atualmente os serviços de infra-estrutura foram expandidos à quase toda a população. Hoje os moradores reclamam do transporte público que não percorre a vila, trafegando apenas no seu entorno. A Vila já foi alvo do Programa Alvorada, desenvolvido pela URBEL e pela AVSI – Associação de Voluntários para o Serviço Internacional e tem em desenvolvimento o Programa Habitar Brasil – BID, em parceria com a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. No início dos anos 90, alguns militantes da antiga Associação União Prado Lopes, reuniram-se para criar uma entidade específica da vila, sem vínculos com a Pedreira, o atual Movimento dos Moradores da Vila Senhor dos Passos. O movimento não tem sede própria na vila, mas seus dirigentes lutam por melhoramentos das condições na comunidade, através de parcerias com órgãos públicos e outras entidades. Os moradores da Vila Senhor dos Passos criaram fortes laços comunitários entre si, e consideram a vila um bom lugar para viver, próximo ao centro da cidade, com acesso aos serviços públicos nas áreas de educação e saúde. Porém reclamam da falta de um centro cultural na vila, para que os muitos artistas residentes na comunidade possam desenvolver suas atividades ([População.net, 2018](#)).

[Figura 19: Aglomerados subnormais no interior do plano NOVABH e análise da conectividade \(Integração - INCH\) sem efeito de bordas. Senhor dos Passos e Pedreira Prado Lopes. Fonte: o autor, 2016.](#)

5.1.3. São João Batista

A história do Bairro São João Batista, na Região de Venda Nova, começa no século XIX, quando ele ainda fazia parte de Santa Luzia e tinha o nome de Bairro Santo Antônio. Em 1948, quando houve a anexação definitiva de Venda Nova a Belo Horizonte, o local teve o nome alterado.

Localizado na parte mais antiga de Venda Nova, o São João Batista, como de resto toda a região, era lugar de descanso dos tropeiros responsáveis pelo abastecimento da região de Minas de ouro e diamante.

Em 1972, praticamente não havia nada no bairro, e acesso aos pontos comerciais e escolas se fazia através de becos. O acesso aos bens básicos de consumo era precário. Havia apenas uma "Venda", melhorando um pouco nas imediações da rua Padre Pedro Pinto, mas bem simples.

A situação hoje é bem diferente, e são facilmente encontrados supermercados, sacolões, drogarias, açougues e postos de saúde. Outra mudança foi no serviço de transporte, quase inexistente no início. Era

preciso caminhar até ao bairro Rio Branco para ter acesso ao transporte coletivo. A grande vantagem alegada pela população é a qualidade de vida, possibilitada pela tranquilidade da região, bem residencial, bem arborizada e com bons vizinhos. Formado basicamente por casas, o bairro é apontado como de padrão popular pelo IPEAD/UFMG, com renda média mensal inferior a 5 salários mínimos.

[Figura 20: Aglomerados subnormais no interior do plano NOVABH e análise da conectividade \(Integração - INCH\) sem efeito de bordas. Comunidade São João Batista. Fonte: o autor, 2016.](#)

5.2. Análise dos 3 casos

Em todos os e casos analisados a análise configuracional apresenta vias bem distantes, de baixa integração, fazendo deduzir que tais lugares estão mais segregados. Isso pode decorrer de uma ocupação defensiva, dada as condições sociais e históricas, para preservar o território sem que suas vias sejam percorridas por outros habitantes de outras regiões.

A despeito de não ter havido nenhuma modificação pelo plano NOVABH, pode-se inferir que estes estudos apontam para uma fragilidade brutal para a população destas comunidades, uma vez que qualquer mudança feita no sistema viário concorreria para desestabilização da segregação, associada à manutenção da privacidade local.

O pior Índice de Bem-estar Urbano é o da comunidade São João Batista, o que não coincide com as manifestações da população local. A pedreira Prado Lopes teve seu traçado modificado antes do NOVABH, e, como foi mencionado, uma redução da criminalidade e a perda da privacidade. Locais lindeiros àquela comunidade, a despeito dos esforços públicos para conferir maior habitabilidade e bem-estar ao local, sofrem a confrontação de diferenças sócio-territoriais. Exemplo disso é a área de lazer implantada ao norte da comunidade, conjugada a um condomínio de interesse social introduzido pelo programa “Vila Viva”. A área está sucateada uma vez que a população não a utiliza.

A vulnerabilidade destas comunidades à ações oportunistas da financialização da cidade, interpretadas e combatidas no NOVABH pela população de Belo Horizonte é um destaque que permite antever que, de uma maneira ou de outra, as habitações e população serão removidos cedo ou tarde, enquanto as discussões sobre as Ocupações Consorciadas não evidenciarem em suas regras o interesse social e o desejo de buscar espaços urbanos com menos diferenças injustas e iniquidades para saúde e segurança públicas.

6. Network Analysis para estudo do acesso à saúde

6.1. Resumo

A definição de unidades espaciais como locus preferencial na prestação do cuidado em saúde é desafiadora quando se buscam modelos assistenciais que reduzam as iniquidades de acesso aos serviços de saúde e os humanize, integrando dados demográficos, socioeconômicos, culturais e ambientais, configurando localmente os determinantes sociais da saúde. Esse estudo introduz uma análise da localização das Unidades Básicas de Saúde (UBS) nos Distritos Sanitários de Belo Horizonte, comparando as divisões administrativas adotadas com as obtidas pelo teste cartográfico de influência de acesso às UBS. Demonstra-se a potencialidade de investigações futuras sobre o território da cidade na busca de melhores localizações e acesso às UBS, acenando para o enriquecimento do debate sobre os rumos da Saúde Urbana no Brasil.

6.2. Introdução

O Sistema Único de Saúde do Brasil (SUS) é o maior sistema de saúde do mundo com características de universalidade, equidade e gratuidade. Desde sua criação, em 1988, um de seus maiores desafios é o de garantir o acesso de toda população aos serviços de saúde com qualidade. Entretanto, ainda há uma realidade desigual e excludente significativa na distribuição desses serviços no país. Tenta-se então amenizar esse problema priorizando uma rede de Atenção Primária à Saúde (APS) em nível territorial, seja municipal

ou por regiões de saúde, considerando-a como uma melhor porta de entrada para o SUS. As relações do território com vistas à organização dos serviços do SUS foram definidas pelo Decreto 7508 (2011) no qual também se renova a importância da APS conforme as recomendações do Relatório Mundial de Saúde 2008 (OMS 2008).

Em Belo Horizonte, o mapeamento da distribuição de recursos humanos, de ações e de serviços de saúde ofertados pelo SUS passou a ser feito, colocando a estrutura do espaço público e suas dimensões físicas como integradoras, juntamente com outros aspectos ambientais e de indicadores de saúde para nortear a priorização das implementações (PITCHON, 2013). Por essa razão apresenta-se como cidade de interesse na avaliação da configuração de sua estrutura espacial de UBS. O critério do número de pessoas residentes numa determinada localidade foi utilizado na especificação da menor unidade espacial de atuação das equipes de saúde da família. Na década de 1990, a Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte inovou ao implementar um modelo de APS que conjugava o critério estabelecido pelo SUS com balizamento do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) na definição das áreas prioritárias de atuação e do número de equipes de saúde da família para cada UBS. A cidade foi dividida em 9 Regiões Administrativas, os Distritos Sanitários, onde estão localizados um número diferenciado de UBS. Esses esforços direcionaram-se à oferta de

serviços de qualidade, com maior equidade, fácil acesso e em tempo adequado ao atendimento das necessidades de uma porção maior da população. Simultaneamente, visavam fortalecer a atenção aos ciclos da vida, com temáticas diversas, enfatizando-se por exemplo, as áreas e populações de maior vulnerabilidade. Esses aspectos conferiram extrema importância à discussão da localização das unidades e serviços da APS no espaço urbano, exigindo a problematização de metodologias para a sua avaliação e implementação.

6.3. Problematização

As unidades da APS são consideradas coordenadoras do cuidado e da comunicação com as demais redes do SUS e concretizam sua presença no espaço urbano por meio de sua localização em áreas limitadas denominadas “áreas de abrangência”. Dois objetivos que integram as suas finalidades estabelecem relações com o espaço urbano de modo explícito: em primeiro lugar ela deve oferecer atenção à saúde de forma completa; e, em segundo, deve favorecer as condições de integrar-se funcionalmente às outras unidades da rede. Quanto à primeira, as UBS cuidam hoje da promoção, prevenção e assistência à saúde coletiva, ultrapassando apenas a erradicação de doenças (FARIAS; BUCHALLA, 2005). Seu sucesso depende, portanto, da sua localização e tentando considerar as singularidades das comunidades onde se inserem, uma vez que a receptividade dos cidadãos é que as transformam em um elemento da vida urbana local. Ao se integrarem

às outras unidades de saúde (TEMPORÃO, 2010), as UBS tendem a equilibrar a distribuição dos recursos necessários para uma atuação mais profícua, principalmente considerando que as densidades tecnológicas das redes de APS diferem, e esse compartilhamento evita a subutilização e o desperdício.

Dessa maneira, busca-se congregiar uma relação horizontal, contínua e integrada em uma gestão compartilhada em consonância com as vizinhanças onde se localizam as UBS. A apropriação delas pela vizinhança parece ser capaz de proporcionar uma relação mais eficaz, promovendo o enraizamento da população, o uso espontâneo e participativo do ambiente urbano (WEIL, 2001) integrado ao ato de residir. Simultaneamente, as UBS demandam uma integração territorial através dos fluxos de pessoas e de coisas, criando uma hinterlândia (zona de influência), que fortalece a rede e disponibiliza a tecnologia e os serviços.

A importância dos centros de saúde para as vizinhanças, considerando sua proximidade e inserção como enraizamento, talvez tenha sido registrada pela primeira vez quando do chamado "Peckham experiment" (PEARSE; CROCKER, 2013). Entre os anos de 1926 e 1950, George Scott Williamson e Innes Hope Pearse criaram o Pioneer Health Centre, na vizinhança de Peckham, sudeste de Londres (Figuras 1 e 2). Os objetivos dessa proposta pioneira e radical incluíam despertar nos moradores da região, população

socialmente vulnerável, a valorização do cuidado à sua saúde por meio do uso rotineiro das instalações e dos serviços do centro. Esse incluía piscinas, equipamentos para exercício físico e locais para a socialização. A proposta visava preservar a assiduidade ao centro e com ela, a prevenção evitando o agravamento de diversas doenças.

Uma das primeiras reflexões teóricas sobre o conceito de espaço aplicado à saúde pública foi a de John Snow, em Londres, 1854, por ocasião da epidemia do cólera. Desde então, o diferencial de saúde, conforme a localização no espaço urbano, vem sendo objeto de pesquisas (SILVA, 1997) e, cada vez mais, as abordagens abrangem campos conjugados para a melhor compreensão dos fenômenos territoriais. Em se tratando da busca de uma totalidade entre o ambiente construído e a saúde das pessoas, Alexander e colegas (ALEXANDER; ISHIKAWA; SILVERSTEIN, 1977, p. 236) argumentaram sobre a necessidade de se construírem as cidades em maior consonância com o ciclo vital e a idade das pessoas. Vizinhanças poderiam mesclar mais e melhor seus indivíduos e reconhecer os ritmos de passagem de um ciclo etário ao outro, com espaços mais apropriados às limitações individuais, como por exemplo, a de movimentos. Aqueles autores também consideram que um sistema de saúde que consiga manter a saúde física e mental das pessoas deve-se enfatizar ações relacionadas à manutenção da saúde e não somente ao tratamento de enfermidades. Conseqüentemente, o

espaço deve ser fisicamente descentralizado para situar-se o mais próximo possível às atividades cotidianas, criando estímulos para práticas diárias que promovam a saúde, tal como a simples sociabilidade, a natação, a dança, esportes ao ar livre e tratamento médico incidental para estas atividades. Os autores terminam comentando que tais espaços sucumbem à percepção geral de que tratam somente de doenças e casos de enfermidades, e não de saúde.

Figura 1 e 2: Interior do edifício do Centro de Saúde de Peckham, Londres, hoje transformado em área de lazer privativa para um condomínio de apartamentos.

Fonte: Internet acesso 2016

Nos últimos 15 anos, a Análise Espacial vem sendo utilizada com ênfase na Saúde para dar suporte ao conceito de risco, em função das múltiplas possibilidades advindas da correlação de variáveis como a localização da população, recursos e fluxos através de sistemas de informação geográfica (GIS). A espacialização da situação de saúde de uma região urbana sobreposta, em seu mapeamento, às espacializações socioeconômicas, sanitárias e ambientais, possibilita uma aproximação mais reveladora do que realmente acontece no espaço urbano, revelando-se uma grande contribuição (GONDIM et al., 2008). Entretanto, o uso desses procedimentos considera que o território ocupado por uma vizinhança, ao longo do tempo, confere-lhe limites territoriais e físicos resultantes da acumulação de

situações históricas, ambientais e sociais. A ênfase a estas variáveis do enraizamento, entretanto, dá-se na consideração de que tais fatores constituem informação sobre a capacidade de suas características ativarem condições particulares para a produção de doenças (BARCELLOS et al., 2002).

Igualmente, para que se possa avaliar mais precisamente o impacto da localização dos serviços de atenção primária à saúde, é necessário o reconhecimento de tais territórios como os delimitadores das unidades espaciais das vizinhanças. A extensão geométrica merece abarcar uma multiplicidade de dados para identificar mais e melhor o perfil demográfico, epidemiológico, administrativo, tecnológico, político, social e cultural que caracteriza seus habitantes e se expressa em um espaço urbano em permanente construção (MONKEN et al., 2008). O geógrafo brasileiro Milton Santos, considerado um dos grandes influenciadores do movimento que compreendeu o processo saúde-doença na cidade como manifestação social atenta, em sua vasta bibliografia, para a necessidade de estudar tal processo através de questões espaciais e territoriais (FARIA; BORTOLOZZI, 2009). Para auxiliar a estabelecer tais análises, nos últimos anos, potentes ferramentas estão disponíveis para investigar as correlações entre Eventos Relacionados à Saúde (ERS) e o espaço urbano.

Entretanto, apesar do crescimento exponencial do interesse pelo assunto em todo o mundo, a maioria das pesquisas continua “não espacial” (AUCHINCLOSS et al., 2012). Os dados espaciais são subutilizados assim como os instrumentos analíticos disponíveis. A definição de unidades espaciais tem gerado inúmeras bases, posto que várias instituições ao pesquisarem os mesmos dados criam novos recortes desconectados intersetorialmente e, por vezes, negligentes quanto à interoperabilidade. Esse descompasso compromete recursos financeiros, técnicos, pessoais e retarda a elaboração de políticas mais eficazes ou efetivas, negligenciando certas unidades não cobertas e, portanto, não atendidas.

No Brasil, o uso do ferramental contemporâneo também tem se revelado um campo em crescimento (BARCELLOS; RAMALHO, 2002) cuja consolidação tem ocorrido com a disponibilização de dados de qualidade, a ampliação da capacidade computacional disponível e a capacitação profissional em GIS aplicado à Saúde. Um dos desafios contemporâneos é a pesquisa de novas possibilidades metodológicas para a compreensão da dinâmica urbana e subsídio às ações de atenção à saúde (PEREZ, 2006), possibilitando uma base de dados dinâmica com coletas e consultas em tempo real.

Como mencionado, a definição da unidade espacial do território é ainda controversa nos estudos das condições de saúde no espaço urbano. Um dos

principais desafios refere-se ao fato de que os dados dos ERS são coletados segundo a lógica territorial do SUS, que estabelece sua unidade espacial com objetivos administrativos. Essa lógica comanda a referência espacial na visualização dos dados sobre saúde no território, constituindo-se em uma imposição administrativa ao sistema de informação privilegiado, cujo custo pode mascarar singularidades das unidades.

Adotar unidades espaciais diferentes abre o caminho para a superação da invisibilidade de algumas correlações entre saúde e espaço. Propõe-se aqui a apresentar uma análise de um mesmo ERS, contido em distintos tipos de unidades espaciais, seja uma vizinhança identificável, uma bacia hidrográfica ou um distrito sanitário, e que possa ser sobreposto aos dados demográficos, socioeconômicos, culturais e ambientais. Este exercício permitirá visualizar a espacialização dos dados de acordo com o interesse do estudo, incorporando os preceitos de simultaneidade analítica e interação entre escalas diferentes.

6.4. Estudo de caso

A unidade de agregação mais adequada para avaliar o impacto de ações preventivas no espaço urbano parece ser a área delimitada ao redor dos Centros de Saúde (BARCELLOS; RAMALHO, 2002) - sua hinterlândia, por critérios de abrangência bem caracterizados. A Secretaria Municipal de Saúde da cidade de Belo Horizonte (SMSA-BH) define as áreas de

abrangência por homogeneidade socioeconômico-sanitária, isto é, áreas que reúnem espaços onde se concentram grupos populacionais internamente homogêneos, tendo em conta as “condições objetivas de existência”.

Segundo a SMSA-BH,

“...essas áreas permitem a condução da vigilância à saúde mediante ações interdisciplinares e intersetoriais conforme as características do grupo populacional residente. A micro-área tem como unidades internas de análise e acompanhamento a moradia; espaço de vida de uma micro-unidade social, a família nuclear ou estendida. A moradia é o locus para o desencadeamento de intervenções de saúde, buscando a promoção do bem-estar da população.” (Áreas de Abrangência dos Centros de Saúde | Gestão Compartilhada, [s.d.]

Este estudo de caso foi realizado, confrontando a unidade de abrangência definida pela SMSA-BH e uma unidade espacial calculada pela facilidade e importância no acesso peatonal e motorizado aos 147 UBS administrados pela SMSA-BH (Figura 3). Estes centros encontram-se distribuídos em 9 distritos sanitários e realizam mais de 2,5 milhões de consultas médicas por ano. No caso de alguma necessidade de tratamento, informações ou cuidados básicos de saúde, a população deve se dirigir ao centro mais próximo de sua residência e nele, agendar consultas rotineiras e/ou especializadas, fazer exames, acompanhar doenças crônicas, obter vacinas e medicamentos, dentre outros serviços. Cada UBS tem que cobrir uma área de abrangência definida. Essa área é delimitada segundo a densidade populacional do Distrito Sanitário onde se situa e é atendida por equipes de profissionais de saúde, com base no seu tamanho de população e em

critérios de vulnerabilidade de cada área (“Áreas de Abrangência dos Centros de Saúde | Gestão Compartilhada”, [s.d.]).

Entretanto, o conceito de abrangência é complexo, baseado no conceito de acesso ao serviço de saúde. Sua discussão, desde a década de 1950 (TRAVASSOS; MARTINS, 2004), constitui ainda hoje um campo fecundo de debate concernente a avaliação dos serviços de saúde. A dimensão tratada aqui é a técnica, relativa à planificação e organização da rede de serviços, e merece ser incorporada às outras dimensões explicativas tais como as da política, da economia e da cultura. A tentativa visa articular o referencial teórico e a definição conceitual aproveitando a diversidade de dados disponíveis sobre o tema em termos espaciais, escalares e temporais.

Figura 3: Localização dos Centros de saúde. Fonte: os autores. Dados IBGE 2010/PBH 2014

6.5. Método

Através da rede viária da cidade foram calculadas as rotas mais econômicas na delimitação das áreas de abrangência de cada UBS. Para sumarizar esse processo, foram detalhadas as etapas a seguir, com a indicação dos comandos para o aplicativo ArcGIS Pro⁶, extensão Network Analyst. Tais comandos têm correspondentes bem similares em outros aplicativos, tais

⁶ "ArcGIS Platform - Esri." 2005. 26 Dec. 2015 <<http://www.esri.com/software/arcgis>>

como o QGis e o MapInfo, e esse detalhamento sumariza o método e permite sua adaptação para outras plataformas.

- Mapa das vias públicas

O mapa com a linha central (Centerline map) representando a rede viária do município de Belo Horizonte foi obtido do site OpenStreetMap⁷ (OSM), site do projeto colaborativo para a criação de um mapeamento gratuito e editável de todos os espaços urbanos do mundo. A vantagem do material oferecido por esse site gratuito é que as informações disponibilizadas estão em contínua atualização pelos colaboradores, com qualidade compatível ao Network Analyst ARCMAP.

- Composição do banco de dados para a análise da rede de vias públicas

A seguir, esse mapa recebeu algumas informações adicionais para compor uma base de dados para o Network Analyst. Foram indicados o tipo de cada segmento (ruas, rodovias, becos, etc.), a velocidade máxima permitida para os automóveis e a declividade do segmento viário. Para que o módulo do Network Analyst funcionasse corretamente, a rede foi dividida em segmentos conectados por vértices, que representam as esquinas e demais junções (Figura 5).

⁷ "OpenStreetMap Foundation Wiki." 2015. 4 Jan. 2016 <<https://wiki.osmfoundation.org/>>

[Figura 4: Todos os segmentos viários do Brasil](#), [Figura 5: Split dos segmentos de vias](#)

Fonte: os autores. Dados OSM 2014.

O cálculo da declividade média de cada segmento das vias usou o modelo de cálculo mostrado na Figura 6 que é a vista do modelador matemático das operações, e pode ser compreendido por especialistas. O mapa da *centerline* já ajustado teve cada um dos 49.885 segmentos de via divididos em 3 pontos para garantir uma melhor estimativa da declividade dos setores de via. A seguir, utilizando o mapa com as feições das curvas de nível do município, foi criado um mapa clinográfico e, a seguir, a declividade de cada ponto dos segmentos foi capturada numa nova tabela. A figura 7 ilustra esse processo, apresentando uma camada espacial com a linha central dos segmentos de um trecho urbano. Produziu-se, com isso, um mapa das vias de todo o município de Belo Horizonte, contendo o valor da declividade para os 3 pontos, dos quais se calculou a declividade média e sentido acline/declive.

[Figura 6: Model Builder ArcGis para determinação da declividade média das vias.](#)

[Fonte: os autores.](#)

[Figura 7: ilustração das camadas sobrepostas para identificação de dados para os segmentos viários.](#) [Fonte: os autores.](#)

- Implementação dos dados de impedância

A análise de redes viárias pode considerar pedestres e veículos. Para o primeiro caso, leva em conta a velocidade média da caminhada das pessoas e a variação de velocidades conforme a declividade das vias, o sentido da caminhada (se subida ou descida) e a idade do pedestre. Para o segundo caso consideram-se as informações sobre a hierarquia das vias, o volume e

o sentido do tráfego, o sentido das conversões e as velocidades máximas permitidas.

No nosso caso, o movimento peatonal foi prioritário, devido às características da avaliação do acesso às UBS pelos moradores. Já a pesquisa das condições de facilidade de movimentação em função dos elementos da logística e do princípio de compartilhamento de recursos tecnológicos e de serviços especializados foram avaliados para os valores do cálculo de tráfego motorizado. A seguir, sumarizam-se os elementos presentes no cálculo desses dois tipos de movimentos.

A resistência oferecida aos pedestres e carros em seus trajetos é denominada “Impedância” nos estudos de GIS. Conforme se mencionou, devem ser considerados valores médios para as velocidades das caminhadas sob influências diversas, desde a declividade e a idade dos pedestres, até a temperatura e densidade de pessoas nos passeios. Existem hoje muitas pesquisas dirigidas ao assunto (DAAMEN; HOOGENDOORN; BOVY, 2005; HOOGENDOORN; BOVY, 2002; HOOGENDOORN; BOVY; DAAMEN, 2002). Aqui priorizamos o Gráfico 1, que relaciona a declividade em % (x) e a velocidade da caminhada em metros por minuto (y). Os valores negativos referem-se à declividade em sentido descendente, e positivos, em sentido ascendente (BOVY, 1973).

[Gráfico 1: Velocidade e declividade no movimento de pedestres. Fonte: BOVY, 1973](#)

Já para o estudo de impedância dos automóveis, a tabela dos segmentos viários recebeu dados que armazenam a informação acerca do sentido das vias para circulação dos veículos, declividade e sentido, largura da via, velocidade e tipologia. Todos esses dados, como se disse anteriormente, foram retirados do OSM, mas vale comentar que o software ArcGIS 10.14 (2016) já permite a conexão do aplicativo em tempo real com os Bancos de Dados atualizados das instituições responsáveis pelo controle do trânsito, como já acontece em cidades como Londres e Paris, onde até o volume de tráfego é disponibilizado nos sites das prefeituras. Entretanto, as informações sobre o sentido das vias foram suficientes para finalizar o conjunto de dados do mapa de segmentos de vias e possibilitou avançar com a análise de rede através do aplicativo ArcGIS. Aquele software utiliza algoritmos matemáticos disponíveis no módulo de geoprocessamento Network Analyst⁸, os quais são baseados no algoritmo clássico de Dijkstra (SKIENA, 1990) que permite o cálculo da rota de menor impedância (custo, esforço) entre um ponto e outro, no interior de uma rede – o que pode gerar uma análise intrasetorial. Limitamos a indicar a existência de uma vasta bibliografia sobre o algoritmo de Dijkstra, que pode servir aos interessados. Tal algoritmo foi aplicado a um grande número de problemas a partir de

⁸ "ArcGIS Platform - Esri." 2005. 26 Dec. 2015 <<http://www.esri.com/software/arcgis>>

1956, quando foi concebido e revelou-se uma formulação lógica e inovadora em diversos campos. No Desenho Urbano, ele tornou possível várias análises sobre a acessibilidade, sendo incorporado em aplicativos contemporâneos (STEINITZ, 2012), como o ArcGis.

A etapa final consistiu na criação de duas redes, a partir da camada das vias implementadas com as informações anteriores, uma para análise dos movimentos de automóveis e outra para movimento de pedestres. Foi necessária a programação de um roteiro na linguagem Python⁹ para reconhecer a sinalização de sentido das ruas da cidade, no caso da análise da rede para automóveis. Igualmente a rede para análise do movimento de pedestres demandou um roteiro associando os dados de velocidade e a declividade dos passeios, como anteriormente dito. A inserção desses roteiros foi feita na etapa do que se chama DataSetNetwork, ilustrado na Figura 9.

[Figura 8: Atributos para a avaliação das regras do modelo matemático construído para os automóveis.Fonte: o autor, 2015](#)

Esses *scripts* regulam a velocidade dos pedestres e calculam o tempo que eles gastariam para percorrer os segmentos de passeio. A velocidade é determinada segundo a declividade do trecho, de acordo com a Tabela 1. A partir disso, avaliaram-se os sentidos dos movimentos dos pedestres, se subida (aclive) ou descida (declive propriamente dito).

⁹ "Welcome to Python.org." 2004. 20 Apr. 2016 <<https://www.python.org/>>

6.6. Resultados e análises

O conjunto de dados trabalhados e relatados para a construção da base nos facultaram descrever alguns dos resultados para melhor compreender a: influência peatonal, a influência de motorizado e a análise da localização - distribuição. Então, vejamos.

- Influência Peatonal (Service Area¹⁰)

Nesta análise foram considerados os dados de pedestres e de automóveis para observar o comportamento no acesso às UBS. A Figura 9 mostra o cálculo da área de abrangência das UBS, com tempos de caminhadas dos pedestres de até 15 minutos. Ressalte-se que os parâmetros para esse cálculo foram as velocidades compreendidas em acordo com a declividade, como explicitado anteriormente. Dessa maneira, a Figura 9 mostra um acesso bastante reduzido pelo trajeto a pé, segundo os parâmetros aqui adotados. Essa situação fica ainda mais crítica nas UBS da Regional Barreiro, que possuem as menores áreas sob as curvas isocrônicas. Considerando-se o tempo de caminhada de 30 minutos, o resultado do mapa é o da Figura 10. A comparação desses dois mapeamentos indica uma redução da área de influência da UBS e, simultaneamente, pouca correspondência às áreas de abrangência determinadas pelo SUS/PBH. Também dela pode-se concluir a necessidade de pesquisar conceitos relativos às “distâncias caminháveis” na

¹⁰ *Service Area* pode ser entendida como a área de influência de um determinado serviço ou edifício. Essa análise considera a impedância para os tempos e deslocamentos de pedestres, conforme explicado.

cidade - walking distance, walkability (LESLIE et al., 2007; MUREKATETE; BIZIMANA, [s.d.]). Tais conceitos possuem muitas referências na literatura sobre saúde orientadas para doenças cardíacas e respiratórias. Entretanto, poucos dados sobre o que ocorre no Brasil. A junção dos polígonos da Figura 10 sugere a existência de anéis isocrônicos que comunicam as UBS em caminhadas de 30 minutos. A área dos anéis pode se constituir num indicador mas, entretanto, tem pouca utilidade uma vez que as curvas são calculadas pelo tempo de percurso nas ruas e passeios. Algumas UBS do Barreiro, como por exemplo a UBS Olhos D'água (marcada A na figura 9) tem a menor área de influência, caracterizada pela interferência da declividade. Finalmente, outra reflexão possível se refere à caracterização dos pedestres por idade que, numa pesquisa futura, poderá indicar o estabelecimento de velocidades diferentes para a abordagem. No caso em estudo, o padrão de velocidade foi generalizado para ser inclusivo, considerando pessoas acima de 65 anos.

[Figura 9: Service Area com impedâncias de velocidade peatonal considerando active e declive. Fonte: os autores](#)

[Figura 10: Service Area com impedâncias de velocidade peatonal considerando active e declive. Fonte: os autores](#)

- Influência de motorizado (Service Area¹¹)

¹¹Considerando a impedância para automóveis, como se explicou.

A Figura 11 exibe o cálculo das áreas de influência das UBS acessadas por automóveis. Um problema relacionado ao estágio tecnológico do cenário brasileiro é a falta de dados sobre o tráfego de automóveis e pedestres. O volume do tráfego e a densidade peatonal são dados empíricos que necessitam de medição atualizada, frequente, e livre, durante todos os dias do ano para que seja possível alcançar alguma preditibilidade. No caso, foram consideradas as velocidades máximas dos segmentos de vias, o que não é um estado ideal e de modo algum preciso. Tal precariedade indica que os instrumentos baseados na impedância temporal irão falhar nesse contexto, inviabilizando a utilização de algumas ferramentas do Network Analyst ArcGIS, que tem potencial, como se mencionou anteriormente, de conectar-se a base de dados em tempo real das instituições reguladoras do trânsito.

Figura 11: Service Area de motorizados. Fonte: os autores

- Localização-Distribuição (Location-Allocation)

Esse tipo de teste permite visualizar as áreas ótimas de demanda a serem atendidas pela UBS. Essa análise resulta num conjunto de linhas que sintetiza o trajeto pelos segmentos de vias desde a UBS até o ponto de demanda, ou seja, pontos de endereços das edificações que possuem a menor impedância de tempo. A Figura 12 estabelece retas que vão de cada edifício da Regional Barreiro até a UBS mais econômica (menor impedância

de tempo a pé). Diferindo da análise de Service Area, esse estudo possibilita identificar e listar quais os números de domicílios e outros que estão sobre a influência da UBS. Se for considerado um indicador, será possível determinar quantas conexões com domicílios serão suportadas para a capacidade de cada UBS em intervalos temporais.

A exemplo de sobreposição de outros dados a Figura 13, apresenta o Índice de Vulnerabilidade à Saúde (IVS) e a população com mais de 65 anos em cada setor censitário. O polígono contido de todas as retas de tempo poderia ser o agregador dos dados da população idosa, contribuindo para realocar setores censitários de forma distinta, produzindo áreas de agregação com indicadores que possibilitassem uma maior homogeneidade espacial. Essa última observação expressa a necessidade de análises que favoreçam a reconstrução de novas unidades de agregação significativas, concomitantemente com uma mudança conceitual das UBS na sua relação com as vizinhanças.

6.7. Conclusões

Este estudo de caso pretendeu demonstrar a potencialidade de investigações sobre o território e a saúde, no que tange aos possíveis condicionantes espaciais de maior ou menor acesso às UBS em um contexto urbano de vivência, acenando para o enriquecimento do debate sobre os rumos da Saúde no Brasil.

Preliminarmente o estudo verifica o conceito do centro de saúde de modo positivo e integrado à vizinhança. A seguir ele expõe, de acordo com os parâmetros aqui adotados, um acesso mais reduzido pelo trajeto a pé, além de descrever algumas UBS com restritas áreas de abrangência, sugerindo uma pequena área de influência e ínfima correspondência com a respectiva área administrativa. Essa ausência de sobreposição tende a sugerir limitações entre as áreas (de influência e administrativa) o que compromete a eficácia de políticas planejadas para um recorte determinado. Tal descompasso possivelmente oculta singularidades de áreas mais próximas ao que, de fato, ocorre na realidade, em termos de obstáculos a uma redução no tempo de deslocamento e de prestação do serviço. O estudo dos obstáculos do território é assunto que carece de pesquisa longa, e pode ser tratado com as mesmas bases operacionais aqui descritas, detendo-se em verificações importantes como os modelos de percepção ambiental, cognição e geografia (WOOD; KITCHIN; BLADES, 2002b) e a saúde.

[Figura 12: Location-Allocation com menor impedância de velocidade peatonal considerando aive e declive. Fonte: os autores](#)

[Figura 13: Location-Allocation sobreposições de dados: População idosa e IVS. Fonte: os autores](#)

O estudo permite concluir sobre a necessidade de uma maior multiplicidade de informações de qualidade para o estudo de indicadores de Saúde Urbana

através de ferramental analítico utilizando o GIS. Recomenda-se também a realização de pesquisas sobre conceitos relacionados às “distâncias caminháveis” e os impedimentos ou barreiras constantes nos percursos, juntamente com a imagem da cidade (LYNCH, 1997). As reflexões aqui aquecem o debate no que se refere às diversas definições e possibilidades analíticas do que é um contexto urbano, seja ele originado de um ponto de vista objetivo, como os setores administrativos, seja ele de origem subjetiva, tais como a percepção/convivência da vizinhança pela população adstrita a um determinado território urbano.

7. Análise configuracional e sobreposição de dados censitários para proposta de melhoria de setor urbano

7.1. 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.

7.2. 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.

7.3. 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.

7.4 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.

7.5. 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.

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.

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).

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).

Fig. 4 – Hipótese de criação de rua de pedestres.

Fonte: o autor (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. 5 – Análise da Localidade.

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 ancianos 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, 2016b), módulo ArcMAP, com o método descrito em Souza et al. (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).

7.6. 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 Euler (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 georreferenciado 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).

7.6.1. 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 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 mostram-se 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.

7.6.2. 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 conecta-se 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.

7.6.3. 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 indicadores 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 indicadores 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.

7.7. 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, leitos 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 realocadas 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.

[Fig. 12 – Visão Geral da proposta geradas / CityEngine © \(ESRI, 2015\)](#) Fonte: o autor, 2016.

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.

7.8. 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.

8. Cálculo da mobilidade ativa (walkability)

8.1. Resumo

Discute-se a metodologia para a determinação de indicadores de Mobilidade Ativa (MA) em cidades brasileiras, confrontando-se padrões internacionais e adaptações requeridas para o Brasil. Toma-se a cidade de Belo Horizonte como estudo de caso da pesquisa. Argumenta-se que o estudo dos dados secundários do espaço urbano, quando primeiramente realizado, permite intuir com mais profundidade questões para entrevistas e questionários que capturem, quantitativamente, os dados primários para compreender a maneira como a população percebe a utilidade, a segurança, o conforto e o interesse de suas caminhadas pela cidade. Indicam-se as etapas para o cálculo do índice de Mobilidade Ativa, e são explicadas as suas dificuldades e abstrações. O mapa final de índices de MA é analisado e criticado, e o encaminhamento das próximas etapas da pesquisa é sugerido. Finalmente, algumas estratégias são enfatizadas como ferramental útil para cidades

brasileiras que não ainda possuem dados secundários consolidados em um sistema de informações geográficas.

8.2. Introdução

Na última década, “Walkability” passou a ser tema agregado às problemáticas contemporâneas, sobretudo na relação do cidadão com o uso dos espaços públicos das metrópoles em todo mundo. Refletindo-se no Brasil, ela vem congregando diferentes atores e concentrando diversos tipos de esforços com a finalidade de se tornar parte da agenda pública com sua mensagem principal: quando o cidadão anda, faz bem a si e à cidade. Com essa mensagem simples, o termo “Walkability” foi abraçado com nomes estranhos, como “caminhabilidade”, “andabilidade”, e outros, que não expressam o que se trata e a sua complexidade. “Walkability” será traduzida pela expressão “Mobilidade Ativa” (MA), retirada das disciplinas de Cineantropometria e Desempenho Humano, da Educação Física (LIMA; RECH; REIS, 2013; MALAVASI; DE FATIMA S. DUARTE; BOTH, 2007).

Mobilidade Ativa é um dos elementos estratégicos que fazem parte da mobilidade urbana em geral, estudando o movimento do pedestre através dos meios físicos que o suportam, estudando a condição física e a manutenção de sua saúde, caracterizando os aspectos qualitativos sobre o que o motiva a caminhar e as vantagens coletivas que a MA podem trazer

para a transformação da vida da cidade em uma vida urbana mais sustentável.

Discute-se aqui uma adaptação metodológica para o início da pesquisa de MA nas cidades brasileiras, apresentando o experimento do teste metodológico como um estudo de caso. Conclui-se sobre as idiosincrasias metodológicas, suas vantagens para os métodos de observação social sistemática e as possibilidades de adaptações para cidades onde faltem dados completos para o cálculo.

8.3. Questões metodológicas

Brian Saeles e James Sallis (2002) criaram o “Neighborhood Environmental Walkability Scale” (News), talvez o primeiro conjunto estruturado de perguntas e observações para avaliar a MA sob o ponto de vista da percepção da população de subúrbios americanos. Tentavam capturar como os moradores classificavam o espaço urbano em que viviam em termos de como percebiam as atividades, densidade residencial, acessibilidade e proximidade ao comércio e outros usos, conectividade das vias, infraestrutura para caminhadas e para o ciclismo, tráfego, segurança contra crimes, bem como a satisfação individual. Esse método foi utilizado e adaptado em diversos países e desde então, múltiplas versões do questionário original estão disponíveis.

Atualmente o professor Sallis sinaliza, em seu site, que além das entrevistas, o método deve ter seus resultados discutidos à luz dos Sistemas

de Informações geográficas (SIG), na versão metodológica que ele chamou News-CFA (SALLIS, 2003). Com forte orientação para as ciências sociais, mas aproximando-se da saúde pública, o método NEWS e sua evolução demonstraram a necessidade de uma abordagem transdisciplinar no estudo da MA. No entanto, foi gradativa a aproximação dos campos de conhecimento e o engendramento de quadros teóricos e metodológicos apropriados para tratar as complexidades da urbanização contemporânea.

Shay Et. al. comenta que, até 2003, a literatura a respeito da Mobilidade Ativa era confusa, imprecisa e incapaz de fornecer elementos para estudos sistemáticos, localizados e válidos. As pesquisas limitavam-se a comparar conceitos de acessibilidade entre si, e enumerar hipotéticas características que seriam capazes de contribuir para a criação de caminhos de pedestres que favorecessem a saúde, a economia local, a sustentabilidade (SHAY et al., 2003) e até o nível acadêmico dos indivíduos (LUFKIN, 2016). Não havia, àquela época, nem um preciso conceito do termo e nem muito menos um bem definido conjunto de correlações entre o comportamento universal de pedestres e os aspectos espaciais do ambiente construído.

Com o crescimento do mundo urbanizado e suas conseqüentes dificuldades, os desafios para a Mobilidade Ativa conseguiram impor o seu reconhecimento para agendas em todo mundo. A Organização Mundial de Saúde promoveu, em 10 de maio de 2002, o dia Mundial da Saúde cujo tema foi "Mobilidade para Saúde" (WHO, 2010). Gradativamente, o espectro

das interferências do espaço urbano sobre a saúde das populações foi aumentando nas abordagens de MA. O meio ambiente construído e as formas sociais nele ancoradas passaram a ser estudadas como agentes recursivamente interferentes que sofrem interferências da modulação de tendências globais, governamentais, da sociedade, dos setores privados e dos mercados. Por sua vez, o entrelaçamento de temas da saúde pública e do espaço urbano, até 2005, consolidaria o campo de conhecimento da Saúde Urbana, que seria mais um apoio aos estudos de MA integrando o assunto com a pesquisa sistemática de indicadores e análise válidos, confiáveis e robustos, guiados por métricas inovadoras para avaliar como intervenções na cidade podem impactar a saúde. (CAIAFFA; FRICHE; DANIELLE, 2015).

Ao propor aos indivíduos que priorizem, na medida do possível, os movimentos a pé pela cidade, aludindo a uma diversidade de vantagens tais como mais saúde, menos movimento de carros e poluição, mais economia e melhorias correlatas à ocupação, a segurança e a manutenção dos espaços públicos (MARQUET, 2015), a Mobilidade Ativa conseguiu agregar em torno de si atores que de alguma forma interessaram-se. No Brasil, sobretudo quando ganhou o status de Política para implantação do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana através da Lei Federal 12.587 de 2012. Esta lei prevê que o Plano de Mobilidade Urbana deva estar compatibilizado com o plano diretor municipal existente ou em elaboração até 2018. Pode-se ser dito que nas

esferas político-administrativas o debate sobre a Mobilidade Urbana aqueceu com o Sistema Nacional de Mobilidade, a pesquisa sobre a Mobilidade Ativa, por sua vez, parece ter recrudescido, no que tange ao estudo das correlações entre o espaço urbano e sua implementação. Poucos estudos têm se dedicado ao entrelace multidisciplinar, como se comentou inicialmente, sobretudo com o desenho urbano.

Grande parte das pesquisas atuais sobre a correlação entre cidades caminháveis, atividades físicas e saúde tendem a enfatizar variáveis demográficas e psicossociais (LESLIE et al., 2007, p. 113), tratando o espaço a partir de uns poucos atributos, fracos demais para estabelecer correlações ativas com outras variáveis. A exemplo disso, Oliveira-Brochado et al (2010, p. 7) enfatizam a necessidade de uma avaliação das influências psicossociais, culturais e das políticas de saúde sobre as atividades físicas do cidadão, visando forjar um “paradigma transdisciplinar”. Mas para tal modelo, o espaço urbano é provedor passivo de atributos espaciais tais como a iluminação adequada, o clima adequado (arborização) e o conforto, todos esses mensurados a partir de atributos subjetivos, sem um planejamento espacial capaz de ativar positivamente o comportamento das pessoas.

Jeff Speck (2013) sistematizou recentemente sua teoria com base em três pontos de vista - que não se relacionam ao espaço propriamente dito, mas privilegiam as opiniões de economistas, epidemiologistas e ambientalistas.

Muito embora busque uma teoria geral sobre a MA, estudando basicamente casos americanos, propõe que os acessos urbanos tenham quatro condições básicas: utilidade, segurança, conforto e interesse. Desse modo, os movimentos da rotina diária individual devem ter seus pontos de início e fim próximos uns dos outros; os pedestres não podem ser ameaçados por automóveis; os edifícios e paisagens que limitam o espaço da rua devem constituir verdadeiros recintos urbanos e os passeios devem se alinhar a fachadas amigáveis, que se abram à atividades humanas. A partir dessas definições, aquele autor trata de enumerar dez passos para se alcançar a MA, descrevendo extensas recomendações pessoais baseadas em casos retirados de sua experiência profissional em cidades americanas.

Mais interessado no espaço urbano e ainda mais recente, o método de Christopher Leinberger e Rodriguez Michael "A Foot Traffic Ahead" (2016) ocupou-se em classificar trinta maiores áreas metropolitanas em diversas cidades dos EUA. Levando em consideração os limites territoriais das distintas regiões, calcularam seus indicadores econômicos e sociais. Especialmente, tomaram as quantidades de áreas ocupadas por escritórios, comércios, moradias multifamiliares de cada setor e os compararam com o restante das demais regiões. Muitos ajustes metodológicos foram feitos no período de coleta de dados, que foi de 2007 a 2016, e o principal deles foi o de considerar a renda familiar como um dos indicativos mais robustos para representar a produtividade e a equidade social, uma vez que esse dado

figura como um estado real de estabilidade das regiões estudadas. Isso indicava a hipótese de que as áreas caminháveis das cidades simultaneamente apresentavam uma maior renda, equidade social, e menor tendência a se desestabilizarem e se transformarem em outra coisa diante da especulação do mercado imobiliário. Aquele relatório apresentou uma bem ilustrada metodologia, e apontou ciclos de cidades de alta Mobilidade Ativa de acordo com diversos indicadores. Muito embora aparentasse ser um resultado óbvio para grandes aglomerações de alto nível socioeconômico, entreviu uma mudança do comportamento norte-americano relativamente ao espalhamento suburbano adotado há mais de sessenta anos, com urbanismo "arcadiano". O relatório demonstrou que novas métricas do adensamento e a inclusão de MA nas metrópoles eram capazes de qualificar a vida do cidadão, mais do que se pensara no passado. Similarmente, o relatório indicou uma diminuição do transporte pendular do trabalho nos centros urbanos às moradias nos subúrbios - estes últimos cada vez mais distantes - e a redução de transportes caros, causadores do aumento de poluição justamente nas áreas naturais, que estão cortadas por vias de alta velocidade. Se o "sonho americano" acreditou que o espalhamento suburbano e a manutenção de uma aparência de casas construídas em meio a paisagens naturais poderia mascarar os prováveis malefícios do espalhamento de baixa densidade, com esses novos estudos, ficou evidente que a melhor forma de preservar o ambiente natural seria ficar bem longe

dele (MARQUET, 2015) e retornar às cidades para resolver seus problemas de habitação.

Outras abordagens conseguiram finalmente estudar o meio ambiente construído observando a variabilidade da ocorrência de certos elementos e condições espaciais e sociais que recursivamente se transformavam. Apresentam-se, dessa forma, como uma metodologia com a amplitude necessária para o estudo de correlações entre a saúde e o espaço urbano. Os “modelos ecológicos de comportamentos saudáveis” de Sallis Et al. (2008, p. 465) enfatizam agora que o ambiente e as ações políticas voltadas para a saúde devem ser estudados juntamente com as influências sociais, psicológicas e espaciais. Os modelos ecológicos conduziram a uma pesquisa explícita sobre a recursividade dinâmica dos múltiplos níveis de influência que atuam no meio ambiente construído e nas formas sociais.

Um estudo bem mais robusto foi conduzido na Austrália e apresentado no artigo “Walkability of Local Communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes (LESLIE et al., 2007). Esta Pesquisa reconhece que os estudos sobre MA sempre partem da consulta da percepção psicossocial que as pessoas têm dos acessos na cidade, de modo extremamente empírico e subjetivo, através do já difundido NEWS e de outras iniciativas, como as ferramentas do site “Active Living Research” (2017). Ao contrário disso, este estudo sugere e justifica o uso de

Sistemas Geográficos de Informação (SIG) para observar dados secundários sobre o espaço físico que permitam inferir sobre o maior ou menor uso dos acessos urbanos, anteriormente às entrevistas com os usuários. Dentre esses conjuntos de dados, estão a densidade populacional, o nível de conectividade das vias, a presença de redes formadas por conjuntos comerciais e de escritórios e a diversidade do uso da terra. A densidade parece óbvia, pois quanto mais gente, mais caminhadas haverá - esse é o princípio. A conectividade igualmente representa um acesso rápido entre as atividades rotineiras das pessoas, e quanto maior, mais representará as caminhadas úteis. Esclarecendo que o estudo se dedica a caminhadas que não sejam orientadas ao lazer, os autores acrescentam a importância da posição de escritórios e de concentrações comerciais, que são francos atratores de caminhantes, desde que estejam à uma distância razoável e competitivo com automóveis, conseqüentemente desestimulante ao seu uso. Já a variedade de usos da terra corresponde e reforça a conectividade, adequando-se a um ritmo de vida cujo cotidiano se desenvolve em lugares variados. Aquele estudo deriva de uma pesquisa em comunidades australianas, e somente após a obtenção dos resultados das intercessões das camadas de informações secundárias em SIG é que se conduziu uma pesquisa quantitativa, entrevistando os caminhantes e confrontando as respostas e observações com o mapa de indicadores criados.

8.4. O estudo de Caso

O último método mencionado na seção anterior é o que parece apresentar maior potencial para adaptar-se à criação de indicadores de MA para as cidades brasileiras. O desenho do estudo é figura 1.

O desenho do estudo levou em consideração, entretanto, um fato muito bem conhecido pelos pesquisadores que utilizam SIG no Brasil: a falta de qualidade dos dados (BARCELLOS; RAMALHO, 2002). Muito embora haja uma demanda crescente para a incorporação do SIG na pesquisa, a consolidação desse movimento depende ainda do acesso e qualidade dos dados, da existência de programadores e geômatas capazes de proverem algoritmos para a apreciação do cruzamento de variáveis entre camadas de informação, e da capacitação do pessoal e uma rede pública com interesses em democratizar informações e técnicas. Como se verá no estudo de caso aqui apresentado, tais fatores foram intervenientes e certamente indicam uma necessidade de melhoria em futuras pesquisas.

[Figura 1: Desenho das etapas e processos para cálculo do MA no contexto da cidade de Belo Horizonte Fonte: O autor \(2016\).](#)

Os dados foram obtidos do LabGeo, Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Apresentam-se aqui sem escala gráfica, mas integram-se pelos setores

censitários. A maior parte deles provém do Censo Oficial (CENSO, 2010), excetuando-se os que foram obtidos por reinterpretação do mapa de kernel de posteamento da Companhia Energética de Minas Gerais ("Cemig", 2012). O mapa de kernel é uma alternativa para análise de padrões onde cada uma das observações é ponderada pela distância em relação a um valor central. Os dados do zoneamento de Belo Horizonte foram obtidos da Prefeitura municipal, mas, como se verá, não participam do cálculo. Os dados geográficos do território foram então representados em camadas e a unidade agregadora desses dados foram os setores censitários de 2010 (figura 2). O software utilizado foi o Arcgis 10.2/2015.

Declividade das vias

A declividade é interferente na MA uma vez que aclives e declives podem ser verdadeiros obstáculos para uma rota. O cálculo da declividade média de cada segmento das vias usou o modelo de cálculo explicado em Souza et al. (2016). O mapa da centerline teve cada um dos 49.885 segmentos de via divididos em 3 pontos para garantir uma melhor estimativa da declividade dos setores de via. A seguir, utilizando o mapa com as feições das curvas de nível do município, foi criado um mapa clinográfico (Figura 2). A declividade de cada ponto dos segmentos foi capturada numa nova tabela e respectiva camada. Produziu-se, com isso, um mapa das vias de todo o município de Belo Horizonte (Figura 3), contendo o valor da declividade para os três

pontos de cada segmento (início, meio e fim), dos quais se calculou a declividade média e sentido acente/decendente.

[Figura 2: Visão geral dos setores censitários como unidades agregadoras](#) Fonte: o autor, 2016.

[Figura 3: Visão geral do sistema viário municipal](#) Fonte: o autor, 2016.

Utilizou-se a seguir a média de declividade das vias contidas em cada setor censitário e os dados foram divididos em decimais, que resultaram o mapa quatro (Figura 4). Observe-se que no cálculo final, seus setores são subtraídos.

Conectividade das vias: esquinas

A conectividade das vias é indicadora da probabilidade de uso para a MA, de acordo com o número de segmentos de outras vias que a cortam. Aqui se descreve um dos processos utilizados. Em todos os segmentos viários as esquinas foram marcadas com um buffer suficientemente grande para se sobrepor ao setor censitário. Caso se sobrepusse sobre mais de um setor, era contado no total do respectivo setor, como mostra a Figura 5, onde os setores se representam por diferenças de cores enumeradas pelo número de esquinas contidas. O mapa resultante é o da figura 6, complementado pela Figura 8, que mostra a axialização das vias.

[Figura 4: Decimais de declividade viária do município](#)

[Figura 5: Artificio para o cálculo de cruzamentos](#) Fonte: O autor (2016).

Conectividade das vias: integração e intermediação (choice)

A teoria urbanística configuracional conhecida por Sintaxe Espacial (HILLIER, 1996; HILLIER; HANSON, 1984) propõe que uma via seja tratada como o eixo de um recinto urbano convexo, introduzindo, através do uso da teoria das redes, uma série de métricas que vêm sendo estudadas desde 1985, e têm apresentado sucesso na preditibilidade e solução de problemas urbanos em todo mundo. Para tanto, o sistema viário foi simplificado para sua axialidade visando utilizar os cálculos propostos pela teoria (Figura 7).

O Software DepthMap© (TURNER, 2013) foi utilizado para se calcularem conectividade, integração e intermediação, respectivamente. Conectividade ou integração local conta, desde uma esquina, quantas outras esquinas devem ser dobradas para que se alcance até mais duas. Integração global conta, com um raio infinito, quantas esquinas devem ser alcançadas desde cada esquina. Por sua vez, intermediação ou choice, ou ainda betweenness conta quantos menores percursos entre pares de segmentos de ruas passam por um dado segmento. Quanto maior sua intermediação, portanto, maior sua centralidade no sistema viário. Integração e intermediação podem ser somadas como medidas de centralidades dos espaços viários, sendo visualizadas como na Figura 9. A Figura 10 transfere para cada unidade agregadora a média do valor de integração e intermediação das vias contidas em cada setor censitário por hectare.

Como mencionado anteriormente, fatores atratores importam no estudo da MA. Entretanto, não houve possibilidade de se obter da Prefeitura Municipal um mapeamento de ocupação do solo segundo o uso proposto em lei. Leslie Et al (2007) propõe um método usando duas bases de dados, e interpretando sua junção com um fator aleatório, a título de fator de entropia. Utilizando o registro de impostos pagos sobre as mercadorias e serviços, soma-os aos impostos do zoneamento urbano. Tal método mostrou-se inviável pelo tempo que iria requerer.

[Figura 6: Mapa de decis de esquinas por hectare](#) Fonte: O autor (2016)

[Figura 7: Sistema viário](#)

[Figura 8: Axiliazação](#)

Fonte (Figuras 7 e 8): O autor (2016)

Dessa maneira, adotou-se a estratégia de utilizar os dados para o Cálculo da densidade da indústria, comércio e de residências no município a partir do levantamento do posteamento da CEMIG 2012, que os localiza, designando-os por esses três tipos de uso. A base de dados foi cedida pelo LABGEO - EAUFMG, na forma de um mapa de densidades de kernel, na RMBH. Os mapas correspondentes para o cálculo dos decis foram calculados de acordo com a densidade média retirada dos mapas de kernel e mostram-se nas figuras 11, 12 e 13.

[Figura 9: Integração e Intermediação global das vias \(INCH\)](#) Fonte: O autor (2016).

[Figura 10: Valor médio transposto por HA no setor censitário](#) Fonte: O autor (2016).

[Figura 11: Densidade do comércio por setor](#) . Fonte: O autor (2016).

[Figura 12: Densidade da Indústria por setor. Fonte: O autor, 2016.](#)

[Figura 11: Densidade de residências por setor. Fonte: O autor, 2016.](#)

O cálculo Final do indicador de Mobilidade Ativa

Uma vez que cada unidade agregadora de cada camada teve o cálculo de valores em decís, a última etapa foi juntar, no ArcMap© as camadas e respectivos setores, calculando sua média. Lembrando que, na figura 12, a primeira camada traduz os segmentos de rua e sua declividade, a segunda, a conectividade por cruzamentos, a terceira a conectividade configuracional (integração e intermediação das vias), a quarta a densidade habitacional por setores, a quinta é a densidade comercial e a sexta a densidade industrial. A sétima camada é o mapa resultante dos indicadores finais de Mobilidade Ativa, na figura 13.

[Figura 12: Esquema de cálculo final de indicador de MA - cálculo da média dos setores](#)
[Fonte: O autor \(2016\).](#)

8.5 Análise

Uma vez elaborado o mapa, seguiu-se uma sessão analítica prévia do resultado. Os índices de Mobilidade Ativa foram classificados por cores mais frias, indicando baixos índices, até mais quentes, altos índices. Várias outras camadas com informações municipais foram sobrepostas, e a estas, outras ainda do Censo 2010 (CENSO, 2010).

Como se mencionou anteriormente, esse experimento metodológico teve por finalidade reduzir o questionário de Brian Saeles e James Sallis (2002), o NEWS e suas adaptações posteriores, permitindo obter maior precisão nas questões que fossem reveladoras da percepção dos moradores de cada região. A pesquisa ainda está em curso, e as análises básicas permitem inferir que não existe uma correlação imediatamente perceptível entre a vivência da cidade e o índice. Dito de outra maneira, índices altos de MA não indicam boa qualidade da experiência do pedestre, e podem cobrir vias e passeios com acessibilidade comprometida pela preferência dada aos automóveis. Igualmente, baixos índices podem ocorrer em regiões onde intuitivamente localizam-se bons passeios, praças, academias da cidade, e ciclovias.

[Figura 13: Índice de Mobilidade Ativa para o município de Belo Horizonte](#)

Fonte: O autor (2016).

Três aspectos foram notórios nessa análise prévia. Ao contrário dos resultados do método de Christopher Leinberger e Rodriguez Michael (2016), que consideram a renda familiar como indicativo para representar a produtividade e a equidade social na hipótese que áreas mais ricas que têm maiores índices de MA, os resultados para Belo Horizonte demonstram que as áreas de maior renda possuem baixos índices, mas grandes áreas de baixa renda, extremamente vulneráveis à especulação do mercado imobiliário, também tem esses índices baixos.

Crianças menores de 10 anos e idosos maiores que 65 anos se espalham com certa homogeneidade nas áreas de mais baixos índices de mobilidade, deixando entrever a necessidade de repensar o acesso dessa população às áreas públicas da cidade.

Finalmente, outro aspecto chamou a atenção: áreas que passaram por reformas urbanas e implantação de conjuntos habitacionais desenvolveram características diferentes dependendo do índice de integração. Exemplo disso são as três ocupações urbanas subnormais na figura 14, a saber: as comunidades Pedreira Prado Lopes, do Complexo da Serra e da Vila CEMIG.

[Figura 14: estudos iniciais de comunidades de assentamento urbano subnormal.Fonte: autor, 2016.](#)

- A Comunidade Pedreira Prado Lopes concentrou um dos maiores índices nacionais de criminalidade entre os anos de 1998 e 2002 (LIMA, 2010) e recentemente tornou-se integrada por meio de uma alta Mobilidade Ativa, causada pela implantação de um conjunto habitacional do programa Vila Viva.
- As comunidades do Complexo da Serra, onde também recentemente o programa Vila Viva implantou conjuntos habitacionais e refez espaços públicos, quadras, praças e passeios; a integração das vias proporcionada pelos projetos causou uma difusão de índices de MA altos e baixos; dados atuais mostraram pequena redução da criminalidade.
- A Comunidade Vila CEMIG, talvez seja a mais desassistida e com baixa MA; seus índices se preservam, e acolhe grande quantidade de crianças e idosos.

8.6. Conclusão

O método testado apresentou um grande número de possibilidades para adaptar qualquer método de observação social sistemática, introduzindo complexidades locais que poderiam ser relatadas apenas como subjetividades incomensuráveis (EWING; HANDY, 2009). Não se apresentou

como um mapa com sua própria e lógica reserva sintagmática para entendimento, mas acentuou discrepâncias não explicadas pela simples sobreposição de camadas censitárias. Uma série de testes vem sendo feitos relativamente às relações da MA e melhoria da saúde urbana, do ambiente, das economias locais, da poluição em geral, e do fortalecimento dos programas para reapropriação dos espaços públicos das cidades.

O método mostrou a possibilidade de discutir a criminalidade (NUBANI; WINEMAN, [s.d.]) e a questão das transformações dinâmicas dos assentamentos urbanos subnormais como polos de segregação e de integração socioespaciais (1984), no caso, visíveis através da MA. A forma ou a organização espacial de uma sociedade pode ser vista como uma função das diferentes formas de solidariedade social, e nos espaços socialmente segregados, os encontros e interações resultantes da proximidade física e do compartilhamento de categoria ou classe se reforçam mutuamente, à custa das relações com membros de outros grupos. Já quando há a integração socioespacial, as relações entre indivíduos diferentes ocorrem localmente em função da proximidade e das possibilidades de encontro, ao passo que globalmente ocorre a interação propiciada pelas afinidades de classe ou categoria. Esse sistema baseado na segregação socioespacial precisa, para se reproduzir, de restrições a encontros e de regras e limites espaciais muito fortes, tendendo à exclusividade e, no longo prazo, ao fortalecimento do grupo local em detrimento do sistema global,

diminuindo sua MA. Já no sistema sócio espacialmente integrado, a manutenção da diversidade depende da não exclusividade, as regras e limites precisam ser mais fracos, com uma abertura nas relações entre habitantes e entre habitantes e estranhos, tendendo, assim, a reforçar tanto o sistema global quanto o grupo local.

Atualmente, pesquisa-se sobre a possibilidade de criar índices de MA em cidades com pouca ou nenhuma informação sistematizada em SIG. Lança-se mão do sistema de vias destas cidades, oferecidas pelo OSM ("OpenStreetMap", 2016), utilizando-se a Análise Sintática (JIANG; CLARAMUNT, 2002) e verificando-se como as adaptações, quando coerentes com o conhecimento metodológico, permitem apoiar decisões da gestão e da fruição dos espaços urbanos. Pesquisa-se também, para a cidade de Belo horizonte, o conceito de vitalidade urbana e seus índices, posto que altos índices de MA marcam-se em espaços perigosos e desqualificados para pedestres.

9. Conclusões finais

As técnicas utilizadas e os métodos compreenderam contribuições transdisciplinarres da equipe, que utilizou software surgidos recentemente para análises avançadas. Isso levou ao contato com o grupo internacional CityForm, coordenado por Andres Sevtsuk, e o coordenador pretende, em próxima oportunidade, integrar a equipe representando o Brasil. A análise de

redes, a análise de centralidades por georreferenciamento e as aplicações de técnicas correlatas não encontram precedentes em outras regiões, o que se pôde concluir na pesquisa do estado da arte no Brasil.

A pesquisa cria um impacto direto na atual situação do planejamento e desenho urbano, ao apresentar modos analíticos mais sólidos para estudar e criticar a cena urbana. Contribui para a governança ao testar métodos reveladores de situações pouco estudadas e muito interferentes na gestão pública e na participação da sociedade civil, tais como a acessibilidade, a saúde urbana, as centralidades que só agora podem se tornar visíveis pelo poder da capacidade computacional contemporânea.

Além da participação de 12 orientandos, desde graduandos, mestrandos e doutorandos (um está em curso e não foi incluído) o projeto foi divulgado em seminários, congressos nacionais e internacionais e publicado em revistas especializadas. A partir do projeto, o orientador juntou-se ao curso de Pós-graduação em Saúde Pública e ministra a disciplina "Saúde e Espaço Urbano" juntamente com médicos, geógrafos, sociólogos e outros profissionais. Esse intercâmbio causou uma procura da disciplina ministrada pelo coordenador da disciplina que leciona como membro credenciado no Núcleo de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo por parte de estudantes de diversas áreas que cursam a pós-graduação na medicina.

A troca de informação entre os participantes e nosso contato com as entidades locais e internacionais criou caminhos que podem se consolidar

em redes colaborativas, avaliando e criticando os processos de tomada de decisões na gestão da cidade. Os trabalhos derivados foram apresentados em uma diversidade de fóruns cujos campos de conhecimento podem acolher nossos resultados e contribuir em futuras pesquisas. Material suplementar, como vídeos sobre o assunto, foram exibidos na praça da Liberdade, no espaço do conhecimento da UFMG, em telão, e em outros locais e conferências.

10. Referências

ALEXANDER, C.; ISHIKAWA, S.; SILVERSTEIN, M. **A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction**. New York: Oxford University Press, 1977.

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.

Áreas de Abrangência dos Centros de Saúde | Gestão Compartilhada.

Disponível em:

<<http://gestaocompartilhada.pbh.gov.br/estrutura-territorial/areas-de-abrangencia-dos-centros-de-saude>>. Acesso em: 4 jan. 2016.

AUCHINCLOSS, A. H. et al. A Review of Spatial Methods in Epidemiology, 2000–2010. **Annual review of public health**, v. 33, n. 1, p. 107–122, 2012.

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

BARCELLOS, C. DE C. et al. Organização espacial, saúde e qualidade de vida: análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. **Informe Epidemiológico do Sus**, v. 11, n. 3, p. 129–138, 2002.

BARCELLOS, C. DE C.; RAMALHO, W. M. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Informática pública**, v. 4, n. 2, p. 221–230, 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?_do_cname=10672260.PDF>.

BOLLOBÁS, B. **Modern Graph Theory**: [s.l.] Springer New York, 1998.

BOQUET, A. J. et al. Using Broken Windows Theory as the Backdrop for a Proactive Approach to Threat Identification in Health Care. **Journal of patient safety**, 9 set. 2016.

BOVY. **Reseaux et Espaces Piétonniers**. [s.l.] Institut de Technique des Transports, 1973.

CAIAFFA, W. T. et al. Saúde urbana: "a cidade é uma estranha senhora, que hoje sorri e amanhã te devora". **Ciênc Saúde Coletiva**, v. 13, n. 6, p. 1785–1796, 2008.

CAIAFFA, W. T.; FRICHE, A. A. DE L.; DANIELLE, C. Urban health: landmarks, dilemmas, prospects, and challenges. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, p. 5–6, 2015.

CAVALCANTE, G. V. **Ciência das Redes: Aspectos Epistemológicos**. Doutor—[s.l.] UnB, 2009.

Cemig. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br/pt-br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 14 out. 2016.

CENSO, I. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. [s.l.: s.n.].

CORTRIGHT, J. **Walking the Walk: How Walkability Raises Home Values in U.S. Cities**, ago. 2009. Disponível em:
<<http://www.climateplanca.org/WalkingtheWalk.pdf>>

CULLEN, F.; WILCOX, P. (EDS.). Wilson, James Q., and George L. Kelling: Broken Windows Theory. In: **Encyclopedia of Criminological Theory**. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States : SAGE Publications, Inc., 2010.

DAAMEN, W.; HOOGENDOORN, S.; BOVY, P. First-Order Pedestrian Traffic Flow Theory. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1934, p. 43–52, 2005.

DA REPÚBLICA, P. **Decreto n. 7508**. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/D7508.htm>. Acesso em: 2 jan. 2016.

Diário Oficial do Município. Disponível em:
<<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1038018>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

ESRI. **Arcgis**, 2016a. Disponível em:

<<https://www.arcgis.com/features/index.html>>

ESRI. **Arcgis**. Disponível em: <<https://www.arcgis.com/features/index.html>>. Acesso em: 12 out. 2016b.

EWING, R.; HANDY, S. Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. **Journal of Urban Design**, v. 14, n. 1, p. 65–84, 1 fev. 2009.

FARIA, A. P. N. DE. **Análise configuracional da forma urbana e sua estrutura cognitiva**. Porto Alegre: Universidade Federal do rio Grande do Sul, 2010.

FARIA, R. M.; BORTOLOZZI, A. **Espaço, território e saúde: contribuições de Milton Santos para o tema da geografia da saúde no Brasil**. [s.l.] Editora UFPR, 2009. Disponível em: <http://www.rets.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/espaco_territorio_e_saude.pdf>.

FARIAS, N.; BUCHALLA, C. M. The international classification of functioning, disability and health: concepts, uses and perspectives. **Revista brasileira de epidemiologia = Brazilian journal of epidemiology**, v. 8, n. 2, p. 187–193, 2005.

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.

GALEA, S.; VLAHOV, D. **Handbook of Urban Health: Populations, Methods, and Practice**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2006.

GONDIM, G. M. DE M. et al. O território da saúde: a organização do sistema de saúde e a territorialização. **Miranda AC, Barcellos C, Moreira J, Monken M, organizadores. Território, Ambiente e Saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 237–255, 2008.

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. et al. Natural Movement: Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. **Environment and planning. B, Planning & design**, v. 20, n. 1, p. 29–66, 1 fev. 1993.

HILLIER, B. **Space is the machine: a configurational theory of architecture**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

HILLIER, B. Space is the machine: a configurational theory of architecture. 2007.

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

HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. [s.l.] Cambridge university press, 1989.

HOOGENDOORN, S.; BOVY, P. Normative pedestrian behaviour theory and modelling. **Transportation and traffic theory**, 2002.

HOOGENDOORN, S. P.; BOVY, P. H. L.; DAAMEN, W. Microscopic pedestrian wayfinding and dynamics modelling. **Pedestrian and evacuation dynamics**, v. 123, p. 154, 2002.

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.

JIANG, B.; CLARAMUNT, C. Integration of Space Syntax into GIS: New Perspectives for Urban Morphology. **Transactions in GIS**, v. 6, n. 3, p. 295–309, 1 jun. 2002.

KJELLSTROM, T. et al. Our cities our health our future. Acting on social determinants for health equity in urban settings. Report to the WHO Commission on Social Determinants of Health from the Knowledge Network on Urban Settings. 2008.

LAFITTE, F. The Challenge to Public Health of Urbanization. **Health education journal**, v. 26, n. 2, p. 67–75, 1 jun. 1967.

LEI 12.587. **Brasil**. Brasília: Governo Federal do Brasil, 2012.

LEINBERGER, C. B.; MICHAEL, R. Foot Traffic Ahead - Smart Growth America. **The Center for Real Estate and Urban Analysis**, v. 01, n. 01, p. 40, 2016.

LESLIE, E. et al. Walkability of local communities: using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. **Health & place**, v. 13, n. 1, p. 111–122, mar. 2007.

LIMA, A. V.; RECH, C. R.; REIS, R. S. Equivalência semântica, de itens e conceitual da versão brasileira do Neighborhood Environment Walkability Scale for Youth (NEWS-Y) Semantic, item, and conceptual equivalence of the Brazilian version of the Neighborhood Environment. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 29, n. 12, p. 2547–2553, 2013.

LIMA, V. C. DE S. **Espaço e Criminalidade em Favelas de Belo Horizonte: um estudo sob a ótica da segregação e do controle socioespacial**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

LUDERMIR, A. B. Editorial especial. **Revista brasileira de epidemiologia = Brazilian journal of epidemiology**, v. 7, p. 8–10, mar. 2004.

LUFKIN, B. **Are walkers smarter than drivers?** Disponível em: <<http://www.bbc.com/autos/story/20160712-do-smart-people-walk-more>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

LYNCH, K. **The Image of the City**. London: M.I.T. Press under the auspices of the Joint Center for Urban Studies, 1960.

LYNCH, K. A imagem da cidade. Tradução Jefferson Luiz Camargo. **São Paulo: Martins**, 1997.

MALARD, M. L. **Brazilian Low Cost Housing: Interactions and Conflicts between Residents and Dwellings**. Sheffield: University of Sheffield, 1992.

MALAVASI, L. M.; DE FATIMA S. DUARTE, M.; BOTH, J. Neighborhood Walkability Scale (news - Brazilian Version): Construct Validity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n. Supplement, p. 180/190, maio 2007.

MARICATO, E.; FERREIRA, J. S. W. Operação urbana consorciada: diversificação urbanística participativa ou aprofundamento da desigualdade. **Estatuto da Cidade e Reforma Urbana, novas perspectivas para as cidades brasileiras**. Porto Alegre: Sergio Fabris Editora, 2002.

MARQUET, O. Speck, Jeff (2012). Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time. **Documentos d'Anàlisi Geogràfica**, v. 61, n. 2, p. 436, 19 maio 2015.

MEDEIROS et al. **O labirinto das cidades brasileiras: heranças urbanísticas e configuração espacial**. Brasília: [s.n.].

MONKEN, M. et al. O território na saúde: construindo referências para análises em saúde e ambiente. **Miranda AC, Barcellos C, Moreira JC, Monken M, organizadores. Território, Ambiente e Saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 23–41, 2008.

MUREKATETE, R. M.; BIZIMANA, J. P. A GIS-based Approach for Developing Urban Walkability Indices: The Case of Kigali City, Rwanda. [s.d.].

NUBANI, L.; WINEMAN, J. The Role of Space Syntax in Identifying the Relationship Between Space and Crime. [s.d.].

OLIVEIRA-BROCHADO, A.; OLIVEIRA-BROCHADO, P.; BRITO, P. Q. Effects of personal, social and environmental factors on physical activity behavior among adults. **Epidemiologia Básica da Escola Nacional de Saúde Pública de Lisboa**, v. 28, n. 01, p. 7–17, 2010.

OpenStreetMap. Disponível em: <<https://www.openstreetmap.org/search?query=Belo%20Horizonte#map=12/-19>>.

9181/-43.9603>. Acesso em: 12 out. 2016.

Operação Urbana - BH - AMARAL D'AVILA. Disponível em:
<<http://amaraldavila.com.br/operacao-urbana-bh/>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

Operações Urbanas Consorciadas | Prefeitura de Belo Horizonte. Disponível em:
<<https://prefeitura.pbh.gov.br/index.php/politica-urbana/planejamento-urbano/operacoes-urbanas/consorciadas>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

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: 2017a.

PBH. **Cartilha da NovaBHBHPBH,** , 2013b. Disponível em:
<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCgQFjAB&url=http%3A%2F%2Fportalpbh.pbh.gov.br%2Fpbh%2Fecp%2Ffiles.do%3Fevento%3Ddownload%26urlArqPlc%3Dapresentacao_nova_bh_final_220-11.pdf&ei=f8xPVOzCF4mdNs2tgdAM&usg=AFQjCNHV0jucn0>

PEARSE, I. H.; CROCKER, L. H. *The Peckham Experiment: A study of the living structure of society.* 2013.

PEREZ, G. **Adoção de inovações tecnológicas: Um estudo sobre o uso de sistemas de informação na área de saúde.** [s.l.] Universidade de São Paulo, 2006.

PITCHON, A. **Índice de Vulnerabilidade da Saúde 2012. Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte,** 2013.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Estatuto das Cidadessite da Presidência da República,** 2001. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>

PROIETTI, F. A.; CAIAFFA, W. T. Fórum: o que é saúde urbana? **Cadernos de Saúde Pública,** v. 21, n. 3, p. 940–941, 2005.

QGIS, D. T. Quantum GIS geographic information system. **Open Source Geospatial Foundation Project,** v. 45, 2011.

RAPOPORT, A. **Human aspects of urban form : towards a man-environment approach to urban form and design.** 1st. ed. Oxford ; New York: Pergamon Press, 1977.

RESEARCH, A. L. **Active Living Research.** Disponível em:
<<http://activelivingresearch.org/toolsandresources/all>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

SAELENS, B. E.; SALLIS, J. F. **Neighborhood Environment Walkability Survey - NEWS-A.** [s.l.] Measurement Instrument Database for the Social Science, 2002.

Disponível em: <www.midss.ie>.

SALLIS, J. F. **Neighborhood Environmental Walkability Scale**. Disponível em: <http://sallis.ucsd.edu/measure_news.html>. Acesso em: 13 jun. 2017.

SALLIS, J. F.; OWEN, N.; FISHER, E. B. Ecological Models for Health Behaviour. In: KAREN GLANZ, BARBARA K., RIMER, AND K. VISWANATH (Ed.). . **Health behavior and health education : theory, research, and practice**. 989 Market Street, San Francisco, CA 94103-1741—www.josseybass.com: Jossey-Bass, 2008. p. 465/485.

SALOMÃO, T. M. N. **LINGUAGEM TÉCNICA E (IM)POSSIBILIDADES PARA A PRODUÇÃO DEMOCRÁTICA DO ESPAÇO URBANO: uma análise a partir de duas experiências participativas em Belo Horizonte**. Mestrado—[s.l.] EAUFMG, 2016.

SAMPSON, R. J.; RAUDENBUSH, S. W. Systematic Social Observation of Public Spaces: A New Look at Disorder in Urban Neighborhoods. **The American journal of sociology**, v. 105, n. 3, p. 603–651, 1999.

SANTOS, C. N. F. **Velhas novidades nos modos de urbanização brasileiros**. In: **VALLADARES, Licia do P. (Org.) Habitação em questão**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

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

SHAY, E. et al. Walkable environments and walking activity. **Final Report for Seed Grant Submitted to Southeastern Transportation Center, University of Tennessee**, 2003.

SILVA, L. J. DA. The concept of space in infectious disease epidemiology. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, n. 4, p. 585–593, 1997.

SIMMEL, G. A metrópole e a vida mental. **O fenômeno urbano**, 1987.

SISCO, S. The 2nd International Conference on Urban Health in Review: building healthy cities for the 21st century. **The Newsletter of the International Society for Urban Health**, 2004.

SKIENA, S. Dijkstra's Algorithm. **Implementing Discrete Mathematics: Combinatorics and Graph Theory with Mathematica, Reading, MA:**

Addison-Wesley, p. 225–227, 1990.

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 et al. **Avaliação Pós-Ocupação, participação de usuários e melhoria de qualidade de projetos habitacionais: uma abordagem fenomenológica com o apoio do Estúdio Virtual de Arquitetura - EVA. Relatório Final.** [s.l.] FINEP, 2002.

SOUZA, R. C. F. DE et al. Viver próximo à saúde em Belo Horizonte. **Cadernos Metr pole**, v. 18, n. 36, p. 326–344, 2016.

SOUZA, R. C. **A rua e a sua habitabilidade: Moradores e Espaço Urbano em Situação de Conflito.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

SPECK, J. **Walkable city.** In: TED TALK IDEAS WORTH SPREADING. , set. 2013. Disponível em:
<https://www.ted.com/talks/jeff_speck_the_walkable_city/transcript?language=en#t-980729>

STEINITZ, C. **A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design.** [s.l.] Esri Press, 2012.

TEMPORÃO, J. G. **PORTARIA Nº 4.279 DE 30 DE DEZEMBRO DE 2010.** Disponível em:
<http://conselho.saude.gov.br/ultimas_noticias/2011/img/07_jan_portaria4279_301210.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2016.

TRAVASSOS, C.; MARTINS, M. Uma revisão sobre os conceitos de acesso e utilização de serviços de saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, 2004.

TURNER, A. **Depthmap** UK 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.

Urbel | Prefeitura de Belo Horizonte. Disponível em:
<<https://prefeitura.pbh.gov.br/urbel>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

VLAHOV, D. et al. **Urban Health: Latin America and the Caribbean. Improving Urban Population Health Systems.** Center for sustainable urban development. In: Bellagio Study and Conference Center. Innovations for an Urban World: a global urban summit. Bellagio, Italy: The Rockefeller Foundation. **Anais...**2007

WEIL, S. O enraizamento; tradução Maria Leonor Loureiro. **Editora da Universidade do Sagrado Coração, Bauru**, 2001.

WEIL, S.; BOSI, E. **Simone Weil: a condição operária e outros estudos sobre**

a opressão. [s.l.] Paz e Terra, 1979.

WHO. WHO | 2002: move for health. **World Health Day**, 7 dez. 2010.

WOOD, D.; KITCHIN, R.; BLADES, M. **The cognition of geographic space.** [s.l.] I. B. Tauris & Co., 2002a.

WOOD, D.; KITCHIN, R.; BLADES, M. **The cognition of geographic space.** [s.l.] I. B. Tauris & Co., 2002b.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Relatório Mundial de Saúde 2008 - Cuidados de Saúde Primários, Agora Mais Que Nunca.** [s.l.] World Health Organization, 2008.

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.