



Uma análise de Viewsheds da cidade no passado e no presente

Caio Augusto Rabite

Universidade Federal de Minas Gerais

caio.rabite@gmail.com

Renato César Ferreira de Souza

Universidade Federal de Minas Gerais

rcesarfs@gmail.com



UMA ANÁLISE DE VIEWSHEDS DA CIDADE NO PASSADO E NO PRESENTE

C. A. R. Almeida e R. C. F. de Souza

RESUMO

O método utilizado no artigo são simulações para demonstrar como a análise dos *Viewsheds* ilustra as transformações da cidade ao longo do tempo, com a urbanização e a alteração dos campos de visão e pontos nodais. Foi estudada a cidade de Belo Horizonte projetada em 1897, em comparação à cidade atual em termos de visibilidade. Uma análise de *viewsheds* pode ser definida como as áreas que são visíveis a partir de um ponto específico, sua funcionalidade está diretamente relacionada com o uso de instrumentos de sistemas de informação geográficos e outras ferramentas computacionais, e suas aplicações são diversas indo desde a escolha de pontos de visada, locais estratégicos e visibilidade de uma área até o processo de ocultar a visibilidade de determinado elemento. O problema abordado neste artigo é a falta de controle ao longo do tempo, do enquadramento visual quanto ao planejamento da cidade de Belo Horizonte e sua região central, que tem resultado na desorientação espacial, em transportes caros e na anulação da identidade local. Analisou-se a cidade projetada em 1897, na era republicana, que utilizou várias regras de visibilidade territorial. Esse projeto é comparado com a cidade atual em termos da visibilidade. São apresentadas as hipóteses relacionadas ao problema e suas refutações através da análise comparativa da ocupação territorial do passado e do presente. Dentre as conclusões está a crítica da pouca complexidade de projetos e planos governamentais e as consequentes crises que reduzem a cidade a um palco planejado, mas iluminado em algumas partes e oculto em outras. O uso destas simulações visou demonstrar como a análise das *viewsheds* ilustra as transformações da cidade ao longo do tempo, com a urbanização e a alteração de campos de visada e pontos nodais, e como produziram resultados que corroboraram algumas hipóteses, urdindo um painel crítico para analisar o crescimento de muitas cidades brasileiras, gerando um elenco de informações que podem contribuir para estudos futuros.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de *Viewshed* tem sido utilizado desde o período da Grécia Antiga, auxiliando na definição de localizações estratégicas para guerras e na proteção visual de trechos territoriais. Evoluiu posteriormente com os avanços da geometria do século XIV, sendo utilizada no paisagismo e no planejamento urbano. No Brasil, no final do século XVIII, o Marquês de Pombal introduziu regras de visibilidade no plano das cidades formadas pela atividade de mineração. Com a geografia moderna, a capacidade de predição da visibilidade territorial tem sido associada à preocupação com a orientação individual, e objetivamente na busca da

orientação econômica individual e da segurança por vigilância. A maioria desses conceitos foi trabalhada no campo da ciência da geoinformação, onde a metodologia foi explorada de forma mais aprofundada sob o termo “*viewsheds*”. Uma análise de *viewsheds* focalizam a paisagem como um todo. O enquadramento visual tratado neste trabalho, é uma parte tridimensional do ambiente natural ou construído visível para um observador fixo. Ele pode considerar a visão de outros observadores em posições distintas para um local fixo.

O trabalho buscou explorar uma abordagem apoiada em SIG para mensurar as visões da cidade de Belo Horizonte ao longo do tempo, análise de visibilidades e avaliação do desenho urbano. O objetivo foi demonstrar que a proposição de um método mais próximo do espaço visual tridimensional e a análise quantitativa do espaço visual podem fornecer subsídios para a compreensão da morfologia urbana.

2 UMA PRÁTICA HEDONISTA E SUBJETIVA

Viewsheds e linhas de visão tem sido usadas ao longo do tempo para apoiar estratégias militares, planejamento paisagístico, proteção e vigilância de cidades, entre outros. Fagan (2015) destaca que *viewsheds* têm sido utilizadas desde o período Neolítico, em aldeias do sul da Inglaterra, que aproveitaram a visibilidade e obstrução de morros para se protegerem. Mom e Herzog (2017) ilustram o seu uso em estudos sobre vistas de proteção em guerras do século 18. Hindsley et al (2013), analisa a característica hedônica das *viewsheds* e a evolução do paisagismo desde o século 17 até os dias atuais, com o uso de massas vegetais para proporcionar maior privacidade e fechamento territorial em grandes propriedades como castelos e palácios, ou protegendo vistas de certas orientações para garantir a ocultação de residências privadas nos Estados Unidos. Outros autores (Alexander et al., 1977; Rasmussen, 2015; Yoshinobu, 1971), estudando as linhas de visão e as *viewsheds* observaram a expressão de ideais religiosos, como as surpreendentes vistas dos caminhos de pedra e portais de Kyoto, em Katsura e Templos Daitokuji. Por sua vez, Kitchin e Blades (2002), revisando os mapas cognitivos pesquisados e a formação de imagens da cidade, enfocam o aspecto psicológico individual e coletivo capaz de fornecer o equilíbrio mental, a qualidade da identidade dos lugares e retirar a sensação de desorientação. Esta breve revisão permite reconhecer resultados práticos, hedonísticos e subjetivos da aplicação de *viewsheds* ao longo da história. Como elas realmente importam e colaboram para a morfologia urbana é um ponto de muitas pesquisas necessárias a serem feitas.

2.1 *Viewshed* no Brasil

De 1750 a 1777 (de Carvalho, 1978), Portugal tentou retomar o domínio sobre a colônia e dominou a morfologia urbana (Neves, 2008). A visibilidade era importante para vigilância e controle. Prédios administrativos não devem ser ultrapassados por outros prédios em nenhum momento, as ruas devem ser retas, largas, de preferência com pontos radiantes e estratégicos. Em Minas Gerais, onde ocorreu a primeira tentativa de construção de cidades desconectadas das áreas extrativistas (de Mello, 1985) por um processo empírico. As cidades próximas às minas de ouro sofreram adaptações devido à sua topografia. Eles interferiram no plano de Belo Horizonte. Outras influências, como o plano de Washington, a reforma realizada por Georges-Eugène Haussmann (1809 - 1891) em Paris e o plano de La Plata, na Argentina, foram influentes no desenho urbano de Belo Horizonte. Uma área de 8.815.382 m² foi negociada para a cidade, e pessoas influentes e ricas tiveram o direito de escolha dos terrenos. O design original foi alterado várias vezes de forma pragmática.

2.2 Belo Horizonte em 1895

Os quarteirões foram projetados com 120 metros aproximadamente, sendo que avenidas, ruas arteriais e ruas diagonais entrecruzavam-se como em um tabuleiro de xadrez. Estimou-se inicialmente uma população de 100 mil pessoas, número que cresceu quando a população se somou às classes trabalhadoras que construíram a cidade e nela permanecem, morando em áreas periféricas. Por imperativos administrativos, a cidade foi inaugurada para o tráfego de automóveis, mas antes de ser concluída, os arredores foram ocupados com moradias precárias em áreas que se pretendia ser o campo. A área rural seria composta por cinco colônias agrícolas com muitas fazendas e deveria funcionar como um cinturão verde, abastecendo a cidade com produtos hortícolas. O desenho original da cidade foi adaptado várias vezes e por vários motivos, sendo na verdade uma utopia urbana. Somente na década de 1950 um diagrama real foi elaborado, representando as posições corretas de edifícios, estradas e outros. Concebida para ser uma cidade administrativa, era dirigida à burocracia pública, enquanto em meio ao trânsito pequenas praças e avenidas formavam miseráveis ilhas para os pedestres. Fechar o Centro da cidade e separá-lo das zonas do campo, um boulevard, primeiro denominado “17 de Dezembro” e depois “Avenida do Contorno”, contornava o núcleo urbano. Este início peculiar se reflete na política, que pretendia afastar-se de Portugal, mas estava a refletir sobre a nova morfologia urbana da cidade com o mesmo e antigo romantismo europeu, sendo estas transformações urbanas representadas pelas figuras 1, 2 e 3 respectivamente.

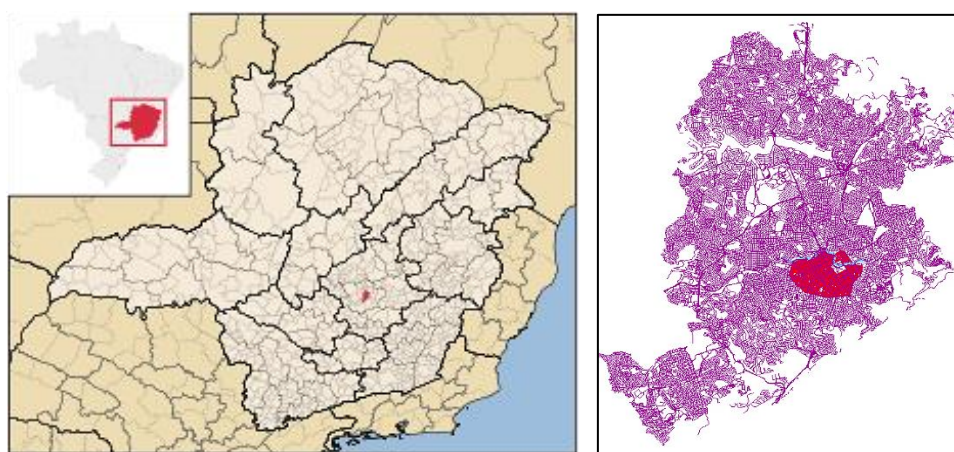


Fig. 1 À esquerda, o centro da cidade de Belo Horizonte em 1897 (em vermelho, destacado no estado de Minas Gerais). À direita, comparação da área original do centro de Belo Horizonte, em 1897 (em vermelho) com o limite atual (em roxo).

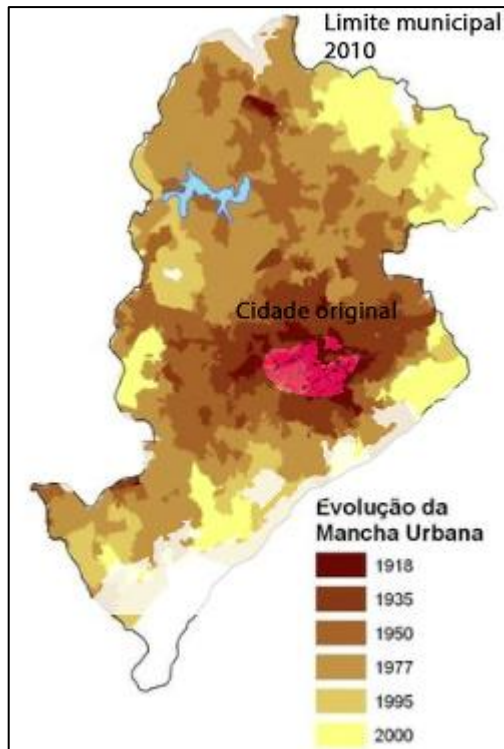


Fig. 2 Transformações na área do centro da cidade de Belo Horizonte, entre 1918 e 2010.



Fig. 3 Vista da avenida principal e a paisagem a Sul da cidade de Belo Horizonte, em 2010.

2.3 *Viewsheds* atualmente

O aumento das capacidades computacionais contemporâneas permitiu hoje em dia a redução do tempo de cálculo e facilidade na utilização de *Viewsheds*. Sua análise tem sido usada em

uma ampla gama de aplicações, incluindo a localização de torres de telecomunicações (De Floriani et al., 1994), a localização de turbinas eólicas (Kidner et al., 1999), protegendo espécies ameaçadas de extinção (William et al., 2015), analisando localizações arqueológicas, avaliando o planejamento do ambiente urbano (Lake et al., 1998) e o planejamento da rota ideal (Stucky, 1998). Além disso, inclui vigilância visual e colocação de elementos de publicidade. As *Viewsheds* às vezes se confundem com as Isovistas, que se referem ao espaço visível de um determinado ponto no espaço. Aqui, será analisada por softwares capazes de calculá-la, mas os principais contras são a perda de identidade, e individualidade das entidades especiais (edifícios por exemplo), e a sua precisão está diretamente relacionada com a resolução de mapas 3D.

3 HIPÓTESES

- a. O desrespeito ao planejamento original da cidade foi a principal causa da atual perda de visibilidade.
- b. A atual perda de visibilidade pode ser mitigada por medidas de impacto significativo na rede urbana.
- c. A baixa visibilidade pode estar correlacionada à perda da imaginação da cidade (conceito trabalhado por Kevin Lynch).
- d. A baixa visibilidade atrapalhou a percepção individual e, portanto, interferiu na orientação individual na rede urbana, por todos os meios de transporte.
- e. O estudo das mudanças por métodos de *viewshed* e a manutenção de áreas de maior visibilidade podem melhorar significativamente a imagem da cidade, promovendo assim uma melhor orientação, pelo menos junto aos pedestres.
- f. A redução da visibilidade da cidade era inevitável, considerando a necessidade de ocupação e uso do solo.
- g. O desbloqueio de massas vegetais pode ajudar a retomar pontos de vista fundamentais.
- h. O estudo das *viewsheds* ajudam os planejadores a promoverem uma imagem da cidade inteligível para estrangeiros e residentes.

4 MÉTODO

Foi tomada a forma e posição reais dos edifícios com base em um arquivo de 2010 para ambas as análises. Os projetos iniciais marcavam apenas edifícios e blocos públicos. Dois processos foram utilizados:

I. Calculando a altura média de edifícios públicos, onde as alturas das edificações foram randomizadas considerando a localização próxima a estradas ou avenidas. Nesse momento, elas foram incluídas no mapa clinográfico local. Usando a técnica de criar raster a partir de rede irregular triangulada (TIN), obtivemos um mapa de edifícios de preto a pálido com altura plausível ao representar a situação encontrada em 1905. Os edifícios não contam com alturas acima de 15 metros de altura.

II. O mesmo processo foi feito para as edificações de 2010. Considerando sua altura encontrada, aplainadas no mapa clinográfico, com dados secundários (figura 4).

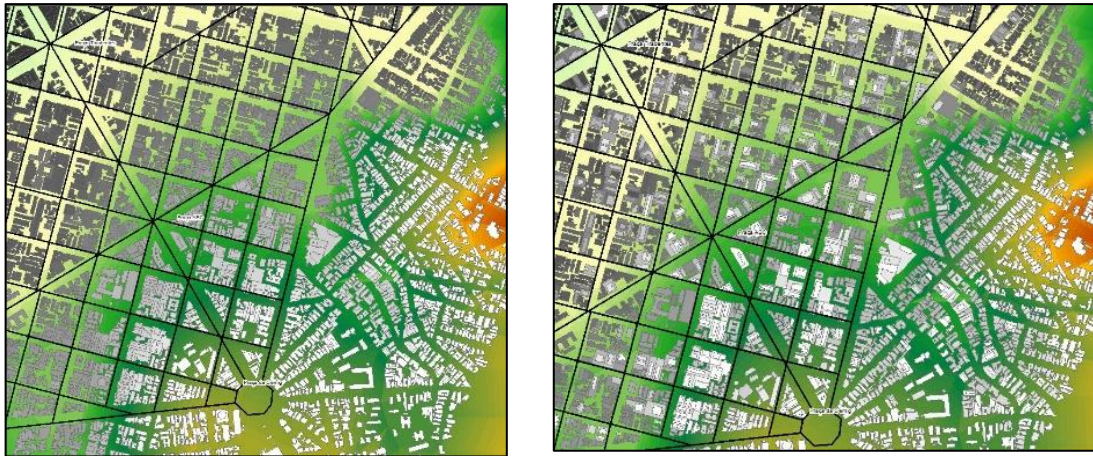


Fig. 4 Altura das edificações em 1905 (à esquerda) e 2010 (à direita), na cidade de Belo Horizonte.

Uma vez que modelo do centro da cidade foi feito, escolheu-se qual algoritmo de enquadramento da *viewshed* era o mais adequado para os cálculos. Como pretendíamos obter uma *viewshed* em 3D, a escolha do algoritmos de cálculo orientou-se sob esta predileção. No modelo de *raytracing*, um raio virtual é lançado no espaço e interfere com diferentes entidades espaciais que bloqueiam seu caminho. O ponto do observador é um pixel, e a área de visibilidade é definida como o subconjunto de pixels em que um observador pode ver ou ser vista por este mesmo observador usando a linha de visão. Na visibilidade global, as características do enquadramento visual de cada pixel podem ser calculadas. A imprecisão é relativa ao número de raios escolhidos. A visão 2D pode assumir coordenadas polares para facilitar este processo.

Outro algoritmo, que foi utilizado, assume que todas as superfícies no ambiente 3D são uma agregação de polígonos, apresentados por sua projeção na esfera unitária centrada no ponto do observador. Foi considerado mais preciso pelas operações que implica (figura 5). Muitos softwares são projetados com um desses dois algoritmos, e nossa decisão foi tomada considerando um resultado mais correto. Em seguida, utilizando o poder do computador disponível, utilizamos ambos através do Arcmap / Arcgis.

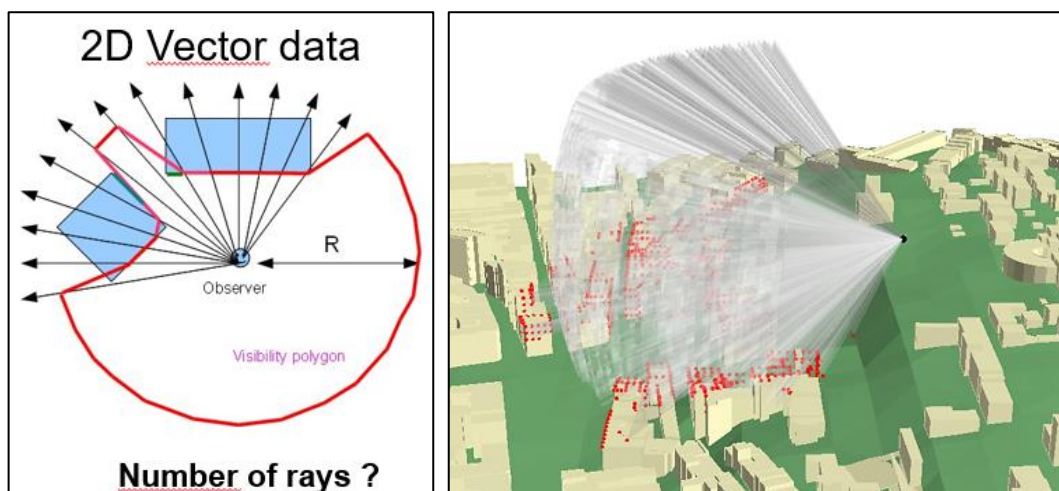


Fig. 5 Raytracing 2D (à esquerda) e método de esfera para cálculo de isovistas 3D (à direita).

Assim, foram aplicadas as duas técnicas nas duas datas, 1905 e 2010. Leva-se em consideração a planimetria, buscando os resultados em visualizações *rasters*. Outras esferas podem ser utilizadas para calcular até mesmo a porcentagem de visibilidade. Escolhemos quinze pontos do mapa original da cidade e calculamos os dois enquadramentos, comparando um ao outro. Como já foi dito, consideramos dados secundários sobre a altura dos edifícios de 2010. Os dois são apontados na próxima figura (Figura 6).

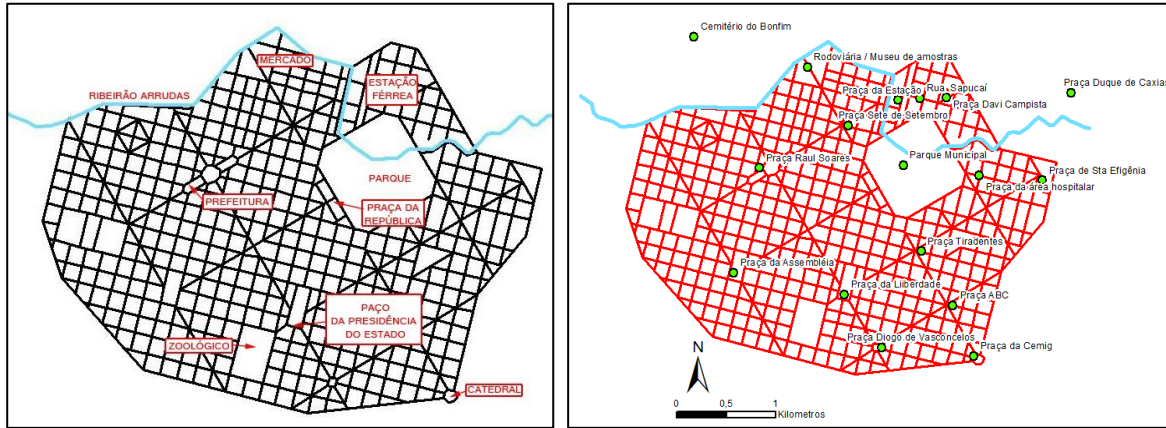


Fig. 6 À esquerda: posições originais de edifícios públicos na cidade de Belo Horizonte, em 1905. À direita: modificações na cidade de Belo Horizonte, em 2010.

Para sintetizar os resultados, apresenta-se aqui a *viewshed* a partir da “rodoviária” / “museu de amostras” utilizando os dois métodos, pois aponta resultados que foram encontrados nos outros 14 testes. A Figura 8 mostra a cobertura até 1905 e a figura 9 a cobertura até 2010, ambas considerando o ponto vermelho como ponto central.

Menos de um terço das edificações, terreno e paisagem foram preservados em 2010. Perdeu-se a vista dos “mares de morros” (figura 3), o que torna apropriado o cálculo da *viewshed* de um corredor, contabilizando a superfície dos edifícios como área visível. Não é por acaso que o primeiro anúncio apareceu nas fachadas dos prédios, desvalorizando ainda mais a vista ao fundo dos morros. Da inauguração da cidade até a década de 1960, as frondosas árvores da espécie *Ficus Benjamina* criaram um corredor (figura 7) ocultando sob elas a visibilidade das montanhas e edifícios. Talvez fosse a resposta para a poluição visual, juntamente com a criação de sombras.

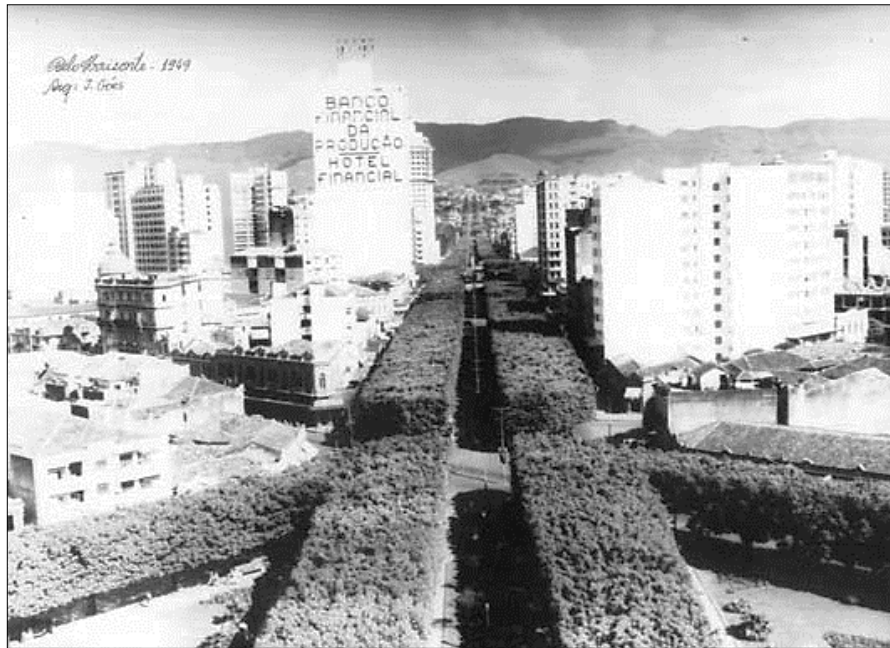


Fig. 7 Fachadas dos edifícios com anúncios e corredor de massa arbórea (1969).



Fig. 8 Viewshed obtida na malha central a partir do ponto de vista determinado (em vermelho) - 1905.

Após a década de 1960, as árvores foram retiradas com a pretensão de alargamento da avenida. Outras espécies de árvores menores foram plantadas, proporcionando menos sombras e modificando a paisagem observada.

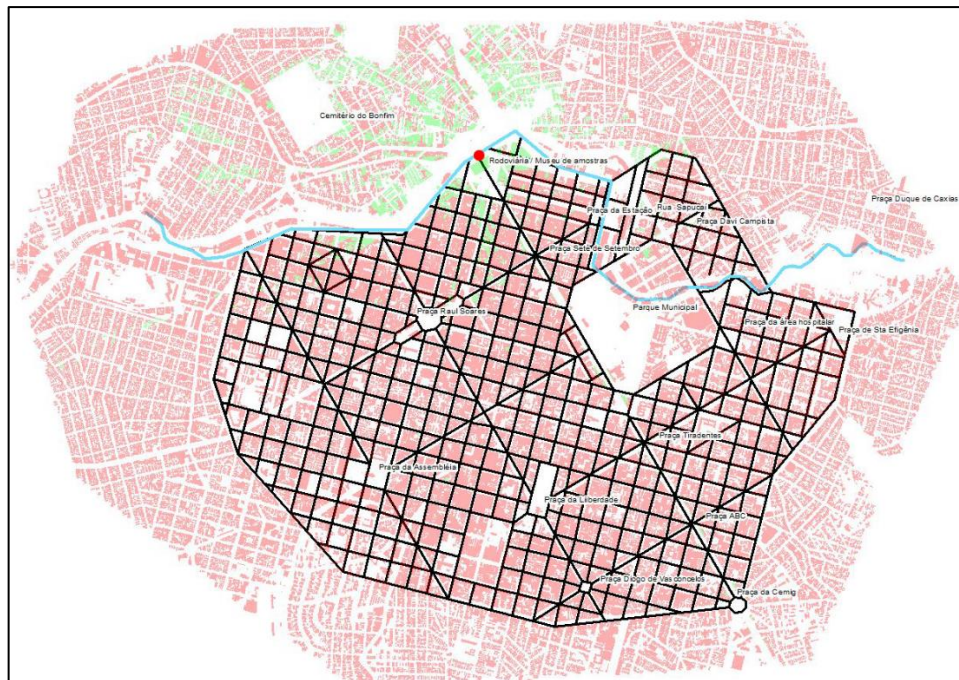


Fig. 9 Viewshed obtida na malha central a partir do ponto de vista determinado (em vermelho) - 2010.

Ao usar um software adicional com o objetivo de calcular e visualizar os resultados 3D, as Figuras 10 e 11 mostram de forma mais concisa a situação descrita acima.

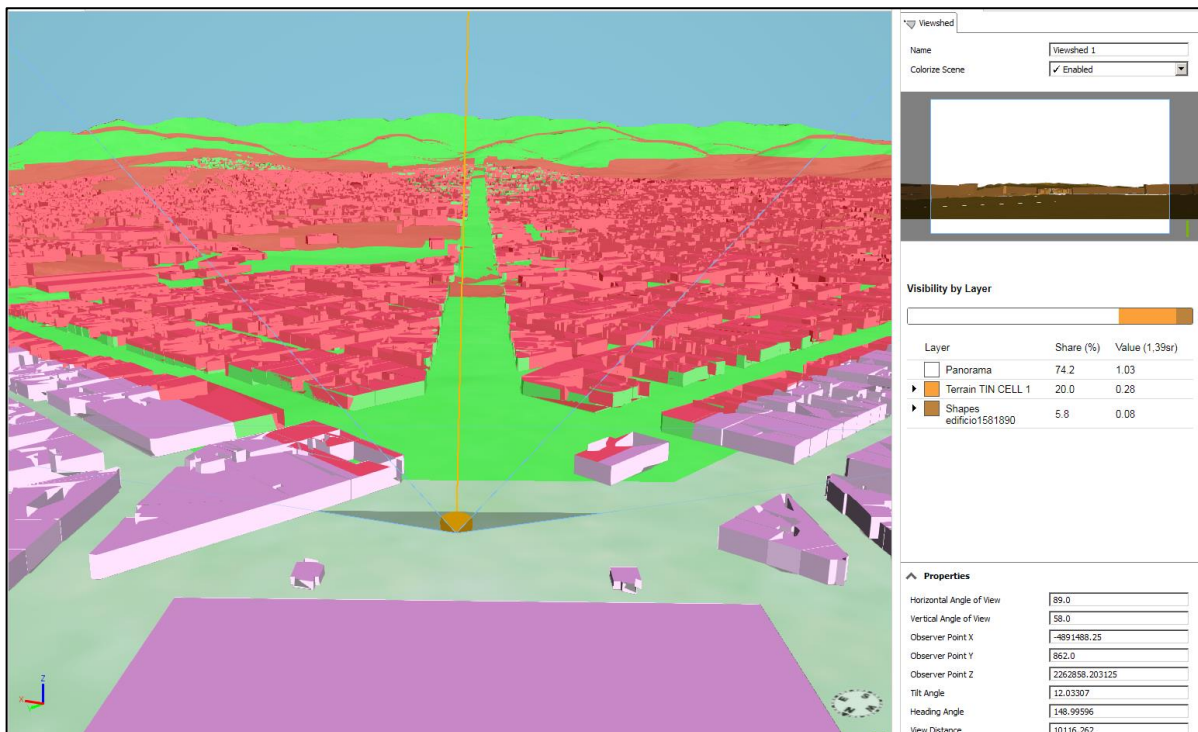


Fig. 10 Viewshed obtida na malha central a partir do ponto de vista determinado (em vermelho) - 1905.

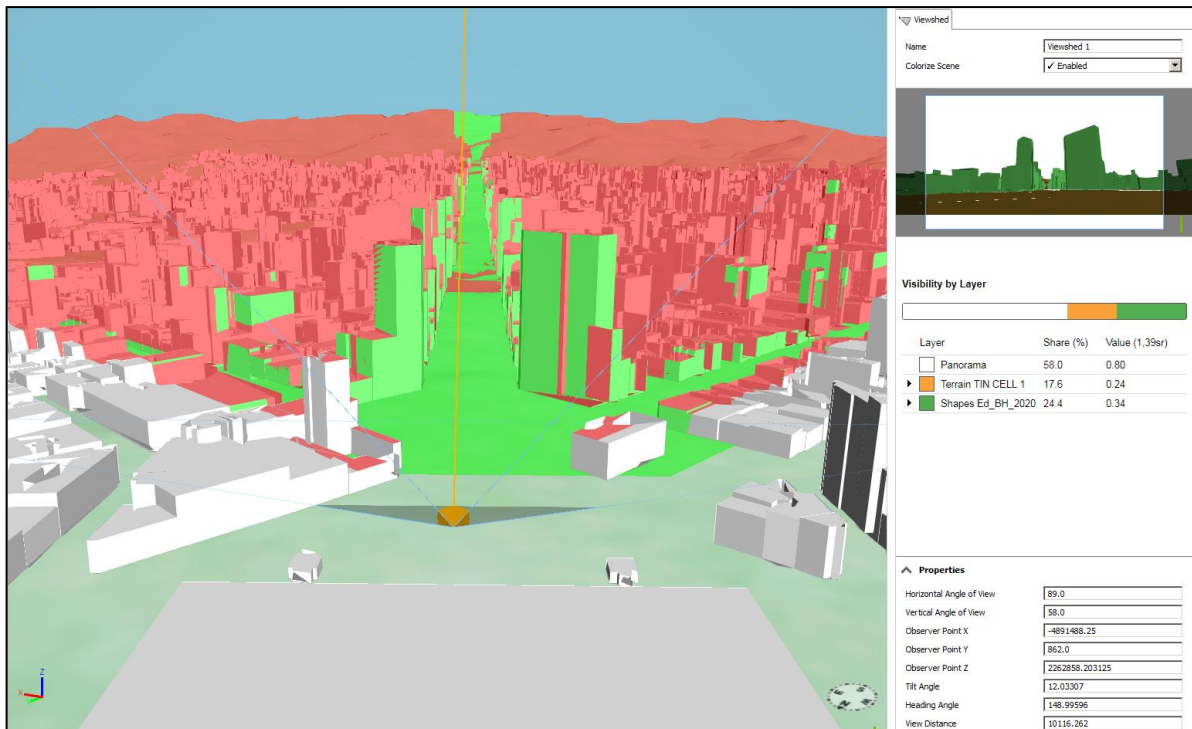


Fig. 11 Viewshed obtida na malha central a partir do ponto de vista determinado (em vermelho) - 2010.

5 REFUTANDO AS HIPÓTESES

Cada hipótese é referenciada aqui aos itens acima contidos na seção 3. O resumo da discussão é assim delineado da mesma maneira.

- Pelos experimentos, não se pode afirmar que o plano original da cidade deve garantir uma alta visibilidade, uma vez que não pode ser alterado e não foi construído em sua totalidade.
- Talvez a baixa visibilidade possa ser mitigada com estudos para complementar o plano urbano.
- O experimento não pode afirmar a perda de imaginabilidade uma vez que não utilizou métodos indutivos para captar possíveis percepções da população.
- Não foram coletados dados que estabeleçam a possível relação entre baixa visibilidade e percepção individual. É reconhecido que diversos autores defendem este ponto, mas não foram considerados neste trabalho métodos indutivos sobre o assunto.
- Provavelmente sim, já que podemos ter dados da quantidade de visibilidade perdida com a verticalização dos edifícios, porém isso não necessariamente significa que a orientação será alterada com uma perda de visibilidade, mas que a orientação se dá através de outros elementos.
- Provavelmente sim.
- Não. O estudo revelou que as árvores foram cortadas, mas não se aplica a uma visibilidade maior e melhor.
- É possível que o estudo de *viewsheds* possam ajudar os planejadores a promoverem maior inteligibilidade da cidade para residentes e estrangeiros.

Melhor do que a opinião de pessoas ou autores de ensaios, quando somos levados a métodos indutivistas, entrevistas, observações locais e até mesmo nossa própria opinião, tentamos tratar o experimento das *viewsheds* e outros instrumentos utilizando-se de dedutivismo hipotético e observando as probabilidades e resultados oferecidos pela não solidez de argumentos, colaborando para que os resultados e outras investigações continuem sendo incapazes de subsidiar ações para o planejamento como método científico.

6 CONCLUSÕES

O estudo ao contornar uma revisão bibliográfica mais concisa apontada na primeira seção deste artigo, enfatiza o reconhecimento de que a *viewshed* pode ter implicações para objetivos práticos, hedonísticos e subjetivos. Contudo, para estudar estes dois últimos pontos é necessário evitar todo tipo de conhecimento que implique em indução, incorrendo no erro de esbanjar afirmações falsas como hipóteses aceitas. Este é um ponto muito sério no uso do cenário: realizar a falsificação de hipóteses com um crítico radical, representando aqueles menos falsificáveis por um tempo. Caso contrário, continuaremos tomando os ensaios como estudos científicos, obscurecendo o dinamismo e a indeterminação dos fenômenos das cidades, não dando conta da liberdade de abordagens diferenciadas que a caracterizam.

7 REFERÊNCIAS

Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., Angel, S. (2013) **Uma Linguagem de Padrões (A Pattern Language)**. Porto Alegre, Bookman.

De Carvalho, L.R. (1978) **As Reformas Pombalinas Da Instrução Pública**, Editora Saraiva, São Paulo.

De Floriani, L., Marzano, P. e Puppo, E. (1994) Comunicação de linha de visão sobre modelos de terreno, **International Journal of Geographical Information Systems**, 8(4), 329-342.

De Mello, S. (1985) **Barroco Mineiro**, Editora Brasiliense, Brasília.

Fagan, B.M. e Durrani, N. (2015) **In the Beginning: An Introduction to Archaeology**, Routledge, Abingdon.

Hindsley, P., Hamilton, S.E. e Morgan, O.A. (2013) Gulf Views: Towards a Better Understanding of Viewshed Scope in Hedonic Property Models, **Journal of Real Estate Finance and Economics**, 47(3), 489-505.

Kidner, D., Sparkes, A. e Dorey, M. (1999) GIS and Wind Farm Planning, In: Stillwell, J., Geertman, S. and Openshaw, S. (Eds.), **Informações Geográficas e Planejamento: Perspectivas Europeias**, Springer Berlin Heidelberg, Berlim, Heidelberg, 203-223.

Kitchin, R. and Blades, M. (2002) **The Cognition of Geographic Space**, I B Tauris, London.

Lake, I.R., Lovett, A.A., Bateman, I.J. e Langford, I.H. (1998) Modelagem de influências ambientais sobre os preços dos imóveis em um ambiente urbano, **Computadores, Meio Ambiente e Sistemas Urbanos**, 22(2), 121-136.

Mom, V., & Herzog, I. (2019) Reconstructing the Military Infrastructure of Curaçao in the Late 18th Century. **Proceedings of the 22nd International Conference on Cultural Heritage and New Technologies 2017**, 1-22.

Neves, A. L. (2008) **A transferência da cidade portuguesa para o Brasil - 1532-1640**, Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Rasmussen, S.E. (2015) **Arquitetura Vivenciada**, Ed. Martins Fontes, São Paulo.

Stucky, J.L.D. (1998) Sobre a aplicação de análises versivas para determinar caminhos de menor custo em Modelos de Elevação Digital, **International Journal of Geographical Information Science: IJGIS**, 12(8), 891-905.

William, Cooper, W.E., Jr e Blumstein, D.T. (2015), **Escaping From Predators: An Integrative View of Escape Decisions**, Cambridge University Press, Cambridge.

Yoshinobu, A. (1981) **Exterior Design In Architecture (Revised Edition)**, Van Nostrand Reinhold Company, Nova York.