

# ROCINHA EM 3D

Tecnologia de escaneamento a laser vem sendo usada para o mapeamento digital de assentamentos informais do país

Frances Jones e Yuri Vasconcelos

O escaneamento tridimensional a laser (3DLS), uma tecnologia que cria representações digitais da realidade, e já é empregada há algum tempo na preservação do patrimônio histórico e cultural e na indústria de óleo e gás, está sendo usada agora na elaboração de mapas digitais em três dimensões de favelas brasileiras. O projeto mais ambicioso tem como foco a Rocinha, a maior comunidade brasileira, localizada na capital fluminense. Outra favela carioca, a Santa Marta, também foi mapeada com uso de uma ferramenta similar, com resultados equivalentes ao da técnica 3DLS. O principal objetivo das duas iniciativas é gerar informações que possam melhorar as condições de vida da população local.

O mapeamento digital da Rocinha, executado por pesquisadores brasileiros e do laboratório

Senseable City, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, já teve um projeto-piloto finalizado, focado em uma área limitada do bairro, e encontra-se atualmente na fase de captação de recursos para ser ampliado para toda comunidade. A ideia é reconstituir digitalmente o caótico conjunto urbano da favela, composto por escadarias, construções de alvenaria e inúmeras vielas e becos por onde não passam carros nem motos. Se der certo, a experiência poderá ser replicada em outros assentamentos informais ao redor do mundo.

Urbanização fora dos padrões vigentes, precariedade de serviços públicos essenciais e ocupação irregular da terra são algumas das características dos trechos da área urbana que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) chama de aglomerado subnormal. Favelas, comunidades, palafitas, loteamentos e



mocambos são termos populares usados para designar esses aglomerados.

Localizada na zona sul do Rio de Janeiro, a Rocinha tinha 25.742 domicílios em 2019, segundo estimativa do IBGE. Não se sabe ao certo quantas pessoas moram de fato na localidade. Os cálculos variam de 69 mil a 220 mil habitantes, conforme a fonte. A dificuldade em conhecer o número aproximado vem da urbanização totalmente fora dos padrões em um terreno irregular de 95 hectares.

“A Rocinha é gigantesca. Todas as vezes em que chegamos a uma ordem de grandeza para estipular um tamanho, descobrimos que tem mais uma rua, uma viela”, diz o analista de sistemas Carlos Coutinho, diretor do escritório fluminense BRtech3D. No começo de 2020, a empresa escaneou a laser duas pequenas áreas da comunidade a partir de uma ideia do arquiteto e urbanista Washington Fajardo, secretário de Planejam-

to Urbano do município do Rio de Janeiro. Foi o piloto do projeto chamado Favelas 4D, lançado pelo MIT para fazer o mapeamento digital de toda a comunidade.

“Assentamentos informais raramente são mapeados. O uso de câmeras convencionais sofre resistência porque elas invadem a privacidade. Já o escâner a laser, conhecido como Lidar [detecção de luz e medida de distância], é uma tecnologia não invasiva que permite um mapeamento com elevado nível de precisão, em três dimensões”, explica o arquiteto Fábio Duarte, pesquisador principal no Senseable City Lab e professor do Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana na Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR).

#### NUVEM DE PONTOS

Para fazer a digitalização tridimensional a laser, o escâner é instalado em um tripé e emite pulsos

Nuvem de pontos, fruto de digitalização tridimensional a laser, mostra via da favela da Rocinha, no Rio de Janeiro

de laser sobre a superfície a ser mapeada – por exemplo, uma rua, um beco ou uma moradia. Os feixes colidem com a superfície e retornam a um sensor acoplado na máquina. O tempo de retorno e a inclinação da luz rebatida indicam uma determinada coordenada espacial (x, y e z). Uma nuvem de pontos captura a forma da superfície, permitindo a medição acurada mesmo em caso de contornos e geografias complexas (ver Pesquisa FAPESP nº 293).

O projeto-piloto na Rocinha, que abrangeu a digitalização de uma rua e um playground para crianças, totalizando 480 metros quadrados, foi executado em dois dias, pouco antes do início da pandemia do novo coronavírus – a digitalização de toda a favela deve levar cerca de quatro meses. Foram utilizados dois escaneadores, que, segundo Coutinho, conferiram precisão milimétrica às medidas. O equipamento, com cerca de 5 quilos, escaneia 360 graus por 315 graus. “Ou seja, registra quase tudo; só não pega embaixo da máquina, onde está o tripé. Fazemos até 1 milhão de pontos por segundo”, diz o diretor da BRtech3D.

Cada área escaneada é composta por cerca de 50 cenas, indicando que o equipamento precisou ser posicionado em 50 locais diferentes para captar todos os ângulos daquele lugar. A ideia é que o laboratório norte-americano desenvolva e aprimore o algoritmo de análises matemáticas das ocupações informais para que o método possa ser usado em outros lugares do planeta. Projetos semelhantes, segundo Coutinho, estão em desenvolvimento por outras iniciativas na África e na Índia.

“Com o mapeamento 3D a laser, teremos topografias precisas da comunidade e será possível medir riscos associados ao lugar, como deslizamento de terra, além de saber exatamente onde está cada imóvel”, explica Duarte. “Com isso, poderemos ajudar os moradores da Rocinha a ter endereçamento postal, o que é fundamental para que possam se beneficiar de vários serviços públicos.”

**C**om dados mais acurados, passará a ser viável planejar o escoamento de água e esgoto conforme as inclinações e altura das vielas, além de organizar o cabeamento de energia elétrica e de redes de telecomunicação. A coleta de lixo e a limpeza das vias, por sua vez, poderão ser mais bem estruturadas. Em resumo, ao oferecer uma melhor compreensão da lógica arquitetônica do bairro, o projeto permitirá que a população tenha melhores condições de reivindicar serviços públicos diversos.

“Com esse trabalho, pretendemos criar uma metodologia mais inovadora para políticas públicas em favelas, baseada em evidências e dados. Queremos criar uma espécie de big data sobre favelas”, diz Fajardo. “O projeto Favelas 4D permitirá mais eficiência e velocidade para melhorias urbanísticas, na promoção de moradia digna, na criação de uma infraestrutura inteligente e em saúde pública, assim como grandes avanços na regularização fundiária nessas comunidades.”

Artigo publicado em abril deste ano pelos pesquisadores do Senseable City Lab na plataforma de preprints (sem revisão por pares) arXiv infor-

## Reconstituindo a cena do crime

A ferramenta também vem sendo utilizada como apoio a investigações policiais

Escâneres tridimensionais a laser fazem parte do arsenal tecnológico usado por policiais para elucidar crimes.

A Superintendência da Polícia Técnico-científica (SPTC) de São Paulo recorreu a essa ferramenta para fazer a reconstituição da cena em que nove jovens foram mortos em um baile funk na comunidade de Paraisópolis, na capital paulista, em dezembro de 2019, em consequência de uma ação policial.

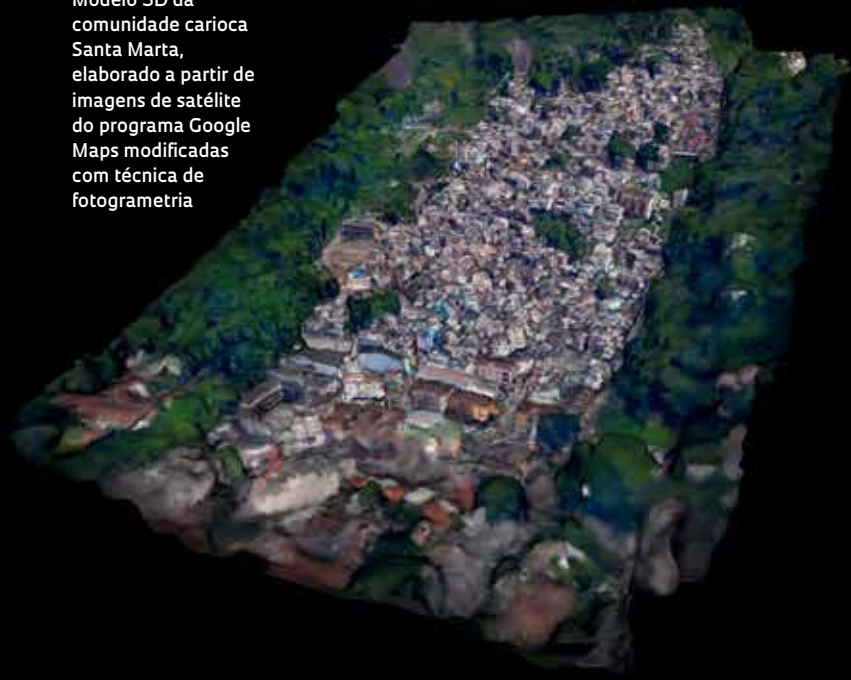
“Pela primeira vez uma reconstituição virtual de um crime com uso de imagens 3D do local geradas por escâneres a laser foi realizada em São Paulo”, diz a perita criminal Karín Kawakami De Vicente,

da SPTC. Ela liderou o trabalho de escaneamento em campo, que contou com a participação de agentes do Departamento Estadual de Homicídios e de Proteção à Pessoa (DHPP) da Polícia Civil. “Fizemos o escaneamento da via principal de Paraisópolis e de dois becos onde os jovens foram pisoteados e morreram asfixiados. A reconstituição digital nos ajudou a entender a movimentação, o fluxo e o escoamento das pessoas.”

Kawakami informa que a reconstrução 3D do ambiente foi realizada a partir de 32 pontos de escaneamento. Os peritos também tiveram acesso a 1.588 imagens aéreas com drones, que foram

transformadas em nuvens de pontos e agregadas às nuvens de pontos da digitalização 3DLS. “O escaneamento possibilitou uma medição milimétrica do lugar, que resultou em um mapeamento muito detalhado. Ele permitiu dimensionar quantas pessoas poderiam passar por aquelas vias naquele momento”, diz a perita criminal. “Desde outubro de 2020, quando os equipamentos passaram a ser usados por nós, eles já foram empregados em centenas de casos.” Em julho, a Polícia Civil indiciou nove policiais militares por homicídio culposo (sem intenção de matar) pela ação que resultou na tragédia de Paraisópolis.

Modelo 3D da comunidade carioca Santa Marta, elaborado a partir de imagens de satélite do programa Google Maps modificadas com técnica de fotogrametria



mava que, dos 4 bilhões de pessoas que vivem nas cidades em todo o mundo, quase 1 bilhão mora em assentamentos informais. “Embora em geral consolidadas, elas são em boa parte impermeáveis às tecnologias de mapeamento tradicionais, tornando-as invisíveis e despidas dos direitos urbanos”, pontua o artigo, cujo primeiro autor é a aluna de doutorado do MIT Arianna Salazar Miranda, nascida na Costa Rica.

**N**o caso da Rocinha, apenas 23% da extensão total de suas vias fazia parte do Google Street View, plataforma que mostra vistas panorâmicas de 360 graus de várias cidades do mundo a partir de imagens capturadas por câmeras instaladas em carros. A baixa cobertura, explicam os autores do estudo, decorre do fato de que apenas essa fração das vias pode ser captada corretamente a partir de veículos automotivos.

Outras técnicas de mapeamento urbano também têm limites. A visão de cima gerada por satélites e drones não diz muito sobre a realidade da comunidade, uma vez que é difícil mensurar o que há por baixo de cada edificação. Os pesquisadores apontam no texto que, para medir a morfologia de um assentamento informal, há cinco métricas relacionadas às características das ruas e das fachadas das edificações: largura das vias; elevação das ruas; heterogeneidade das fachadas; densidade das fachadas; e cânions urbanos.

O escaneamento 3D no Rio de Janeiro está agora sob escrutínio da competição de inovação

internacional Global Mayors Challenge 2021, que oferece prêmio de US\$ 1 milhão a 15 cidades ao redor do mundo a fim de que implementem ideias inovadoras para lidar com os principais desafios urbanos pós-pandemia. O Rio já passou em uma primeira peneira, que selecionou 50 entre 631 cidades candidatas. A iniciativa é da organização sem fins lucrativos Bloomberg Philanthropies, fundada pelo ex-prefeito de Nova York Michael Bloomberg. Se vencedor, o projeto ganhará mais recursos para o escaneamento do que o valor previsto pela BRtech3D. No momento, a Secretaria de Planejamento Urbano está em busca de recursos para financiar o trabalho.

O mapeamento tridimensional da favela Santa Marta, situada no morro Dona Marta, zona sul do Rio de Janeiro, e onde residem cerca de 8 mil pessoas, fez parte do trabalho de doutorado da arquiteta e urbanista paulista Debora Verniz, realizado na Universidade Estadual da Pensilvânia, nos Estados Unidos. “O trabalho foi iniciado em 2015. Com os recursos disponíveis naquela época, era inviável levar um escâner dos Estados Unidos para o Brasil. Por isso, fizemos o levantamento do local com uma câmera GoPro, programada para capturar imagens a cada 3 segundos”, explica Verniz. “Depois, usamos um software que usa fotogrametria para gerar nuvens de pontos do local a partir das imagens coletadas. O Lidar, empregado no escaneamento tridimensional a laser, gera o mesmo tipo de nuvens de pontos, mas com maior precisão.”

No total, foram coletadas quase 4 mil imagens das principais vias do lugar, o que correspondeu a cerca de 30% da favela, informa Verniz. Com uma segunda câmera, que coleta imagens em 360 graus, a pesquisadora fez registros de cerca de 100 pontos estratégicos. Esse material foi utilizado depois para gerar um ambiente imersivo, de realidade virtual, da comunidade.

“A favela Santa Marta foi usada como um estudo de caso para o desenvolvimento de uma ferramenta de desenho paramétrico para intervir e projetar em ambientes urbanos complexos”, explica a pesquisadora. Desenho paramétrico é um tipo de design assistido por computador (CAD), no qual os parâmetros (por exemplo, dimensões) do desenho possuem restrições e relações entre si. Esses parâmetros podem ser alterados automaticamente, facilitando o processo de elaboração de projetos arquitetônicos e urbanísticos. ■

#### Artigos científicos

MIRANDA, A. S. *et al.* Favelas 4D: Scalable methods for morphology analysis of informal settlements using terrestrial laser scanning data. *arXiv*. 23 abr. 2021.

OPREAN, D. *et al.* Conceptualizing the remote site experience through immersive technology: Unraveling the Santa Marta Favela from students' perspectives. *Landscape Journal*. v. 39, p. 31-49. 2021.