

# GERAÇÃO DE MAPA TÁTIL DO CAMPUS SEROPÉDICA DA UFRRJ PRODUZIDO POR MEIO DE UMA IMPRESSORA 3D

Isabella Souza Santos de Faria<sup>1</sup>

Juliana Moulin Fosse<sup>2</sup>

1. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Departamento de Engenharia – Rodovia BR 465, Km 07, Seropédica - RJ ([isabellafaria@ufrj.br](mailto:isabellafaria@ufrj.br))

2. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Departamento de Engenharia – Rodovia BR 465, Km 07, Seropédica - RJ ([jumoulin@ufrj.br](mailto:jumoulin@ufrj.br))

## ABSTRACT

The life of the visually impaired people is usually provided with limitations and difficulties regarding of their orientation and navigation while using a map. The objective of this research is to generate a tactile map through of a 3D printer, test the effectiveness of the generated map and promote their inclusion in the academic environment. Therefore, a tactile map of the Seropédica campus of UFRRJ was elaborated using the rapid prototyping technology FDM as the production mechanism. The result was satisfactory regarding the comprehension of the physical space. Besides that, the FDM 3D printer was not able to faithfully reproduce the Braille language. This work can be an important contribution to the fully integration of visually impaired people in a university environment.

**Keywords:** Tactile Map, 3D Printer, Inclusion.

## INTRODUÇÃO

A Cartografia Tátil é uma área da Cartografia voltada para confecção de mapas 3D para pessoas com deficiência visual, auxiliando-as na compreensão dos lugares, paisagens e regiões. Deste modo, os mapas táteis em escala grande, como áreas urbanas, campi universitários, shoppings abertos, dentre outros podem permitir a orientação e navegação das pessoas com cegueira total ou parcial e melhorar sua autonomia.

No Brasil, a Lei de Inclusão da Pessoa com Deficiência, n. 13.146, de 06 de julho de 2015 (BRASIL, 2015), foi sancionada para assegurar e promover o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais em condições de igualdade por pessoa com deficiência, visando a inclusão social e cidadania. Nesta perspectiva a acessibilidade propõe condições para que a pessoa com qualquer deficiência ou com mobilidade reduzida possa alcançar e utilizar o espaço público, equipamentos urbanos e edificações, dentre outros, com segurança e autonomia.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo gerar um mapa tátil do campus universitário com tecnologia de prototipagem rápida, e com isso facilitar a inserção dos alunos com deficiência visual no meio acadêmico, ou simplesmente fornecer a eles subsídios para a sua independência. Para tanto, utilizou-se na produção do mapa tátil, a técnica de impressão 3D denominada Fabricação com Filamento Fundido (FFF). Foi

feito um teste de percepção tátil, com dois portadores de deficiência visual, a fim de validar a metodologia utilizada e a usabilidade do produto cartográfico gerado. A metodologia desenvolvida, os resultados e as contribuições desse trabalho são descritos a seguir.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A UFRRJ é uma universidade federal cujo principal campus está localizado no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. A área mapeada neste trabalho compreende as principais instalações frequentemente utilizadas pelos alunos desse campus e suas vias de locomoção. Vale ressaltar que entre as instalações estão presentes departamentos, institutos e prédios que desempenham atividades relacionadas com a função educacional e administrativa, totalizando 23 edificações, conhecidas em sua maioria por siglas que designam seus nomes.

### **Informações iniciais**

Antes de iniciar a geração do mapa tátil, houve a necessidade de realizar uma entrevista com o público-alvo, para entender as reais dificuldades encontradas pelas pessoas com deficiência visual em meio ao campus e o como um mapa tátil poderia ajudá-las. Para tal, foi feita uma breve entrevista, informal, com um ex-aluno da universidade, mas que ainda possuía vínculo com a instituição, morador de Seropédica e portador de deficiência visual (cegueira) há 12 anos. Na entrevista, foi apresentada pelo voluntário a necessidade de uma identificação imediata e centralizada do Prédio Principal (P1) de forma a facilitar a sua referência no mapa, visto a importância desta edificação no campus. A sugestão dada pelo voluntário foi fazer um polígono vazado, semelhante a edificação real. O entrevistado ainda relatou que sempre se sentiu incluído no campus, do ponto de vista humanitário, entretanto, a falta de infraestrutura é grande e desmotivadora.

### **Geração do mapa tátil**

O processo de geração do mapa tátil teve início com a aquisição da base cartográfica, já existente, feita para apoiar o Plano Diretor da universidade. O arquivo em extensão DWG foi convertido em SHP e utilizado no *software QGIS*, de código aberto e gratuito. Para a modelagem 3D, foi utilizado o complemento *Qgis2threejs* também do *QGIS*. Esta ferramenta permite a visualização dos modelos em 3D em navegadores de internet que suportam a tecnologia *WebGL* tal como a exportação do modelo 3D em

formato STL, que é um dos formatos aceito pelos *softwares* responsáveis por gerar os códigos de impressão 3D (G-Code).

A próxima etapa foi a criação do braile, necessário na inserção os elementos do mapa, tais como título, escala, legenda e orientação. Esta etapa foi realizada com o auxílio do site *Poalab* (<https://www.poalab.net.br/t2b/>), que gera “placas” em braile para impressão 3D, e do aplicativo Microsoft Store 3D Builder, usado para a inserção das “placas” de braile geradas no site Poalab sobre o modelo 3D do mapa tátil.

Alguns testes de impressão foram gerados a fim de evitar erros de impressão e facilitar o entendimento do mapa. No primeiro teste (Figura 1.a) o objetivo foi verificar as proporções no tamanho xy do modelo. Constatou-se que o tamanho xy das edificações deveriam ser exageradas para possibilitar a inserção do braile no topo das extrusões geradas e as vias deveriam ser mais largas. O objetivo do segundo teste (Figura 1.b) foi definir a altura z (extrusão) das edificações e vias. Após a impressão do teste, definiu-se que as alturas das edificações seriam padronizadas em 1 cm e as vias em 3 mm.

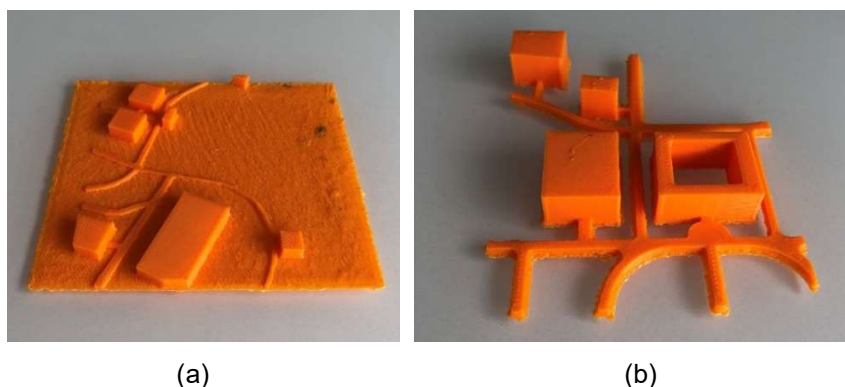


Figura 1. Teste de impressão das edificações e das vias: (a) tamanho xy e (b) altura z.

Após a execução dos testes anteriores, percebeu-se a importância da realização de um terceiro teste referente ao braile. Foram impressos sete modelos (Figura 2.a) com diferentes resoluções da camada de impressão. A resolução da impressão se refere à altura da camada, que em uma impressora 3D FFF (com bico de extrusão 0,4mm), geralmente varia de 0,05mm até 0,3mm. Quanto melhor a resolução, melhores serão impressos os detalhes e maior será o número de camadas para se imprimir o objeto e, conseqüentemente, maior será o tempo de impressão. Considerou-se, de acordo com a percepção visual dos pesquisadores que a melhor representação (custo x benefício, ou seja, qualidade x tempo de impressão) do braile foi a do teste A. Sendo assim, toda a impressão do mapa foi feita como no teste A, onde foi usada a resolução de 0,2mm, considerada uma resolução de qualidade média. O quarto teste foi realizado para definir a espessura da base. A Figura 2.b ilustra à esquerda uma peça de

aproximadamente 5 mm de base e à direita a mesma peça com uma base de aproximadamente 2 mm. Devido ao tempo de impressão e os resultados obtidos, optou-se por usar a base menos espessa, que permite sustentação com menos tempo de impressão.

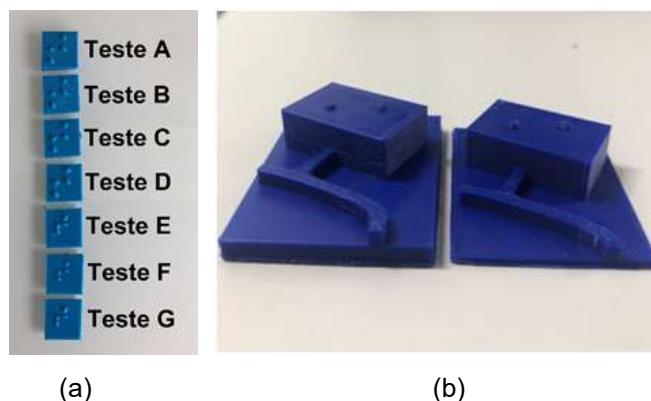


Figura 2. Novos testes de impressão: (a) resolução das camadas em função do braille e (b) altura da base.

A legenda foi pensada e elaborada de maneira a ser simplificada, com o uso de letras minúsculas, pois na linguagem braille, antes das letras maiúsculas deve-se usar um sinal que identifica que a letra que virá a seguir é maiúscula, fato que acrescenta mais uma cela braille e conseqüentemente, aumentaria o tamanho da legenda e da área de impressão sobre o objeto 3D. Além disso, para resumir, decidiu-se utilizar somente a sigla das edificações do campus. A Figura 3 ilustra o modelo 3D final antes de ser impresso e com as identificações. Entretanto, as letras identificadas sobre as edificações foram impressas em braille e não em alfabeto arábico, como ilustrado na Figura 3. A Figura 4 ilustra as siglas das edificações representadas e a respectiva legenda em braille.

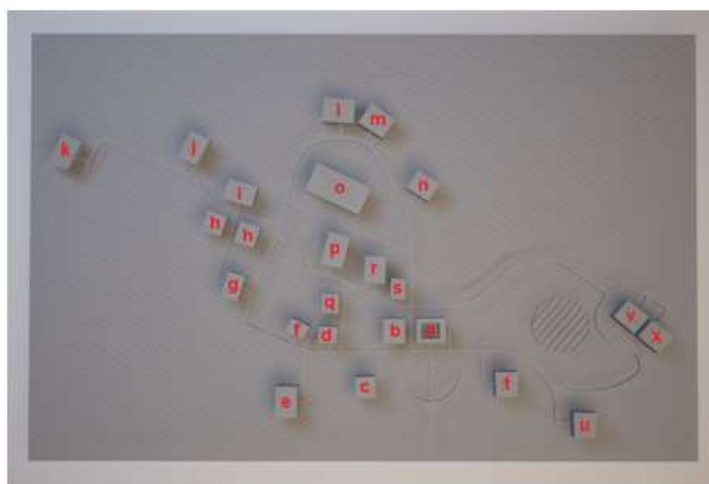


Figura 3. Modelo 3D final antes de ser impresso e com as respectivas identificações das edificações.

| legenda |              |
|---------|--------------|
| a       | pl           |
| b       | biblioteca   |
| c       | pq           |
| d       | pitágoras    |
| e       | ichs         |
| f       | ppg          |
| g       | pat          |
| h       | laboratórios |
| i       | iz           |
| j       | it           |
| k       | dg           |
| l       | prefeitura   |
| m       | lavanderia   |
| n       | imprensa     |
| o       | def          |
| p       | alojamento   |
| q       | ru           |
| r       | alojamento   |
| s       | posto médico |
| t       | ib           |
| u       | iv           |
| v       | ia           |
| x       | if           |




Figura 4. Representação da legenda no alfabeto árabe e em braile.

Todas essas as inclusões e alterações do modelo 3D foram feitas no aplicativo *Microsoft Store 3D Builder* e o arquivo final foi salvo na extensão STL. Para o fatiamento e envio do G-code para a impressora, foi utilizado o *software Repetier Host*, um *software* básico de *Host* onde o arquivo STL do modelo 3D é adicionado e cortado com um fatiador, nesse caso o *Slic3r*, uma ferramenta que converte o modelo 3D digital em instruções de impressão para a impressora 3D. Em seguida, o *software* processa a trajetória da impressora para cada uma das camadas e ao final do processo é gerado um arquivo em código numérico de controle. Tal arquivo é o utilizado pelo programa que comanda a execução dos movimentos da máquina.

O processo de impressão 3D utilizado nesse trabalho é conhecido como FFF, um processo que usa um fio de plástico como matéria-prima. Esse fio de plástico também é conhecido como filamento e possuem diâmetro de 1,75 mm (ou 2,85 mm). Neste tipo de processo o filamento é derretido por um bico de extrusão e depositado sobre uma base em camadas, uma sobre a outra, até que se imprima todo o objeto (RAMOS, 2019).

A impressora 3D disponível para ser usada neste trabalho foi a Stella 2, que possui área de impressão limitada em 20 cm x 20 cm x 20 cm (xyz). Por este motivo, houve a

necessidade de dividir o modelo 3D em partes e imprimir cada uma das partes individualmente. Foram impressos seis partes de 19,7 cm x 18,9 cm (xy), totalizando uma área de aproximadamente 60 cm x 40 cm. Para a impressão das seis partes foram necessárias aproximadamente 33,5 horas contínuas de impressão e 136 metros de filamento PLA (Ácido Polilático). A impressão da legenda foi feita em duas partes de 20 cm x 20 cm (xy), totalizando uma área de 20 cm x 40 cm, aproximadamente 4,5 horas de impressão e 7 metros de filamento. A Figura 5 ilustra o processo de impressão de uma das partes do mapa tátil.

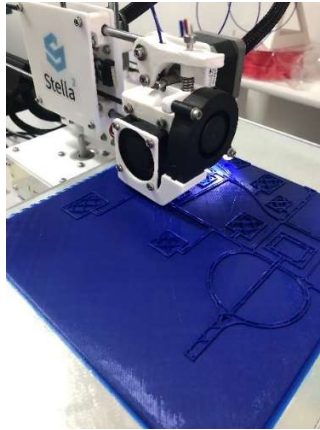


Figura 5. Impressão de uma das partes do mapa tátil.

Para permitir a melhor exploração do mapa tátil, foi feito uma base de policarbonato de 75 cm x 44 cm para a fixação do mesmo. A Figura 6 ilustra o mapa tátil impresso, com a legenda à esquerda e sobre a base de policarbonato.



Figura 6. Mapa tátil da UFRRJ, impresso e fixado sobre o policarbonato.

## **Resultados obtidos com base no teste de percepção tátil**

Após a impressão do mapa tátil houve a necessidade de realizar um teste de percepção com prováveis usuários para a validação do material produzido. Sendo assim, fez-se uma nova entrevista com o mesmo voluntário, que foi entrevistado no início do desenvolvimento desse trabalho, e com uma outra voluntária, sua colega. A segunda voluntária também é portadora de deficiência visual e moradora de Seropédica, porém sem qualquer vínculo com a UFRRJ e com vasto conhecimento em braile. Vamos chamá-los no texto de voluntário A e voluntário B, respectivamente.

Como dito no início do artigo, o voluntário A é cego há 12 anos. Atualmente ele tem 43 anos, é morador de Seropédica, foi aluno de graduação da UFRRJ e atualmente é aluno especial e cursa alguns créditos extras curriculares. Por ter ficado cego depois de adulto ele tem pouco conhecimento em braile, mas grande interesse em explorar a representação do campus. Desde a primeira entrevista, ele demonstrou grande entusiasmo e curiosidade sobre o projeto.

A entrevista com o voluntário A durou cerca de trinta minutos e no início foi explicado a ele a finalidade do teste e do mapa tátil. O teste consiste em verificar a qualidade do mapa tátil, se o objetivo para o qual ele foi feito foi alcançado ou não. E o mapa tátil por sua vez, tem o objetivo de orientação e navegação na parte principal do campus, com a representação das principais vias e edificações administrativas e de ensino. Sendo assim, sugeriu-se que o usuário realizasse o trajeto do Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS) ao Prédio de Aulas Teóricas (PAT), dois locais frequentemente visitados por ele, para suas aulas de graduação. Em seguida, solicitou-se que ele identificasse o Instituto de Biologia (IB) e o Instituto de Tecnologia (IT). A partir de então, o entrevistado A desenvolveu uma rápida capacidade de navegação e orientação no mapa tátil e todos os testes sugeridos, que levava em consideração outros elementos do mapa, foram realizados com destreza. Segundo ele, a simplificação das feições foi adequada, pois possibilitou a fácil percepção das edificações e vias.

Foi solicitado ao voluntário A que tateasse o elemento de orientação do mapa (uma seta representativa do norte). De acordo com sua interpretação, o símbolo da orientação funcionou, entretanto, ele sugeriu alterar o seu formato de seta para o formato de cruz e colocar as letras iniciais representativas de norte, sul, leste e oeste em braile. O voluntário A sugeriu que as edificações fossem impressas na cor branca para ressaltar a cor do fundo, que é mais escura, possibilitando que pessoas com baixa visão tenham mais facilidade de identificação das feições. Entretanto, este voluntário pouco se expressou sobre o braile.

O voluntário B tem 59 anos, nasceu com glaucoma congênito e é cego desde a sua infância, foi alfabetizado no Instituto Benjamin Constant (IBC) e, embora seja moradora de Seropédica, praticamente não conhece o campus. Os dois entrevistados possuem percepções diferentes da região de estudo, o que pode contribuir de forma positiva para a avaliação do mapa. Os pontos abordados na entrevista com o voluntário B foram semelhantes ao voluntário A, porém acrescido do braille, em função do seu conhecimento, o que fez com que a entrevista durasse mais tempo, cerca de sessenta minutos.

Foi solicitado ao voluntário B a leitura da legenda e posterior identificação das edificações. O voluntário B relatou que apesar dos esforços da autora, a impressão do braille feito por meio da impressora 3D não foi capaz de reproduzir de maneira fiel “os pontinhos”, pois o espaçamento e o tamanho não correspondiam a imagem dessa escrita existente em sua mente. Houve a necessidade de criar uma decodificação própria, tornando o processo de leitura demorado e difícil. Além disso, o braille foi agressivo ao tato. Sendo assim, foi sugerido pelo voluntário B que a impressão do braille fosse feita em Máquina Perkins e adicionada ao modelo impresso. A máquina Perkins é uma espécie de máquina de datilografia que reproduz o braille em papel.

Por fim, foi sugerido ao voluntário B que tentasse encontrar o único prédio que ele conhecia no campus, o Posto Médico, representado pela letra "s" no mapa tátil. O que não foi possível, pois, segundo ele o braille apresentou problemas e como ele não conhecia a área, precisava se guiar pelo braille. Com relação à escala apresentada no mapa, a leitura dos números em braille também apresentou problemas, pois os números foram confundidos com letras, e precisariam ser refeitos. A Figura 7.a e 7.b apresentam os voluntários A e B, respectivamente, fazendo o teste de percepção tátil.



Figura 7. Teste de percepção tátil: (a) voluntário A e (b) voluntário B



## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Através do teste de percepção tátil, pode-se perceber que o voluntário A possui elevado grau de orientação geográfica e muito interesse em contribuir com o presente projeto, a fim de aumentar o seu conhecimento da região representada e promover a inclusão social de outros portadores de deficiência visual, tais como futuros estudantes no campus, por exemplo. Apesar de não possuir habilidades com o braile, ele guiou-se tendo o P1 como referência para localizar as demais edificações representadas no mapa tátil. Ele conseguiu realizar todos os testes propostos e relatou que após tatear o mapa, conseguiria ir em outros lugares do campus que ainda não conhecia. Concluiu-se que para este entrevistado o braile foi irrelevante, pois ele tem pouco conhecimento nesse tipo de escrita e, por outro lado, já conhece parte do campus.

O voluntário B teve problemas em se localizar, tendo em vista o seu desconhecimento da área e total dependência do braile. Ele relatou grande dificuldade na interpretação dos “pontinhos” do braile, devido ao espaçamento e tamanho adotados, além de estar agressivo ao seu tato. Desta forma, sugere-se que novos trabalhos possam estudar a melhor maneira de se implementar o braile em mapas táteis feitos com o auxílio de impressoras 3D FFF.

O teste foi aplicado a apenas duas pessoas portadoras de deficiência visual, que são cegas, contudo, seria enriquecedor aplicá-lo a outras pessoas com diferentes experiências cognitivas e conhecimento em braile, para se obter um resultado mais consistente.

Durante a impressão do mapa tátil ocorreram dificuldades decorrentes do uso e operacionalização da impressora 3D, que acarretou atrasos no cronograma previsto para a impressão das partes do modelo. Outra questão relevante a ser levado em consideração em um mapa tátil impresso em impressora 3D é o material utilizado, neste caso, o termoplástico PLA, que sofreu variações mecânicas quando submetido a elevadas temperaturas. No dia do teste com os voluntários, a temperatura em Seropédica, local do teste, era de aproximadamente 40° Celsius, e por um determinado período houve a necessidade do mapa tátil ficar guardado em um veículo estacionado sob o sol. Isso fez com que o produto sofresse algumas deformações em uma de suas extremidades, aquela que ficou mais exposta, como pode ser visto na Figura 8. Esse fato ocorreu depois de terminadas as entrevistas. Nesse sentido, sugere-se que novos trabalhos possam testar outros tipos de filamentos para serem utilizados na produção de mapas táteis mais resistentes a variações climáticas, como o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), *Polyethylene Terephthalate Glicol* (PETG) e *High Impact Polystyrene* (HIPS).



Figura 8. Deformação ocorrida em parte do mapa tátil devido à exposição a alta temperatura.

Considera-se que a realização desse trabalho foi uma contribuição importante para a inclusão de pessoas com deficiência visual na universidade. Independentemente dos resultados obtidos pela pesquisa, o fato mais importante se dá ao estudo de novas formas de acessibilidade física.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao Sidney e a Ruth, pessoas muito queridas, portadoras de deficiência visual, que nos auxiliaram no desenvolvimento desse trabalho, contribuindo na verificação do alcance dos objetivos do produto cartográfico gerado. Também gostaríamos de agradecer à reitoria da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro que possibilitou a execução deste trabalho científico através da impressora 3D Stella 2 doada ao curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BRASIL, Câmara dos Deputados. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União**, p. 43, 2015.

RAMOS, Kevin Jesus. **Concepção de robô manipulador fabricado por manufatura aditiva para retirada de peças de impressora 3d**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. 2019.