

MODELAGEM DIGITAL DE SÍMBOLOS CARTOGRÁFICOS TÁTEIS

Niédja Sodré de Araújo¹, Vivian de Oliveira Fernandes², Mauro José Alixandrini Junior³, Arivaldo Leão de Amorim⁴

¹Geógrafa, mestranda da Pós-Graduação em Engenharia Civil /UFBA, Salvador, BA, niedja.geo@gmail.com

²Eng. Cartógrafa, Professora da UFBA, Salvador, BA, vivian.fernandes@ufba.br

³Eng. Cartógrafo, Professor da UFBA, Salvador, BA, mauro.alixandrini@ufba.br

⁴Eng. Civil e Arquiteto, Professor da UFBA, Salvador, BA, alamorim@ufba.br

RESUMO: A fabricação digital é utilizada em diversas áreas, por exemplo, na indústria aeroespacial, na arquitetura, engenharia civil e dentre outras, na cartografia tátil que refere-se à confecção de mapas acessíveis para pessoas cegas ou com baixa visão. O objetivo desta pesquisa é propor modelos digitais de símbolos cartográficos táteis para impressão 3D por fabricação digital. A área de estudo utilizada foi o térreo do pavilhão de aulas Glauber Rocha da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Utilizou-se o método experimental determinando-se os parâmetros dimensionais e formas geométricas como variáveis para modelagem dos símbolos. Elaborou-se um croqui do térreo para denominação dos ambientes e elementos arquitetônicos que seriam representados. Utilizou-se o *software Google sketchup 8* para elaboração de propostas de símbolos cartográficos táteis associados ao conceito do que representam. Os resultados desta pesquisa são preliminares e requerem realização de testes de cognição para validação das propostas de convenções cartográficas de símbolos táteis.

Palavras-chave: cartografia tátil, modelagem geométrica, prototipagem rápida.

INTRODUÇÃO: O termo fabricação digital (*digital fabrication*) originou-se a partir dos métodos tradicionais subtrativos e formativos de modelagem tridimensional (3D), ou seja, transformação de modelos digitais em objetos físicos com laterais (x, y) e altura (z) projetadas em computador. No método formativo a fabricação do objeto acontece pela moldagem ou fundição de material e no método subtrativo utilizam-se fresas e máquinas de corte para desbastar blocos de diferentes materiais. Em seguida, surgiu o termo prototipagem rápida (*rapid prototyping*) associado aos métodos aditivos com pouca interferência humana, reduzindo-se o tempo de fabricação durante o processo (BUSWELL et al., 2007). Entretendo, partindo do conceito das palavras “fabricação” e “digital”, nota-se que independentemente da finalidade de cada produto e do método empregado (subtrativo, formativo ou aditivo) a materialização do modelo envolve produção e tecnologias da computação de modo automatizado, ora por controle numérico computadorizado (*Computer Numeric Control - CNC*), ora por fabricação auxiliada por computador (*Computer Aided Manufacturing - CAM*). Assim, considera-se nesta pesquisa que a fabricação digital inclui os métodos subtrativo, formativo e aditivo. A fabricação digital é utilizada em diversas áreas, por exemplo, na indústria aeroespacial, na arquitetura, engenharia civil, medicina, mecânica, e dentre outras, na cartografia tátil: “[...] um ramo específico da Cartografia que se ocupa da confecção de mapas e outros produtos cartográficos que possam ser lidos por pessoas cegas ou com baixa visão” (LOCH, 2008). Assim, o objetivo desta pesquisa é propor modelos digitais para impressão 3D de símbolos cartográficos táteis que proporcionem associação entre significado e forma.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo desta pesquisa refere-se ao térreo do pavilhão de aulas Glauber Rocha (Figura 1), conhecido por PAF III e está localizada no campus de Ondina da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

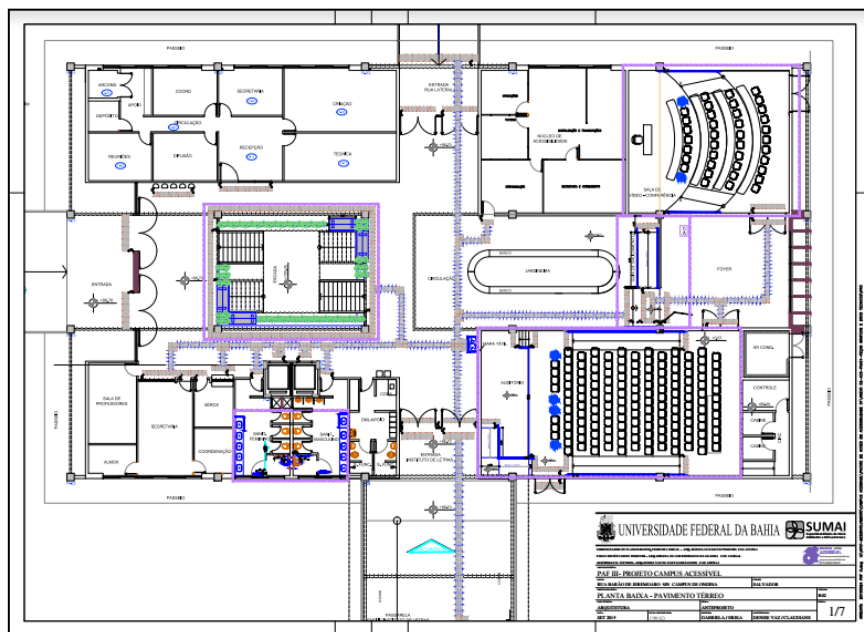


Figura 1 - Planta do térreo do PAF III da UFBA

Esta planta foi disponibilizada pela Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI) da UFBA e projetada na escala 1:200. Esta área foi escolhida para estudo por conter um espaço denominado Núcleo de Apoio à Inclusão do Aluno com Necessidades Educacionais Especiais (NAPE) que acolhe diariamente estudantes com deficiência visual, dentre outros, que utilizam os serviços oferecidos pelo núcleo. Utilizou-se nesta pesquisa o método experimental, pois, as pesquisas experimentais consistem essencialmente em determinar um objeto de estudo e selecionar variáveis controladas e conhecidas pelo investigador para observar os resultados que a variável produz no objeto, sendo o pesquisador um agente ativo neste processo (GIL, 2009). Assim, os objetos de estudo correspondem aos símbolos táteis e as variáveis correspondem aos parâmetros dimensionais e a forma geométrica dos mesmos. Realizou-se um trabalho de campo na área de estudo para identificação da função de cada espaço, desenhando-se um croqui para denominação dos ambientes e elementos arquitetônicos que deveriam ser associadas aos símbolos. Utilizou-se o *software* gratuito *Google sketchup 8*, referente a um programa de projeto auxiliado por computador (*Computer Aided Design - CAD*), para elaborar uma proposta de geometrias dos símbolos tridimensionais e realizou-se uma simplificação da planta reduzindo-se a quantidade de repartições para tornar a leitura do mapa mais objetiva e acessível à compreensão pelo tato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As pesquisas sobre fabricação tridimensional iniciaram no século XVIII na Inglaterra onde “[...] a complexidade de industrialização de muitos produtos com alta demanda, direcionou o desenvolvimento de diversas inovações tecnológicas” (SCHODEK apud CELANI, PUPO 2008, p. 37). Atualmente, as tecnologias de prototipagem rápida possibilitam inovação e versatilidade para fabricação de formas geométricas complexas. Assim, nesta pesquisa, buscou-se propor um mapa tátil do PAF III (Figura 2) com simbologia associada à ideia do conceito do que está sendo representado cartograficamente pelo símbolo.

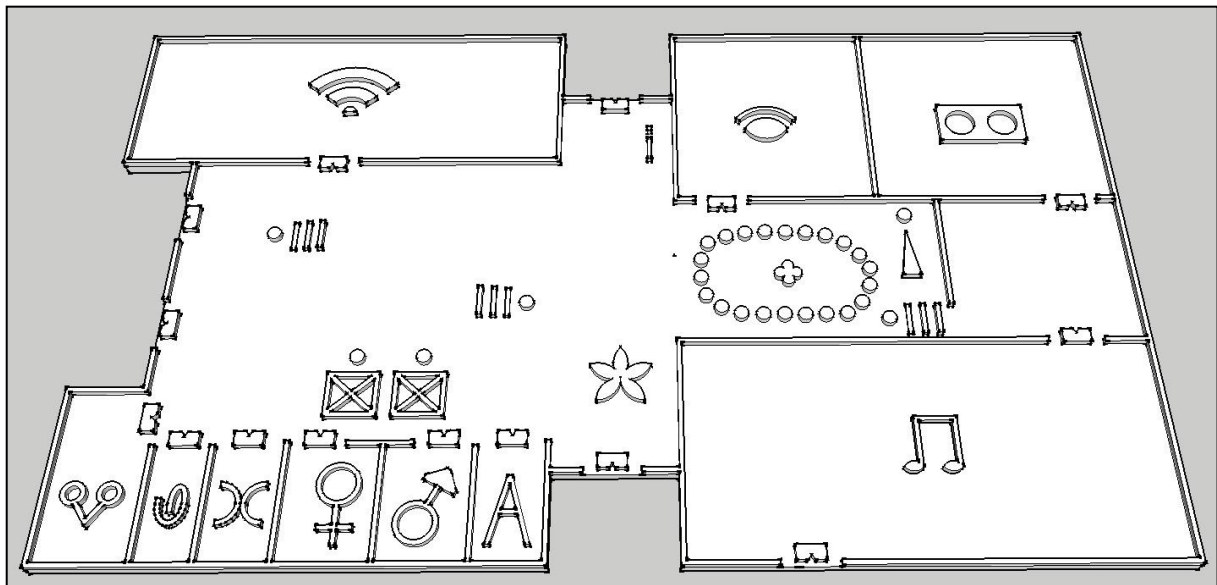


Figura 2 – Modelo tridimensional de mapa tátil do térreo do PAF III/UFBA

As propostas partiram de associações com ícones popularmente difundidos para videntes observando a suas propriedades de diferenciação tátil. Uma das propriedades a ser estudada diz respeito a associação semântica de formas identificadas nesses símbolos. Pesquisas anteriores indicam que existe a possibilidade desta abordagem, pois a pessoa com deficiência visual se familiariza com as formas dos objetos através do tato e na fase de adaptação aperfeiçoa este sentido realizando-se associação semântica de ideias ou significados subjetivos à determinadas formas, tal qual usuários videntes fazem a associação semântica a símbolos pictóricos. Os arcos concêntricos utilizados para pontos de rede wi-fi foram extrudidos para formar um símbolo tridimensional análogo. Da mesma forma outros símbolos propostos como o de desenho de olhos e sobrancelhas, clipe, nota musical foram estabelecidas a partir da simplificação e extrusão de símbolos pictóricos. No Brasil, as pessoas com deficiência visual que têm oportunidade de serem alfabetizadas aprendem o braile e também a compreenderem as letras do alfabeto latino, assim, algumas destas podem ser utilizadas como propostas de símbolos, por exemplo, as letras “A”, “x” e “i” utilizadas nesta pesquisa. O desafio do experimento está em testar a associação do símbolo pontual com os significados propostos ou mesmo verificar se existe ganho na memorização da legenda ou rapidez durante o reconhecimento do símbolo. As associações foram as mais diversas para as representações cartográficas: a sala de professores remete à ideia de uma caricatura simplificada de coruja (símbolo da sabedoria) com seus olhos e bico, o da sala da secretaria remete um clipe, sanitário feminino e masculino com os símbolos universais vênus e marte, o da sala de apoio para funcionários remete a letra A, o de auditório à ideia de som representado pela nota musical da união de duas colcheias, o de sala de vídeo conferência traz a ideia de uma fita cassete, o símbolo da letra i refere-se ao setor de informações, a copiadora representada pela letra x remete a ideia de xerox que trata-se de uma metonímia popular no Brasil para este serviço, e o jardim de inverno está associado ao símbolo que lembra uma flor. O mapa possui 4mm no eixo z, 228 mm no eixo x e 133 mm no eixo y compatível com a mesa de impressão da impressora 3D que será utilizada na próxima etapa da pesquisa, deste modo, após a impressão será verificado se esta extensão viabilizará a compreensão ou não do mapa para mobilidade *indoor*, ou seja, no interior da edificação, pois de acordo com NOGUEIRA (2007) a extensão de um mapa tátil não deve ultrapassar o limite de duas mãos. Isso significa que as pessoas cegas podem ter dificuldade para se orientar em mapas com dimensões maiores do que a recomendada e no caso de quem possui baixa visão, a extensão do mapa não deve ultrapassar seu campo de visão. Os outros símbolos projetados para elevador, escada, porta, paredes, rampa e “eu estou aqui” foram modelados a partir de propostas encontradas no catálogo de símbolos e materiais de mapas táteis para mobilidade disponibilizados pelo LabTATE (2007) e na dissertação de BEM (2016). A elevação (z) dos símbolos pontuais, os bancos que cercam continuamente o jardim de inverno e as paredes foram projetados seguindo os parâmetros apresentados na Tabela 1:


















Tabela 1: Critérios de elevação para modelagem de símbolos táteis

Elemento	Elevação (mm)
Linhas	1,0
Símbolos Pontuais	1,5

Fonte: BEM, 2016.

As dimensões x e y dos símbolos propostos nesta pesquisa foram projetadas tendo como base os experimentos realizados por BEM (2016), mantendo uma distância mínima de 2,3 mm de um símbolo para outro pois de acordo com o autor “[...] uma linha, ou qualquer outro tipo de símbolo, deve ter um espaçamento mínimo de 2.3mm a 3.00mm de qualquer outro elemento para que seja reconhecido” (BEM, 2019, p. 6). A Tabela 2 apresenta os parâmetros tridimensionais utilizados na pesquisa.

Tabela 2: Parâmetros tridimensionais de símbolos cartográficos táteis

Símbolo	Símbolo	Largura (x)	Comprimento (y)	Elevação (z)
UFBA/NET		21,1 mm	13,4 mm	1,5 mm
NAPE		16,6 mm	10,0 mm	1,5 mm
Sala de vídeo conferência		20,0 mm	10,0 mm	1,5 mm
Auditório		8,9 mm	12,0 mm	1,5 mm
Sala de Apoio		8,0 mm	15,4 mm	1,5 mm
Sanitário Masculino		9,0 mm	17,0 mm	1,5 mm
Sanitário Feminino		9,0 mm	17,0 mm	1,5 mm
Secretaria		6,2 mm	8,5 mm	1,5 mm
Sala de Professores		12,3 mm	8,6 mm	1,5 mm
Setor de Informações		1,0 mm	9,2 mm	1,5 mm
Elevador		11,0 mm	16,0 mm	1,5 mm
Eu estou aqui		12,7 mm	13,2 mm	1,5 mm
Escada		7,0 mm	7,0 mm	0,5; 1,0; 1,5 mm
Porta		6,0 mm	3,0 mm	1,5 mm
Rampa		4,0 mm	11,8 mm	0,5; 1,0; 1,5 mm
Jardim de Inverno		6,0 mm	6,0 mm	1,5 mm
Copiadora		9,1 mm	8,9 mm	1,5mm

Os círculos elaborados para informar a posição da pessoa em relação ao objeto, possuem 3mm de diâmetro com 1,5 mm de elevação e os círculos utilizados como banco ao redor do jardim de inverno foram elaborados com 2,0 mm de diâmetro e 1mm de elevação. Vale ressaltar que a espessura linear dos símbolos corresponde a 1,0 mm como foi sugerido em alguns símbolos parametrizados por BEM (2016). O próximo passo da pesquisa é a impressão do modelo tridimensional pelo método aditivo utilizando como material acrílico butadieno estireno (ABS) e uma impressora 3D de um laboratório do Instituto de Humanidades Artes e Ciências Professor Milton Santos, denominado Espaço Aberto de Inovação e Criação (IhaLab-i) e posteriormente realização de teste de cognição dos símbolos com pessoas com deficiência visual da UFBA e do Instituto de Cegos da Bahia (ICB) para verificar se as propostas podem ser convencionadas como símbolos cartográficos táteis ou se deverão ser editados ou mesmo adotadas novas propostas. Assim, a possibilidade de representar a arquitetura do interior de uma edificação e de espaços externos com seus elementos cognoscíveis e agradáveis ao tato facilita o processo de leitura e entendimento dos mapas e maquetes por pessoas com deficiência visual (BEM; PUPO, 2015).

CONCLUSÕES: Os resultados desta pesquisa são preliminares e requerem realização de teste de cognição dos símbolos para validação das propostas de convenções cartográficas de símbolos táteis, entretanto, apresenta uma primeira proposta de parâmetros de símbolos com perspectiva semântica para aplicação na cartografia tátil *indoor*. É necessário propor uma legenda para o mapa tátil e verificar se o usuário final será capaz de tomar decisões para realizar deslocamentos dentro da edificação de modo independente a partir da interpretação do mapa. Após definição dos símbolos cognoscíveis estes serão convencionados e os modelos digitais compartilhados na perspectiva de contribuir para a popularização da cartografia tátil visto que as tecnologias de impressão 3D estão cada vez mais acessíveis e os mapas táteis poderão estar mais presentes nos diversos ambientes.

AGRADECIMENTOS: Os pesquisadores deste trabalho agradecem à UFBA e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela realização e financiamento desta pesquisa, ao IhaLab-i, o NAPE, e a SUMAI pelo apoio, ao Instituto de Cegos da Bahia e estudantes da UFBA com deficiência visual que confirmaram disponibilidade para contribuir com esta pesquisa de mestrado (em andamento).

REFERÊNCIAS:

- BEM, G. M. **Parâmetros de fabricação de símbolos para mapas táteis arquitetônicos**. 2016. 204 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2016.
- BEM, G. M.; PUPO, R. T. **Imprimindo o espaço para as pessoas com deficiência visual: uma revisão sistemática**. In: XIX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital, 2015, Florianópolis. Anais do SIGraDi 2015. São Paulo: Blucher, 2015. p. 148-152.
- BUSWELL, R. A.; SOAR, R.C.; GIBB, A. G. F.; THORPE, A. Freeform construction: Megascale rapid manufacturing for construction. Elsevier. **Journal Automation in Construction**, v.16. p. 224-23, 2007.
- CELANI, G.; PUPO, R. **Prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção: definições e estado da arte no Brasil**. Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: Universidade de Campinas, 2008.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Social**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009, 196 p.
- LABTATE. **Catálogo de símbolos e materiais de mapas táteis para mobilidade**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://www.labtate.ufsc.br/images/catalogo_materiais_mobilidade.pdf>. Acesso em 13 nov. 2016.
- LOCH, R. E. N. **Cartografia Tátil: mapas para deficientes visuais**. Portal da Cartografia. Londrina, v.1, n.1, maio/ago., p. 35 - 58, 2008.
- NOGUEIRA, R. E. **Padronização de mapas táteis: um projeto colaborativo para a inclusão escolar e social**. Ponto de Vista, Florianópolis, n. 9, p. 87-111, 2007.