

REVISTA
GEOMETRIA GRÁFICA

Explorando o potencial dos fluxogramas táteis na fase preliminar de projetos de arquitetura

Exploring the potential of tactile flowcharts in the preliminary phase of architectural projects

Carlos Alberto Cenci Junior

Mestre em Arquitetura, Tecnologia e Cidade
Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, Brasil
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2369-7974>
cenciarq@gmail.com

Núbia Bernardi

Doutora em Engenharia Civil
Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, Brasil
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8399-6728>
nubiab@unicamp.br

Recebido em: 07/10/2024

Aceito em: 29/11/2024

RESUMO

Este artigo demonstra a investigação e a viabilidade de converter diagramas de análise de projetos arquitetônicos em mapas táteis e propõe explorar fluxogramas táteis como uma ferramenta, com potencial pedagógico significativo, na etapa preliminar de projetos de arquitetura. A pesquisa descrita, buscou aprimorar a adição de acessibilidade e orientação espacial no ensino de processo de projeto arquitetônico para estudantes de arquitetura e urbanismo. Além disso, o estudo apresenta uma evolução dos autores na pesquisa sobre fluxogramas táteis, explorando novas abordagens e possibilidades.

PALAVRAS-CHAVE: fluxogramas táteis; deficiência visual; processo de projeto arquitetônico.



ABSTRACT

This article demonstrates the research and feasibility of converting architectural project analysis diagrams into tactile maps and proposes exploring the potential of tactile flowcharts as an effective tool, with significant pedagogical meaning, in the preliminary stage of architectural projects. The described research sought to enhance the addition of accessibility and spatial orientation in the teaching of architectural design process to architecture and urbanism students. Furthermore, the study presents an evolution of the authors in research on tactile flowcharts, exploring new approaches and possibilities.

KEYWORDS: tactile flowcharts; visual impairment; architectural design process.

1 INTRODUÇÃO

A arquitetura é uma disciplina profundamente visual, onde as ideias e conceitos muitas vezes são expressos e comunicados através de representações visuais complexas. No entanto, a inclusão e acessibilidade são aspectos cruciais que devem ser considerados em todas as fases do processo de projeto arquitetônico.

O renomado arquiteto Juhani Pallasmaa argumenta que nossa pele tem a capacidade de discernir uma variedade de cores, sugerindo que a percepção vai além da visão direta (PALLASMAA, 2009). Indivíduos com deficiência visual, embora privados da capacidade de ver, são capazes de explorar formas, ambientes e espaços utilizando outros sentidos em um processo multifacetado. Embora tenham ocorrido avanços significativos na ergonomia, especialmente no que diz respeito à melhoria da qualidade de vida para aqueles sem deficiências físicas, é crucial não negligenciar a importância da inclusão social. Portanto, é imperativo considerar não apenas a concepção de espaços acessíveis, mas também a criação de uma experiência de orientabilidade que leve em conta todos os detalhes que os compõem.

Nesse contexto, os fluxogramas táteis emergem como uma abordagem inovadora e promissora para aprimorar a compreensão e a colaboração na etapa preliminar de projetos de arquitetura. Ao traduzir informações visuais em formatos táteis, os fluxogramas táteis oferecem uma nova perspectiva para explorar e desenvolver conceitos arquitetônicos. A fase de estudo preliminar é crucial no processo de projeto arquitetônico, pois é nessa etapa que os arquitetos exploram

diversas ideias e soluções para atender às necessidades do cliente, ao contexto e aos requisitos do projeto. Por exemplo, pessoas com deficiências visuais enfrentam impedimentos no acesso aos serviços devido a barreiras físicas. No entanto, o modo de comunicação que demonstra essas barreiras ainda é pouco explorado (CUNHA, 2010).

A tradicional representação visual arquitetônica pode apresentar limitações, especialmente para pessoas com deficiência visual, que podem enfrentar dificuldades em compreender e contribuir em um processo de projeto. É neste ponto que a interseção entre o tema e a tecnologia, mais especificamente as tecnologias de fabricação aditiva, se torna relevante. Atualmente, um dos destaques na arquitetura contemporânea é a confluência entre inovação tecnológica e acessibilidade. Junto com os padrões de acessibilidade física, surgem também as tecnologias de apoio no contexto da arquitetura e do planejamento urbano. Essas tecnologias, quando integradas, oferecem novas oportunidades para criar ambientes mais inclusivos, por esse motivo, desempenham um papel significativo nesse campo de trabalho (VALVERDE, OLIVEIRA e LEMOS, 2022).

Os fluxogramas táteis surgem como uma alternativa promissora para superar essas barreiras e promover a inclusão no campo da arquitetura. Enquanto uma pessoa com visão cria seu sistema de símbolos visuais para definir suas rotas ou mesmo para seu conceito de cidade, a pessoa com deficiência visual percebe a mesma rota ou cidade a partir de um conceito formado por todo um repertório de percepção sensorial além da visão. Parece ser uma habilidade extraordinária a de aprender símbolos e formar repertório de signos daquilo que não se percebe visualmente e que outros compreendem com os olhos, porém muitas vezes essa habilidade só é desenvolvida com apoio suplementar e acesso a informação.

Este artigo propõe demonstrar o potencial dos fluxogramas táteis como uma ferramenta eficaz na etapa preliminar de projetos de arquitetura. Aborda-se aqui sua definição, aplicação prática em ateliê de ensino de projeto e os benefícios que podem oferecer tanto para os estudantes de arquitetura como para, futuramente, os arquitetos e os usuários finais dos espaços projetados.

Além de oferecer uma nova forma de representação e comunicação, os fluxogramas táteis têm o potencial de promover uma abordagem mais inclusiva e

participativa no processo de projeto arquitetônico. Fluxogramas táteis podem facilitar a exploração de diferentes conceitos arquitetônicos, permitindo aos arquitetos e clientes experimentar e compreender melhor as possíveis soluções para um projeto.

1.1 Orientabilidade Espacial

A forma como um indivíduo se movimenta em suas atividades diárias e se relaciona com cada ambiente, tanto por meio de atividades do cotidiano quanto pela percepção visual, faz com que ele crie para si sua própria noção de espaço. No entanto, para pessoas com deficiência visual congênita ou adquirida, essa percepção é diferente, resultando em maior dificuldade para se locomover em locais complexos e com rotas irregulares.

No dia a dia, ao explorar o ambiente à nossa volta, é comum encontrarmos mudanças na disposição dos espaços. Ao interagir com esses ambientes, nós atribuímos significados aos elementos que os compõem e às relações entre eles, o que nos ajuda a entender onde estamos e o que é nosso lar, influenciados pela sociedade e cultura em que vivemos. Ao desenvolvermos a habilidade de nos orientar em relação às direções e distâncias, construímos noções conceituais sobre de onde viemos, em que estado estamos e para onde vamos (MAUERBERG-DECASTRO et al, 2004).

Compreender como os indivíduos com diversas habilidades sensoriais orientam-se no espaço físico é fundamental para o projetista conceber um ambiente adequado ao uso do homem, incorporando a acessibilidade como princípio de projeto (BERNARDI, 2007, p. 24).

Quando uma pessoa com deficiência visual enfrenta um ambiente, as dificuldades iniciais estão relacionadas à sua orientação, percepção e comunicação visual. Como ela pode se deslocar sem a visão? Como entender e sentir o espaço ao seu redor? E, especialmente, como se guiar em ambientes pensados somente para pessoas que enxergam?

Sendo assim, definiu-se para sustentação teórica desta pesquisa que orientação espacial é a capacidade que o indivíduo tem de situar-se e orientar-se, em relação aos objetos, às pessoas e ao seu próprio corpo em um determinado espaço. É saber localizar o que está à direita ou à esquerda; à frente ou atrás; acima ou abaixo

de si, ou ainda, um objeto em relação a outro. É ter noção de longe, perto, alto, baixo, longo, curto (JOSÉ; COELHO, 1996, p.91-96).

1.2 Fluxogramas Táteis

Os fluxogramas táteis podem ser compreendidos como uma modalidade de representação diagramática simplificada das maquetes táteis, aplicando os princípios de simplificação de informações complexas em formatos acessíveis. Enquanto as maquetes táteis oferecem uma representação tridimensional detalhada de um espaço ou objeto, os fluxogramas táteis simplificam essa representação em um formato mais abstrato e conceitual.

O termo "fluxograma tátil" foi utilizado por Cenci e Bernardi em pesquisas anteriores (2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2017 e 2023) com base nos desdobramentos de uma série de investigações, e engloba duas ideias fundamentais: a representação visual de um fluxograma, comumente utilizada para descrever processos e relações entre elementos na arquitetura, particularmente durante a etapa de Estudo Preliminar do processo de projeto arquitetônico; e a adaptação dessa representação para a percepção tátil. Dessa forma, assim como os fluxogramas visuais, os fluxogramas táteis constituem uma ferramenta eficaz para representar sequências de informações, tomadas de decisão e interações entre elementos diversos, sendo especificamente concebidos para serem acessíveis ao tato.

A principal vantagem dos fluxogramas táteis reside na capacidade de transmitir informações de forma eficiente e compreensível para pessoas com deficiência visual, tornando os processos e relações mais acessíveis. Através da utilização de símbolos táteis, linhas e setas em um fluxograma, é possível desenvolver uma representação simplificada de um sistema ou processo, permitindo que os usuários compreendam as etapas, as escolhas e as conexões entre elas. Essa abordagem contribui significativamente para promover a inclusão e a participação ativa de indivíduos com deficiência visual no processo de projeto arquitetônico.

Os fluxogramas táteis representam, portanto, uma evolução importante na concepção de ferramentas acessíveis para o campo da arquitetura, oferecendo uma

alternativa viável às tradicionais representações visuais. Ao adotar uma abordagem inclusiva e sensível às necessidades diversas dos usuários, ampliam as possibilidades de comunicação e colaboração no processo de design arquitetônico, promovendo uma prática mais acessível e igualitária.

Além disso, têm potencial de aplicação em várias áreas, incluindo educação, treinamento, orientação espacial e acessibilidade digital. Eles podem ser usados em salas de aula para ensinar conceitos complexos de uma forma mais interativa e envolvente. Da mesma forma, podem ser usados em ambientes urbanos para orientar pessoas com deficiência visual em direção a locais específicos, como estações de transporte público ou prédios públicos.

Tem-se então, um primeiro desafio: Como transformar um edifício, um mapa urbano ou uma planta arquitetônica convencional em um instrumento tátil de navegação? O método para a conversão de desenhos arquitetônicos para fluxograma tátil, foi o mesmo utilizado nos trabalhos de Cenci e Bernardi (2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2017 e 2023). Por sua vez, estes dois autores se inspiraram no trabalho de Nogueira (2010).

Ruth Emília Nogueira (2010) conduziu uma pesquisa na Universidade Federal de Santa Catarina utilizando mapas táteis, e os resultados foram bastante positivos, conforme mencionado em seu artigo “Desenvolvimento de Mapas Táteis em Escala Ampliada: o estudo de caso do mapa do campus da UFSC”. O destaque do trabalho dessa pesquisadora está no método de representação e comunicação que ela empregou, que envolve a tradução dos elementos arquitetônicos em formas simples como Ponto, Linha e Área.

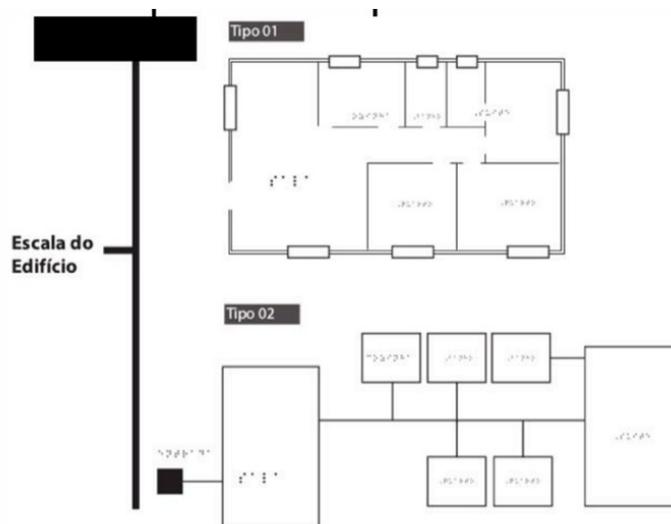
A Figura 1 demonstra dois conceitos diferentes de instrumentos táteis para navegação espacial. A maquete tátil Tipo 1 (Figura 1) apresenta a planta baixa de uma edificação com a representação típica de um desenho arquitetônico, com linhas duplas para paredes, aberturas para portas e representação de janelas, tudo em escala. No interior do desenho da maquete as legendas dos ambientes estão escritas em Braille.

Já na maquete tátil Tipo 2 (Figura 1), a planta baixa foi transcrita para ser uma "maquete infográfica" com percursos e espaços representados por meio de fluxograma. Neste tipo, as linhas são expressas como “caminhos” ou “corredores” e

os ambientes são definidos por quadrados do mesmo tamanho, ou retângulos, porém de maneira apenas representativa. A escala aqui não é importante e sim o percurso a ser percorrido através do tato.

A pesquisa de Cenci e Bernardi (2016a) apresentou em seus resultados, uma compreensão positiva da maquete tátil do Tipo 02 (Figura 1) - do ponto de vista da leitura e orientabilidade dos voluntários com deficiência visual. Fato este que serviu como ponto de partida do experimento em sala de aula que será abordado a frente neste artigo. É aqui também que começa a ideia de se considerar o termo “fluxograma tátil” para esse tipo de instrumento de orientabilidade.

Figura 1 - Esquema de Linguagem de Cenci e Bernardi, adotado para o Fluxograma Tátil.



Fonte: Cenci e Bernardi (2016a).

Em resumo, os fluxogramas táteis são um complemento às maquetes táteis, oferecendo uma representação mais abstrata e acessível de informações complexas por meio do tato. Esse conceito reflete o contínuo avanço na criação de ferramentas e recursos que promovem a inclusão e a acessibilidade para pessoas com deficiência visual, permitindo-lhes participar de forma mais eficaz em diversos aspectos da sociedade. Tendo essa questão da orientabilidade à frente, temos o desenrolar deste trabalho. E fluxogramas táteis, foi a ferramenta escolhida para compreensão e leitura do espaço arquitetônico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica sobre o uso de fluxogramas táteis na arquitetura baseia-se em uma compreensão profunda da relação entre projeto arquitetônico e processos de tomada de decisão. Esses processos envolvem a análise de informações complexas e a geração de soluções criativas para atender às necessidades dos usuários e às restrições do contexto. Cavalcanti, Andrade e Silva (2011) argumentam em favor do conceito de criação compartilhada, no qual os projetos são desenvolvidos de forma coletiva, como uma estratégia para identificar preferências individuais e fortalecer o senso de comunidade. Conforme destacado por esses autores, os projetos colaborativos na arquitetura são utilizados para entender as necessidades e desejos dos usuários e para promover a coesão social no contexto do ambiente construído.

O trabalho de Mussi et al (2020), realizado em uma associação de cegos, discute que a eficácia e a colaboração na elaboração conjunta do projeto com as pessoas com deficiência visual da instituição, não se limitaram apenas ao processo de desenvolvimento das propostas de requalificação dos ambientes da recepção e do espaço externo. Este trabalho ainda aborda ferramentas de aumento do bem-estar, como modelos táteis, a utilização de plantas táteis como instrumento de projeto colaborativo, a participação em projetos de desenvolvimento de óculos para pessoas com deficiência visual na Internet das Coisas, a qualificação do processo de projeto inclusivo com a programação de software BIM, e a experiência de projeto colaborativo enfatizando a importância da interação e do design inclusivo. Essas contribuições refletem o compromisso em promover a acessibilidade e a inclusão no ambiente construído, visando aprimorar a qualidade de vida e a experiência espacial das pessoas com deficiência visual.

Heylighen e Herssens (2014) observaram que, geralmente, o processo de projeto do arquiteto ignora sensações além daquelas estimuladas pela visão – em concordância com o discurso de Pallasmaa (2009) - e que o espaço modificado exerce influência sobre as pessoas, tanto no projeto quanto em sua representação. Esses autores também apontam que a comunicação do projeto se dá por meio de desenhos que expressam algumas qualidades específicas de conforto ambiental focadas em experiências visuais, deixando de lado a experiência completa do corpo humano no projeto. No entanto, a experiência das pessoas com o ambiente construído é

multissensorial, e a exclusividade desse modo de representação pode apresentar limitações para indivíduos com deficiência visual ou para aqueles que preferem explorar informações de outras maneiras.

É nesse contexto que os fluxogramas táteis se destacam como uma alternativa importante. Eles permitem que informações normalmente apresentadas de forma visual sejam acessadas através do sentido do tato, oferecendo uma nova perspectiva para compreensão e exploração de conceitos arquitetônicos.

A teoria por trás do uso de fluxogramas táteis na arquitetura está enraizada na ideia de que a representação tátil pode complementar e enriquecer a representação visual tradicional. Além disso inclui uma compreensão dos princípios do Desenho Universal (DU), que defende a criação de ambientes acessíveis e inclusivos para todas as pessoas, independentemente de suas habilidades ou limitações. Ao integrar os princípios do DU com o uso de fluxogramas táteis, os arquitetos podem criar espaços arquitetônicos que atendam às necessidades de uma ampla gama de usuários, promovendo assim a acessibilidade instrumental e a inclusão espacial. Ao considerar essa fundamentação teórica, pode-se reconhecer o potencial significativo dos fluxogramas táteis como uma ferramenta valiosa e potencialmente inovadora na prática do projeto arquitetônico.

2.1 Fluxogramas Táteis versus Fluxogramas Visuais tradicionais

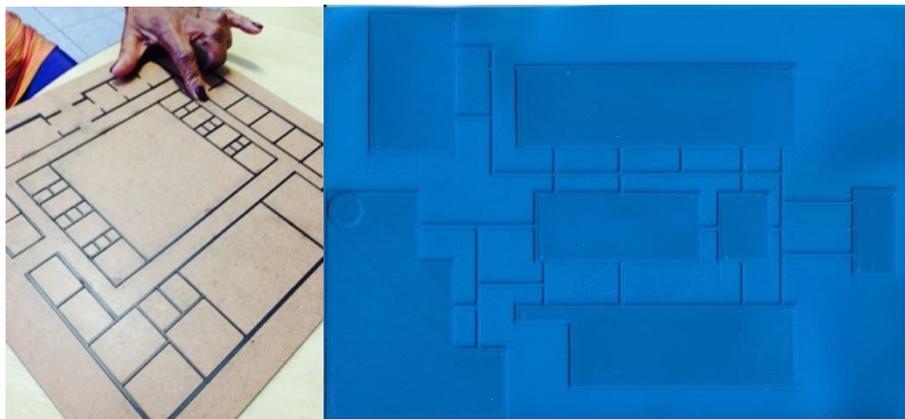
No contexto arquitetônico, os fluxogramas táteis podem se distinguir dos fluxogramas visuais tradicionais principalmente em termos de modalidade de representação e acessibilidade sensorial. Enquanto os fluxogramas visuais são concebidos para serem interpretados através da visão, os fluxogramas táteis são projetados especificamente para serem percebidos pelo tato, permitindo uma experiência sensorial diferente e complementar.

Uma diferença fundamental entre os dois tipos de fluxogramas está na maneira como as informações são transmitidas. Os fluxogramas visuais dependem de símbolos gráficos, linhas, cores e texto para comunicar sequências de eventos, decisões e conexões entre elementos, enquanto os fluxogramas táteis (Figura 2) utilizam símbolos táteis, texturas, linhas em relevo e padrões sensoriais para transmitir as mesmas informações de forma acessível ao toque.

Em experimentos anteriores de Cenci e Bernardi (2015a, 2016a) foram relatados que voluntários com deficiência visual participaram do processo e contribuíram com a validação das ferramentas desenvolvidas, reforçando a eficácia dos fluxogramas táteis como uma abordagem inclusiva. As discussões sobre a percepção tátil observadas naqueles experimentos serviram de parâmetro para a formulação do experimento relatado neste artigo.

Os fluxogramas táteis tendem a simplificar a representação visual encontrada nos fluxogramas tradicionais, uma vez que o meio tátil pode não ser capaz de capturar a mesma riqueza de detalhes. Isso significa que os fluxogramas táteis frequentemente apresentam uma abstração maior dos elementos representados, focando nos aspectos essenciais para transmitir a sequência de eventos ou processos.

Figura 2 - Diferença entre Maquete Tátil e Fluxograma Tátil.



Fonte: Cenci Junior *et al.* (2023).

Outra distinção importante é a experiência sensorial envolvida na interpretação dos fluxogramas. Enquanto os fluxogramas visuais são percebidos principalmente através da visão, os táteis proporcionam uma experiência tátil única, permitindo que os usuários explorem a estrutura do diagrama através do toque, sentindo as texturas e padrões que representam as informações. Essas características fazem dos fluxogramas táteis um instrumental versátil e eficaz para comunicar informações complexas de forma acessível e igualitária.

2.2 Sensibilidade profissional em relação às questões de Desenho Universal

A questão da conscientização dos profissionais da área de projeto em relação às questões do Desenho Universal pode ser exemplificado através do artigo de Kowaltowski et al. (2015) que descreve uma experiência realizada em um ambiente educacional, onde foi conduzido uma Charrette de Projeto com Desenho Universal com o intuito de sensibilizar profissionais em relação às questões da acessibilidade. Os participantes desenvolveram um projeto arquitetônico de um centro de serviços públicos, envolvendo potenciais usuários com diversas deficiências na etapa de avaliação de projeto, utilizando mapas táteis e outros meios de comunicação. A Charrette também abordou a questão do Wayfinding (Hunter, 2010) como premissa do projeto.

A importância desse trabalho para o estudo de sistemas táteis de orientação espacial reside na abordagem inovadora e inclusiva adotada no processo projetual. Ao envolver potenciais usuários com deficiências na avaliação do projeto, utilizando mapas táteis e outras ferramentas de comunicação sensorial, o estudo de Kowaltowski et al. demonstra como a sensibilidade e a compreensão das necessidades de diferentes usuários podem ser aprimoradas. Além disso, ao destacar a importância do Wayfinding e sua tradução em representações táteis, utilizando maquetes táteis e sistemas de leitura através de legendas táteis, o trabalho contribuiu para o debate sobre o desenvolvimento de sistemas de orientação espacial mais acessíveis e eficazes para incluir indivíduos com deficiências visuais durante o processo de projeto.

3 APLICAÇÃO NA ETAPA DO ESTUDO PRELIMINAR

Na fase de Estudo Preliminar os arquitetos estão envolvidos na análise do contexto, identificação de necessidades dos usuários, definição de programas funcionais e exploração de diferentes soluções de projeto. Os fluxogramas táteis facilitam esse processo ao oferecer uma representação tátil simplificada dos conceitos e ideias em consideração podendo envolver clientes e outras partes interessadas de forma mais efetiva, permitindo que entendam e contribuam para o desenvolvimento do projeto. Essa abordagem colaborativa promove uma compreensão compartilhada dos desafios e oportunidades do projeto desde as fases iniciais, resultando em soluções mais adequadas e satisfatórias.

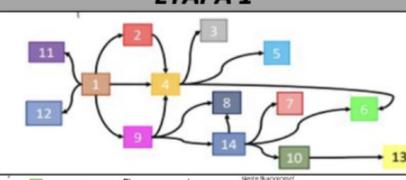
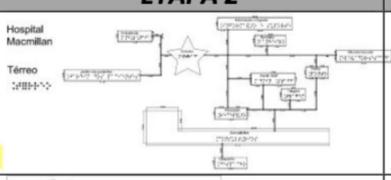
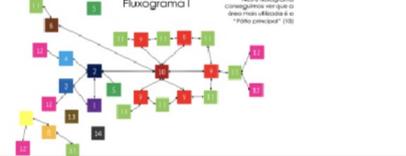
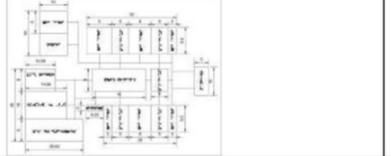
A aplicação dos fluxogramas táteis na etapa de Estudo Preliminar também contribui para uma compreensão mais holística do projeto arquitetônico, facilitam a exploração rápida, permitem uma forma de interação prévia com o ambiente e possibilitam de forma iterativa a fixação de conceitos de rotas de localização. Os arquitetos podem criar e modificar fluxogramas táteis com relativa facilidade, permitindo uma análise comparativa das diferentes opções de projeto e suas implicações. Isso ajuda a refinar e aperfeiçoar os conceitos arquitetônicos antes de avançar para as fases de desenvolvimento detalhado.

4 EXPERIMENTO EM ATELIÊ DE PROJETO

Como fruto de todo envolvimento de pesquisa, e fundamentação teórica apresentada anteriormente, desenvolveu-se uma metodologia de um primeiro experimento prototipado em impressão 3D. Os autores deste artigo, Cenci Junior e Bernardi (2023) publicaram um estudo que abordou o desenvolvimento de fluxogramas táteis a partir de diagramas de análise de projeto arquitetônico, destacando a importância da inclusão e compreensão de espaços por pessoas com deficiência visual. O modelo de diagrama foi inspirado pelo diagrama de sobreposição de função (DSF), proposto por DEILMANN, KIRSCHENMANN e PFEIFFER(1975). O método foi aplicado diretamente em um ateliê de ensino de arquitetura, com alunos de graduação cursando o terceiro semestre do curso, e os resultados foram apresentados em tal publicação.

A metodologia era baseada em três etapas: 1) Diagrama de sobreposição de função(DSF); 2) Conversão para desenho em CAD; 3) Impressão 3D. Em suma, envolveu a conversão de desenhos arquitetônicos esquemáticos (DSF) em linguagem tátil, e em desenho vetorial (CAD), visando facilitar a compreensão e concepção de mapas táteis a partir de plantas de projetos. A etapa de prototipagem foi fundamental para validar as estratégias propostas, conferindo tangibilidade aos fluxogramas táteis e fundamentando o processo de projeto acessível (Figura 3).

Figura 3: - Exemplificação da sequência das etapas de elaboração dos fluxogramas táteis no experimento em ateliê de projeto.

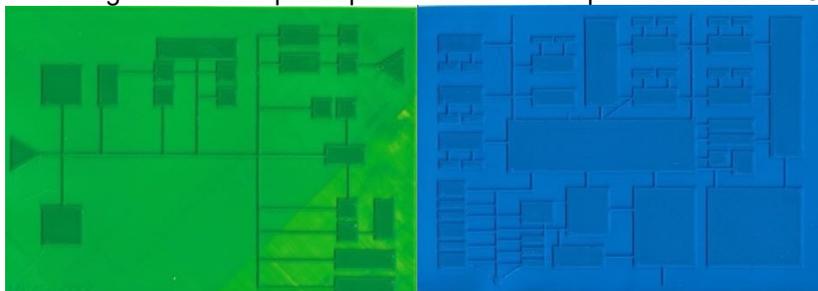
| Proj. | ETAPA 1 | ETAPA 2 | ETAPA 3 |
|--------------------|---|--|---|
| Hospital MacMillan |  |  |  |
| Escola Northstar |  |  |  |

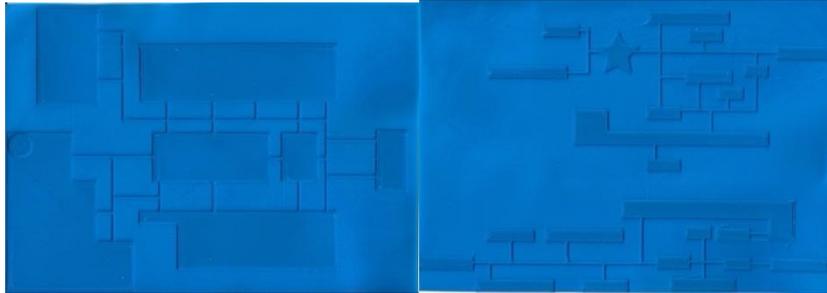
Fonte: Cenci Junior *et al.* (2023).

Nesse sentido, os resultados obtidos foram concretizados por meio da produção de maquetes táteis impressas com precisão utilizando tecnologia de impressão 3D. Essas maquetes representaram uma materialização tangível das diretrizes teóricas discutidas, incorporando elementos táteis essenciais para a compreensão de espaços arquitetônicos por pessoas com deficiência visual. Os fluxogramas táteis produzidos pela turma de alunos (Figura 4) demonstraram fidelidade ao material gráfico inicial, variando apenas pela cor do filamento utilizado na impressão.

As maquetes apresentaram um tamanho máximo de 20x20cm, adequado à área de trabalho útil dos equipamentos de impressão 3D. Para fabricação, foi utilizado como matéria prima um Filamento PLA *Speed* 1,7mm. O tempo de fabricação variou entre 1-4 horas e para tal foi utilizada uma Impressora 3D *Creativity* K1 que tinha velocidade de impressão de 600 mm/s.

Figura 4 - Fluxogramas táteis prototipados em uma disciplina de Desenho Universal.

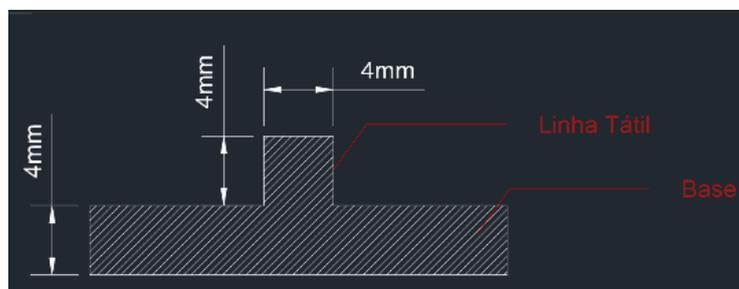




Fonte: Cenci Junior *et al.* (2023).

Embora tenham sido produzidos com agilidade, alguns blocos dos fluxogramas ficaram próximos da borda, o que poderia dificultar a interpretação tátil ao se misturar com as arestas. A utilização da tecnologia de impressão 3D não apenas facilitou a reprodução precisa dos elementos táteis, mas também possibilitou ajustes conforme necessário, garantindo uma correspondência fiel entre a intenção conceitual e a materialização física. Para garantir um padrão entre todas as prototipagens, definiu-se um tamanho comum para espessura de base e para as linhas táteis. A Figura 5 demonstra o padrão.

Figura 5 - Padrão de Espessuras Para Prototipagem Dos Fluxogramas Táteis.



Fonte Cenci Junior *et al.* (2023).

Ressalta-se o impacto positivo do experimento nos estudantes, como um ponto de partida para configurar parâmetros de DU e sobre a relação entre espaço e percepção dos usuários com deficiência. A experiência prática proporcionada aos alunos permitiu compreender a importância didática e o efeito do uso de fluxogramas e outros instrumentos táteis impressos em 3D como ferramentas eficazes no aprendizado de DU. Para os estudantes, a tarefa de traduzir informações visuais em representações táteis podem promover uma amplitude da compreensão e

necessidade de empatia sobre diferentes sensorialidades, contribuindo para a valorização de projetos acessíveis e inclusivos.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os fluxogramas táteis apresentam uma série de benefícios significativos, destacando-se sua capacidade de promover a acessibilidade em termos de orientabilidade, para pessoas com deficiência visual. Ao oferecer uma representação tátil das informações, os fluxogramas táteis permitem que indivíduos com deficiência visual compreendam e contribuam ativamente para o processo de projeto arquitetônico, promovendo uma prática mais inclusiva e equitativa.

Ao longo do tempo, os estudos sobre percepção sensorial tátil na leitura de projetos arquitetônicos têm se consolidado, destacando a importância da inclusão e acessibilidade para pessoas com deficiência visual. Cada pesquisa e abordagem contribuíram para a evolução desse campo, demonstrando a relevância de considerar a experiência tátil na concepção de espaços arquitetônicos. Essa trajetória de aprendizado resultou no aprimoramento e na valorização de procedimentos testados em diferentes momentos desta e de pesquisas anteriores, demonstrando a eficácia e necessidade da interação e contribuição de usuários com diferentes habilidades hápticas durante o processo de projeto arquitetônico (Figura 6).

Figura 6 - Evolução dos estudos, dos autores, sobre fluxograma tátil.



Fonte: Autores (2024).

A Figura 6, representando a síntese de todos os trabalhos e estudos anteriores, emerge como um registro de uma trajetória para o processo de projeto arquitetônico inclusivo. É possível condensar e visualizar as descobertas obtidas ao longo das pesquisas, proporcionando uma compreensão mais clara e abrangente das necessidades e percepções das pessoas com deficiência visual. A compilação da figura reflete não apenas a evolução do conhecimento nesse campo, mas também a aplicação prática e tangível dos conceitos desenvolvidos.

Deste modo, a evolução dos estudos sobre fluxogramas táteis apresentados na figura anterior se torna um ponto de referência para a continuidade do trabalho em prol da inserção dos conceitos de DU no projeto arquitetônico, destacando a



importância de considerar a percepção tátil como um elemento essencial na criação de ambientes que atendam às necessidades de todos os usuários.

Além disso, a utilização dos fluxogramas táteis simplifica a complexidade dos conceitos arquitetônicos, permitindo uma comunicação mais clara e eficaz entre os membros de uma equipe de projeto e os seus clientes – ou entre estudantes de arquitetura e voluntários com deficiência visual quando estes participam do ensino. Essa abordagem facilita a compreensão das relações espaciais, sequências de eventos e interações entre os elementos do projeto, promovendo uma análise com maior embasamento na transmissão de conhecimento do objeto para o leitor durante as fases do processo de projeto. A flexibilização de informações complexas por meio de simbolismos táteis para otimizar a compreensão espacial, bem como facilitação do entendimento arquitetônico promovendo a inclusão de deficientes visuais em processos de projetuais.

Os fluxogramas proporcionam uma interpretação acessível ao traduzir elementos de projetos para o tato. Esses produtos também podem ser integrados a plataformas digitais ou mesmo audiodescrição, facilitando e melhorando a comunicação de orientabilidade. Outro ponto a ser destacado é que a aplicação demonstrada pode ser facilmente aplicada na escala urbana.

Estudantes podem utilizar fluxogramas táteis para melhorar a experiência de projetar com viés do desenho universal, em fases preliminares, colocando o desenho universal como parte do protagonismo da ação de projetar. Esse tipo de fluxograma pode ser aplicado em institutos direcionados a pessoas com deficiência visual, concomitante ao ensino de projeto, abordando a orientabilidade de seus próprios edifícios. O fluxograma é simples, barato e pode ser produzido em grande escala, e distribuído entre os usuários.

No entanto, a implementação bem-sucedida dos fluxogramas táteis também apresenta desafios significativos, sendo um dos principais a necessidade de desenvolver habilidades e competências específicas para criar e interpretar fluxogramas táteis de forma eficaz. Isso requer treinamento especializado para arquitetos, designers e outros profissionais envolvidos no processo de projeto, bem como recursos adequados para a produção e utilização dessas representações.

Uma outra questão a ser superada é que a disponibilidade de recursos, materiais e tecnologias adequadas para criar fluxogramas táteis pode ser limitada, especialmente em contextos nos quais a acessibilidade não é uma prioridade. Isso pode dificultar a adoção generalizada dos fluxogramas táteis na prática profissional, impedindo o pleno aproveitamento de seus benefícios potenciais para promover a inclusão e a participação ativa de todos os envolvidos no processo de projeto arquitetônico. Ao proporcionar uma representação tátil das informações, os fluxogramas táteis têm o potencial de promover a participação ativa de pessoas com deficiência visual durante as fases de projeto.

Em última análise, os benefícios dos fluxogramas táteis superam os desafios associados à sua implementação. Ao promover uma comunicação mais clara e eficaz, facilitar a compreensão dos conceitos arquitetônicos e promover a inclusão de pessoas com deficiência visual, os fluxogramas táteis contribuem para uma prática de projeto mais ética, responsável e centrada no usuário, que visa atender às necessidades e aspirações de todos os envolvidos. Assim, os fluxogramas táteis representam uma ferramenta promissora que agrega valor ao processo de projeto arquitetônico, promovendo uma abordagem mais inclusiva, equitativa e acessível.

REFERÊNCIAS

BERNARDI, N. **A aplicação do conceito do desenho universal no ensino de arquitetura : o uso de mapa tátil como leitura de projeto.** Tese de Doutorado. 2007. Disponível em: <<https://www.repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/398375>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

CUNHA, H. W. A. P. A pessoa com deficiência no espaço urbano de São Luís:(des) caminhos para formalização da inclusão. **Caminhos de Geografia**, v. 11, p. 76-90, 2010.

CENCI JUNIOR, C.A.; BERNARDI, N. Técnicas de Fabricação Digital aplicadas na elaboração de modelos reduzidos para orientação espacial de pessoas com deficiências visuais. **XIII Congresso de Iniciação Científica da Unicamp**, 2015a.

CENCI JUNIOR, C.A. **A Cidade sem Olhos: centro de aprendizagem suplementar para orientação espacial** . Trabalho Final de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Orientadora: Núbia Bernardi. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, 2015b.

CENCI JUNIOR, Carlos Alberto; BERNARDI, Núbia. Técnicas de Fabricação Digital aplicadas na elaboração de modelos reduzidos: elaboração de um fluxograma tátil como metodologia de projeto arquitetônico participativo. In: **XXIV Congresso De Iniciação Científica Da Unicamp**. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2016a.

Disponível em: <<https://proceedings.science/unicamp-pibic/pibic-2016/trabalhos/tecnicas-de-fabricacao-digital-aplicadas-na-elaboracao-de-modelos-reduzidos-elab?lang=pt-br>>. Acesso em: 10 abril. 2024.

CENCI JUNIOR, Carlos Alberto; BERNARDI, Núbia. Maquetes Táteis produzidas a partir de Técnicas de Fabricação Digital: investigação de simbologia para orientação espacial de deficientes visuais, In: **Anais do VI Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído & VII Seminário Brasileiro**, São Paulo: Blucher, 2016. v.2 n.7, p. 248-259. 2016b.

CENCI JUNIOR, Carlos Alberto; BERNARDI, Núbia. A Cidade Sem Olhos: Um Estudo Sobre Percepção Sensorial Tátil Como Instrumento de Leitura De Projetos. **Revista Educação Gráfica**. Universidade Estadual Paulista. Volume 21. Número 03. p. 136–154. 2017.

CENCI JUNIOR, Carlos Alberto; BERNARDI, Núbia. Desenvolvimento de fluxogramas táteis a partir de diagramas de análise de projeto arquitetônico: relato de uma experiência em aulas práticas. **Revista Educação Gráfica**. Universidade Estadual Paulista. Volume 27. Número 03. p. 88-107, 2023.

DEILMANN, Harald; KIRSCHENMANN, Jorg C.; PFEIFFER, Herbert. **El habitat* tipos de utilizacion, tipos de planta, tipos de edificio, tipos de vivienda**. G. Gili, 1975.

HEYLIGHEN, A.; HERSSSENS, J. Designerly Ways of Not Knowing: What Designers Can Learn about Space from People Who are Blind. **Journal of Urban Design**, v. 19, n. 3, p. 317–332, 27 maio 2014.

HUNTER, Susan. **Spatial orientation, environmental perception and wayfinding**. IDeA Center, University at Buffalo, 2010.

JOSÉ, E. DA A.; COELHO, M. T. **Problemas de Aprendizagem**. [s.l.] Ática, 2006.

KOWALTOWSKI, D.; BERNARDI, N.; MARTIN, C. **A universal design Charrette conducted in an educational setting to increase professional sensitivity**. v. 5, p. 47–76, 1 jan. 2015.

MAUERBERG-DECASTRO, Eliane et al. Orientação espacial em adultos com deficiência visual: efeitos de um treinamento de navegação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 17, p. 199-210, 2004.

MUSSI, A. Q. et al. Arquitetura inclusiva: experiência de projeto colaborativo. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 367–386, 5 out. 2020.

NOGUEIRA, R. E; RIBEIRO, G. R; GARCIA, M. L. S. Elaboração de mapas táteis em escala grande: o caso do mapa do campus da UFSC. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, Jul. de 2010 p. 001-007

PALLASMAA, J. **Os Olhos da Pele: A Arquitetura e os Sentidos**. [s.l.] Artmed Editora, 2009.

SILVA, G. D.; ANDRADE, A. M. de; TABOSA, T.; & CAVALCANTI, V. Transmissão do saber fazer cerâmico por mestre artesão: uma ação estratégica de sustentabilidade cultural para a Cerâmica do Cabo. **Projetica**, v. 13, n. 3, p. 232–251, 23 dez. 2022.

VALVERDE, Juliana; DE OLIVEIRA, Akla Rebeca Lemos. Além das cortinas visuais: a relação entre tecnologia e acessibilidade na arquitetura de museus. **Revista Projetar-Projeto e Percepção do Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 106-116, 2022.