

**DESENVOLVIMENTO DE FLUXOGRAMAS TÁTEIS A PARTIR DE DIAGRAMAS DE ANÁLISE DE PROJETO ARQUITETÔNICO: RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA EM AULAS PRÁTICAS**

***DEVELOPMENT OF TACTILE FLOWCHARTS FROM ARCHITECTURAL PROJECT ANALYSIS DIAGRAMS: REPORT OF AN EXPERIENCE IN PRACTICAL CLASSES***

**Carlos Alberto Cenci Junior<sup>1</sup>**

**Letícia Bernardinetti<sup>2</sup>**

**Marcelo Perissinotti<sup>3</sup>**

**Adriana de Oliveira Moura<sup>4</sup>**

**Nubia Bernardi<sup>5</sup>**

**Resumo**

Este trabalho investigou o potencial de conversão de diagramas de análise de projetos de arquitetura em mapas táteis – fluxogramas e diagramas - de um estudo preliminar, que podem ser reaproveitados para prototipação de instrumentos táteis. Foram desenvolvidas dinâmicas em aulas práticas de arquitetura, que serviram de base para o desenho de fluxogramas táteis. Os resultados ainda são preliminares, mas verificou-se impacto direto no processo de projeto de estudantes de arquitetura e urbanismo.

**Palavras-chave:** orientação espacial; fluxogramas táteis; mapas táteis.

**Abstract**

This work investigated the potential of converting architectural design analysis diagrams into tactile maps – flowcharts and diagrams - from a preliminary study, that can be reused for prototyping tactile instruments. Dynamics were developed in practical architecture classes, which served as a basis for the design of tactile flowcharts. The results are still preliminary, but there was a direct impact on the design process of architecture and urbanism students.

**Keywords:** spatial orientation; tactile flowcharts; tactile maps.

---

<sup>1</sup> Estudante de Doutorado, UNICAMP – FECFAU – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, Campinas, São Paulo, Brasil, cenciarq@gmail.com, ORCID 0000-0003-2369-7974

<sup>2</sup> Estudante de Graduação, Centro Universitário Max Planck (UNIMAX), Indaiatuba, São Paulo, Brasil, leticia.silva683@al.unieduk.com.br, ORCID 0009-0004-5585-3286

<sup>3</sup> Estudante de Graduação, Centro Universitário Max Planck (UNIMAX), Indaiatuba, São Paulo, Brasil, marcelo.perissinotti333@al.unieduk.com.br, ORCID 0009-0003-4962-1553

<sup>4</sup> Estudante de Graduação, Centro Universitário Max Planck (UNIMAX), Indaiatuba, São Paulo, Brasil, adrideoli@yahoo.com.br, ORCID 0009-0000-1303-9375

<sup>5</sup> Professora Livre Docente, UNICAMP – FECFAU - Departamento de Arquitetura e Construção, Campinas, São Paulo, Brasil, nubiab@unicamp.br, ORCID 0000-0001-8399-6728

## 1. Introdução

A importância do conhecimento, pelo pesquisador da área de processo de projeto arquitetônico, da percepção dos usuários sobre ambientes a se projetar, está no fato de que estas informações permitem a identificação de padrões de pontos de vista e comportamento. Dessa maneira, ao associar as observações feitas em visitas virtuais ao ambiente com o levantado pelo contato direto com usuários, há a triangulação de diferentes fontes de dados. Estas diferentes perspectivas, quando combinadas, analisadas e comparadas, corroboram para a validade da pesquisa (SEAMON e GILL, 2016). Além disso, o fato de serem incluídos os pontos de vistas das pessoas que utilizam o espaço agrega valor à pesquisa, por ser possível ter uma visão holística da situação, uma vez que, como apontado anteriormente, há interferência mútua entre espaço e pessoas. Esta observação tem como base conceitos da psicologia ambiental, que analisa a relação do ambiente construído (seus elementos físicos, conteúdo arquitetônico) e pessoas (usuários do local, buscando assimilar tanto questões psicológicas quanto sociais conectadas ao uso, bem como sua percepção do espaço) (RAPOPORT, 1977; CAVALCANTI E ELALI, 2011).

Nesse contexto, os mapas táteis desempenham um papel intrigante quando se trata de entender a percepção dos usuários do espaço. Especialmente para pesquisadores envolvidos em estudos de acessibilidade e design de ambientes, os mapas táteis se revelam uma ferramenta valiosa. São uma representação palpável dos espaços, permitindo que as pessoas com deficiência visual ou com outras limitações sensoriais possam explorar e compreender a configuração de um ambiente. Essa representação inclui informações táteis, como elevações, texturas, relevos e informações em Braille, que capacitam os indivíduos a "lerem" o espaço de maneira similar à leitura de um mapa visual por pessoas sem deficiência.

A partir disso, tem-se a discussão sobre o melhor modo de representação gráfica/tátil: alguns mapas táteis têm aspecto formal mais próximo de uma planta arquitetônica, outros podem ter mais a aparência de um fluxograma. Isso deve ser considerado ao combinar as informações coletadas através das interações diretas com os usuários do espaço e a criação de mapas táteis que representam essas percepções.

### 1.1. Os Olhos da Pele: Lições de Pallasmaa para Enxergar Além dos Olhos

O famoso arquiteto Juhani Pallasmaa afirma: "soube que na verdade nossa pele é capaz de distinguir diversas cores; nós realmente vemos com nossa pele" (PALLASMAA, 2011). Apesar de não possuir o sentido da visão, uma pessoa com deficiência visual pode usar outros sentidos para conhecer formas, ambientes e espaços através de um processo multissensorial. Muitos avanços e parametrizações foram feitas com relação à ergonomia, principalmente no que se refere a qualidade de vida de pessoas que não possuem deficiências corporais. No entanto, pouco se fala da inclusão social necessária, para trazer saúde e qualidade de vida a pessoas fora dos ditos padrões de normalidade pré-estabelecidos. É necessário pensar mais que espaços para os mesmos, mas também toda a experiência imersiva dos detalhes presentes neles.

Através da modelagem de instrumentos táteis que representam um ambiente físico, pessoas com deficiência visual podem se beneficiar de experiências criadas a partir do uso dos contrastes táteis (sem visão) e cromáticos (baixa visão), traduzindo a sensibilidade em sensação de conforto, alegria, bem-estar, entre outros. Pessoas com o sentido da visão completo podem frequentar museus e se deleitar diante de uma obra de arte ou de arquitetura. Esse deleite só é possível através do uso do canal visual de percepção. Entretanto,

cores, sensações, harmonia, texturas - também é perdido para aqueles que não enxergam com os olhos. De acordo com Pupo e Aranda (2011) “(...) é sabido que raramente é permitido que se toque em obras de coleções de museus de arte. A preservação das peças para as gerações futuras é a questão primordial para que esta política *anti-toque* seja mantida”. Porém, a Declaração Universal dos Direitos Humanos, afirma que “Toda pessoa tem o direito de participar livremente da vida cultural da comunidade, de fruir as artes e de participar do processo científico e de seus benefícios” (ONU,1948:Artigo XXVII, §1). Portanto, é preciso desenvolver outras formas de apreciação de uma obra de arte pictórica, esculpida ou edificada, para além do sentido da visão.

### 1.2. Orientabilidade Espacial

A forma como um indivíduo se movimenta em suas navegações rotineiras, e se relaciona com cada ambiente, sendo por atividades do cotidiano ou pela percepção visual, faz com que ele crie para si sua própria noção de espaço. Porém, para pessoas com deficiência visual congênita ou adquirida, essa percepção é menor, tendo como impacto uma dificuldade maior em se locomover, em locais complexos e com rotas irregulares.

Para que um indivíduo humano seja considerado completamente incluído, sem discriminação, em nossa sociedade, é exigido que ele seja atuante, que saiba se expressar, se locomover e que consiga realizar essas ações de forma independente. 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).

As primeiras barreiras que uma pessoa com deficiência visual encontra nesse contexto são a orientação espacial, a compreensão do espaço e a comunicação visual. Pois afinal, sem ver, como se locomover? Como compreender e sentir o espaço, e principalmente como se orientar num espaço construído 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 o 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).

### 1.3. Fluxogramas Táteis

Os fluxogramas táteis podem ser entendidos como uma forma de redução diagramática das maquetes táteis, adaptando os princípios de representação de informações complexas em formatos acessíveis. Enquanto as maquetes táteis proporcionam uma representação tridimensional e detalhada de um espaço ou objeto, os fluxogramas táteis simplificam essa representação em um formato mais direto e conceitual.

O termo "fluxograma tátil" foi cunhado por Cenci e Bernardi (2015, 2016a, 2016b e 2017) a partir dos resultados de uma série de pesquisas, e denota a combinação de duas ideias essenciais: a representação visual de um fluxograma, que é frequentemente usada para descrever processos e relações entre ambientes na arquitetura – mais especificamente durante a etapa de Estudo Preliminar do processo de projeto arquitetônico - e a adaptabilidade dessa representação para o tato. Isso significa que, assim como os fluxogramas visuais, os fluxogramas táteis são uma maneira eficaz de representar informações sequenciais,

tomadas de decisão e interações entre diferentes elementos, mas são projetados especificamente para serem acessíveis ao toque.

A principal vantagem dos fluxogramas táteis é a capacidade de transmitir informações de maneira eficiente e compreensível para pessoas com deficiência visual, tornando os processos e relações mais acessíveis. Ao utilizar símbolos táteis, linhas e setas em um fluxograma, é possível criar uma representação simplificada de um sistema ou processo, permitindo que os usuários compreendam as etapas, as escolhas e as conexões entre elas.

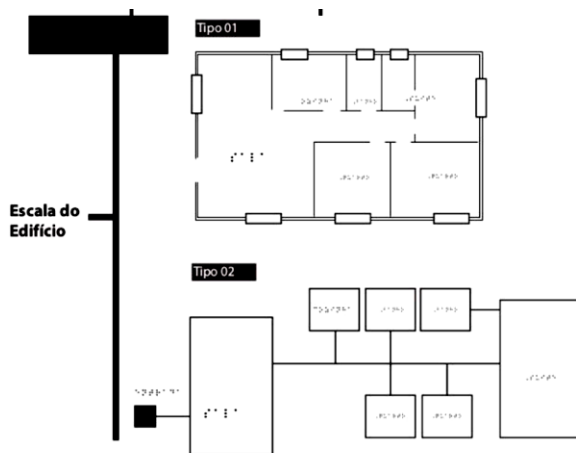
Além disso, os fluxogramas táteis têm aplicações em várias áreas, incluindo educação, treinamento, orientação espacial e até mesmo na acessibilidade digital. Eles podem ser usados em salas de aula para ensinar conceitos complexos de uma forma mais interativa e envolvente. Da mesma forma, podem ser usados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

Tem então, uma primeira barreira: 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 (2015, 2016a e 2017). Por sua vez, estes dois autores se inspiraram no trabalho de Nogueira (2010).

Ruth Emília Nogueira (2010) realizou um experimento com mapas táteis na Universidade Federal de Santa Catarina, obtendo resultados muito satisfatórios, como descrito em seu artigo “Elaboração de Mapas Táteis em Escala Grande: o caso do mapa do campus da UFSC”. Destaca-se no trabalho desta pesquisadora o método de representação e comunicação adotado, que consiste em transcrever o desenho espacial arquitetônico utilizando formas de desenhos básicas como Ponto, Linha e Área.

A Figura 1 demonstra dois conceitos diferentes de instrumentos táteis para navegação espacial, a maquete tátil Tipo 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.

**Figura 1: Esquema de Linguagem de Cenci e Bernardi, adotado para o Fluxograma Tátil**



Fonte: Cenci e Bernardi (2016a)

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.

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. Metodologia

O objetivo central do experimento relatado neste artigo foi utilizar-se de métodos tradicionais de desenhos arquitetônicos esquemáticos, e convertê-los para linguagem tátil. Este objetivo foi traçado a fim de experimentar uma nova metodologia didática, específica do ensino de arquitetura, para uma disciplina chamada "Acessibilidade e Desenho Universal". A disciplina foi eletiva do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Max Planck, em Indaiatuba-SP, e foi oferecida no primeiro semestre do ano de 2022. A necessidade desse experimento surgiu da dificuldade dos alunos em compreender e conceber mapas táteis a partir de plantas de projetos.

Primeiramente, os alunos passaram por uma revisão da literatura que abarcava a análise gráfica de projetos referenciais, através de desenhos e diagramas. A literatura específica é muito diversificada quando se trata deste assunto: métodos de análise de circulação em projetos. Portanto, para viabilizar esse estudo, fez-se necessária a escolha de apenas um tipo de diagrama, mas que mostrasse com clareza as soluções do projeto, bem como a organização de programas de necessidades. A solução encontrada foi a mesma utilizada por Flório (2012), a fim de um recurso que produzisse um modo de entendimento visual simples de rotas entre espaços. Segundo Flório (2012), o diagrama de sobreposição de função (DSF) cumpre esse papel - e foi amplamente utilizado pelos autores do livro "EL HABITAT" (DEILMANN, KIRSCHENMANN, PFEIFFER, 1980) e podendo ser identificados da seguinte maneira (Figura 2).

Figura 2: Diagrama de sobreposição de funções

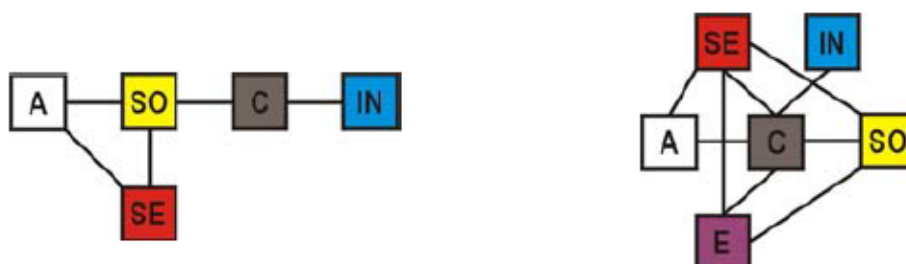


Diagrama que revela projeto com pouca sobreposição de funções.

Diagrama que revela projeto com muita sobreposição de funções.

Fonte: Flório (2012).

Com o mesmo objetivo desse trabalho de referência, a escolha desse método é a possibilidade de filtragem de aspectos específicos de projeto, possibilitando uma interpretação pelos autores, com um método já previamente experimentado.

Após toda a discussão do tema retoma-se a questão explicitada no começo deste artigo: diagramas são desenhos aparentemente simples que têm um extremo poder de substituir um longo texto ou complexas interações para transmitir uma mensagem ou explicar um conceito.

A metodologia de estudo adotada neste artigo para explorar o uso de fluxogramas táteis é caracterizada por uma abordagem sistemática e precisa. A seleção dos materiais é realizada com critérios específicos, assegurando a adequação dos mapas quanto à taticidade, clareza e durabilidade. O método prioriza uma abordagem prática, promovendo a exploração tátil para aprofundar a compreensão espacial. A utilização de tecnologias acessíveis, como impressoras 3D, é incorporada para gerar representações tridimensionais, enriquecendo a experiência sensorial. A participação ativa dos alunos de arquitetura foi incentivada, sendo incluídas sessões interativas e feedback personalizado para ajustar a metodologia às necessidades individuais. Ao unir precisão tátil, inovação tecnológica e envolvimento do aluno, a abordagem proposta visa capacitar estudantes para projetar para pessoas com deficiência visual, facilitando o desenvolvimento de uma compreensão espacial robusta e promovendo a independência na interpretação de mapas. Na sequência, tem-se o escopo geral da metodologia:

**TEORIA:** O embasamento teórico inicial foi solicitado aos alunos e fundamentado em uma revisão bibliográfica de artigos relevantes sobre o tema em questão. Essa etapa buscou consolidar conceitos-chave e fundamentos relacionados aos princípios da acessibilidade em ambientes construídos. Além disso, é realizada a leitura crítica de postulados fundamentais da NBR9050/2020 (ABNT, 2020), que é a norma brasileira que versa sobre acessibilidade em edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. A análise minuciosa dessa norma contribui para a compreensão das diretrizes e parâmetros que norteiam a acessibilidade arquitetônica no contexto nacional.

**PRÁTICA:** Na fase prática da pesquisa, a metodologia inclui a aplicação de uma dinâmica em sala de aula. Nesse contexto, os participantes são solicitados a realizar uma análise gráfica de projetos referenciais utilizando o método de sobreposição de funções. Essa abordagem permite uma avaliação detalhada da conformidade dos projetos com os princípios da acessibilidade, e a conversão dos desenhos arquitetônicos desses projetos em fluxogramas

táteis. Ao adotar essa abordagem teórico-prática, busca-se não apenas compreender os fundamentos conceituais da acessibilidade arquitetônica, mas também aplicar esses conhecimentos de forma tangível na avaliação de projetos, contribuindo para a promoção de ambientes mais inclusivos.

A aplicação desta atividade iniciou-se durante o horário de aula e se estendeu por duas semanas por conta da limitação de equipamentos de prototipagem. A ideia inicial era que todo o processo pudesse ser feito em uma única aula, mas o recorrente uso das impressoras 3D do FABLAB da instituição inviabilizou esse objetivo. A aplicação da dinâmica é desdobrada em três fases principais:

- **Fase 1 - Análise Projetual por diagramas:** Durante esta fase, os participantes examinam os projetos sob a perspectiva das diretrizes de acessibilidade, identificando elementos-chave que influenciam a usabilidade para pessoas com diferentes necessidades. Os participantes utilizam o método de sobreposição de funções para integrar as diferentes análises feitas anteriormente. Isso proporciona uma compreensão abrangente do impacto cumulativo dos elementos arquitetônicos na acessibilidade geral do ambiente.
- **Fase 2 - Processo de conversão em fluxogramas táteis:** A segunda fase constitui-se majoritariamente pelo processo de transcrição dos diagramas para uma linguagem tátil e pela produção de desenhos 2D e 3D em CAD para a prototipagem.
- **Fase 3 - Prototipagem:** Na etapa crucial de prototipagem, os fluxogramas táteis concebidos, foram materializados por meio de impressoras 3D. Essa abordagem permitiu a transformação dos conceitos teóricos em representações táteis tangíveis, oferecendo uma experiência concreta para avaliação e refinamento.

Essas fases foram simplificadas em um fluxograma explicativo simples durante a solicitação da tarefa para os alunos, e a Figura 3 ilustra a exata sequência de atividades. Uma imagem semelhante, fazia parte do enunciado da tarefa, a fim de garantir um padrão de entrega semelhante a todos.

Figura 3: Sequencia da Etapa Prática da Metodologia.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Toda a sequência da Figura 3 foi concebida para facilitar o entendimento da divisão das atividades e para contribuição simplificada das atividades práticas que se seguiriam.

## 2.1. Materiais

Os materiais essenciais utilizados nesta pesquisa foram cuidadosamente selecionados visando a precisão e eficácia na produção das maquetes táteis. O FabLab do Campus I do Centro

Universitário Max Planck (Unimax) serviu como um ambiente propício, fornecendo acesso a computadores equipados com softwares de design avançados. O uso extensivo de programas como AutoCAD e SketchUp permitiu a criação detalhada e adaptabilidade nos desenhos das maquetes, garantindo a fidelidade ao material gráfico original.

A materialização desses projetos ocorreu por meio de Impressora 3D Creality Ender-3, velocidade máxima de 180mm/s, bico de 0.4mm, estrutura em alumínio Anodizado, cujo desempenho e precisão foram cruciais para reproduzir os elementos táteis de forma fiel. A escolha cuidadosa do tipo de impressora 3D e do filamento utilizado desempenhou um papel vital na qualidade e durabilidade das maquetes. O filamento PLA, um polímero termoplástico, foi o material utilizado para a prototipagem e assegurou a reprodução tátil precisa, enquanto as características técnicas das impressoras permitiram uma execução ágil e eficiente. Essa combinação de tecnologias e materiais proporcionou a base sólida para a prototipagem tátil, evidenciando a integração harmoniosa de hardware, software e materiais na realização bem-sucedida desta pesquisa.

### 3. Aplicação do Experimento – Fase 1: Análise Projetual por Diagramas

Em um primeiro momento, após a investigação da literatura, cada aluno buscou os desenhos técnicos de um projeto arquitetônico que considerasse relevante. Cada projeto foi analisado separadamente por um aluno, e transcrito para um diagrama de acordo com o DSF, aos moldes de Flório (2012) e Deilmann, Kirschenmann, Pfeiffer, (1980). Cada um desses diagramas será mostrado a seguir, nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8:

Figura 4: Diagrama: Hospital MacMillan, Análise da Planta do Pavimento Térreo. Aluna A.J.

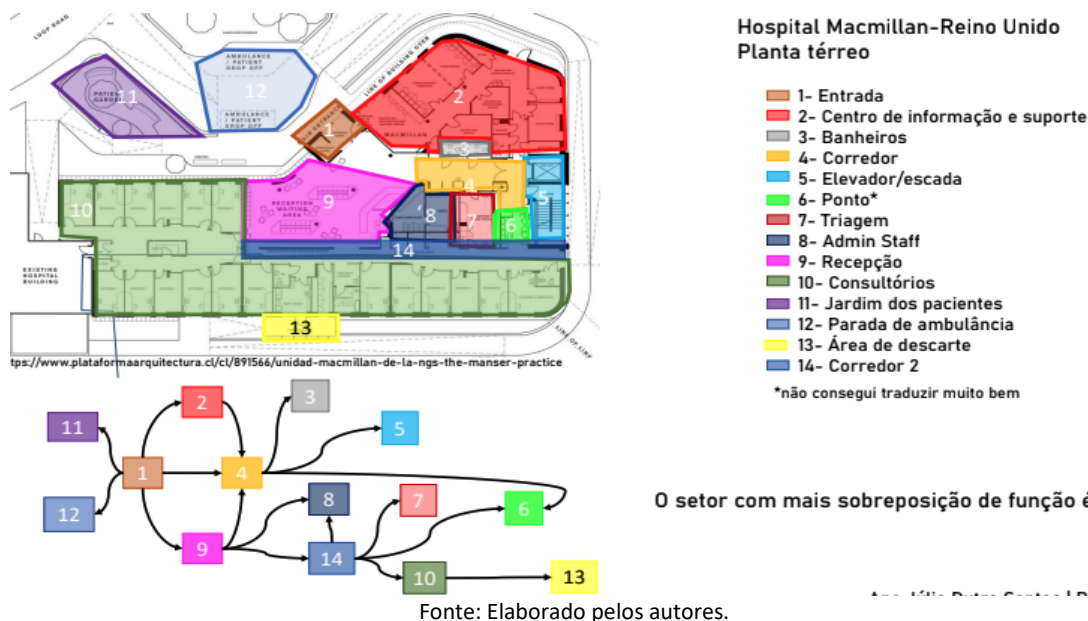




Figura 5: Diagrama: Escola Northstar/Shanmugan, Análise da Planta do Pavimento Térreo. Aluno T.N.

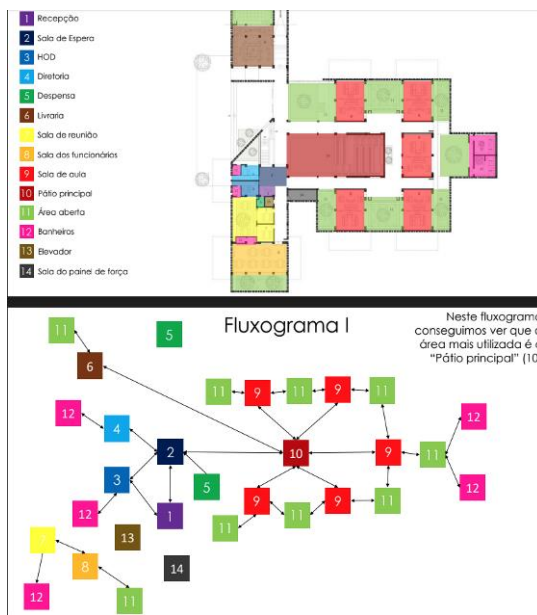


Figura 6: Diagrama: Creche Prof. Maria Aparecida Misurini, Análise da Planta do Pavimento Térreo. Aluna R.R.

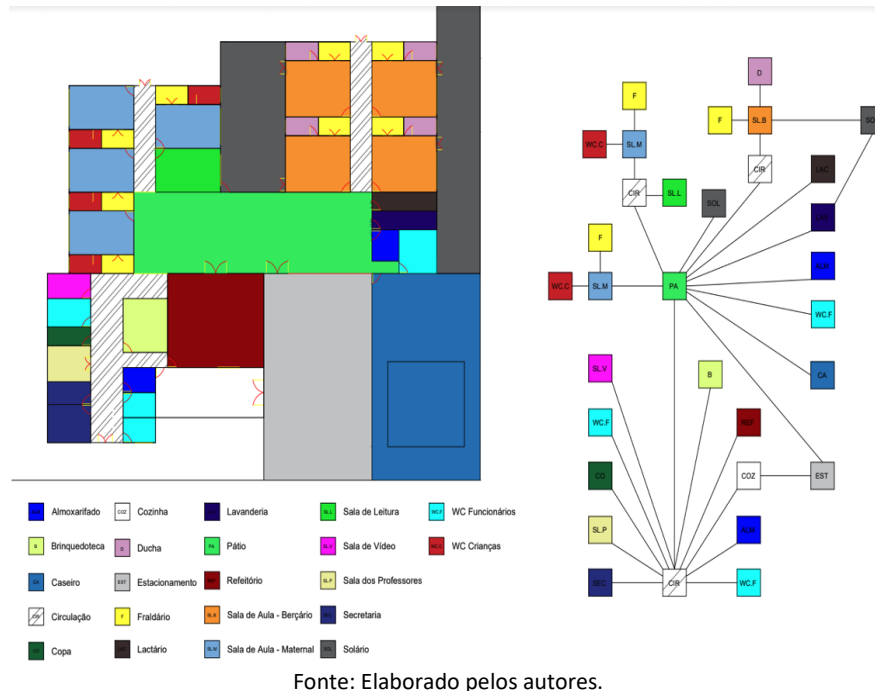
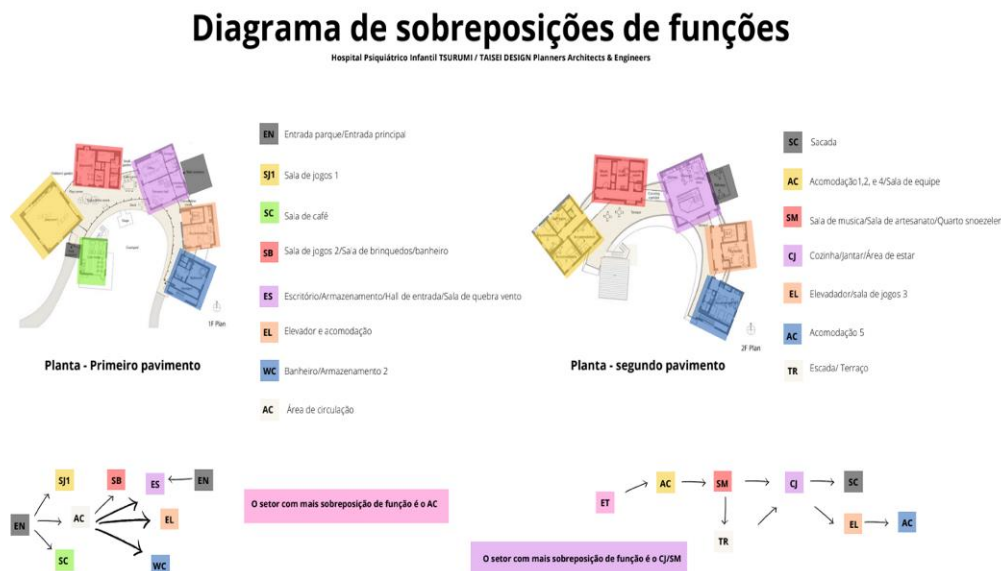


Figura 7: Diagrama: Hospital Psiquiátrico Infantil Tsurumi, Análise da Planta do Pavimento Térreo. Aluna T.C.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 8: Diagrama: Campus I do Centro Universitário Max Planck, Análise da Planta do Pavimento Térreo. Alunos L.S. e M.P.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Todas as imagens anteriores foram mostradas com o título original, e nome completo dos projetos. No entanto, o nome dos alunos autores foi abreviado a fim de preservar sua identidade. Este conjunto fez parte da primeira etapa da tarefa solicitada para os alunos e tinha caráter avaliativo. Sua sequência, também com caráter avaliativo, e foi a “conversão” desses desenhos em fluxograma tátil.

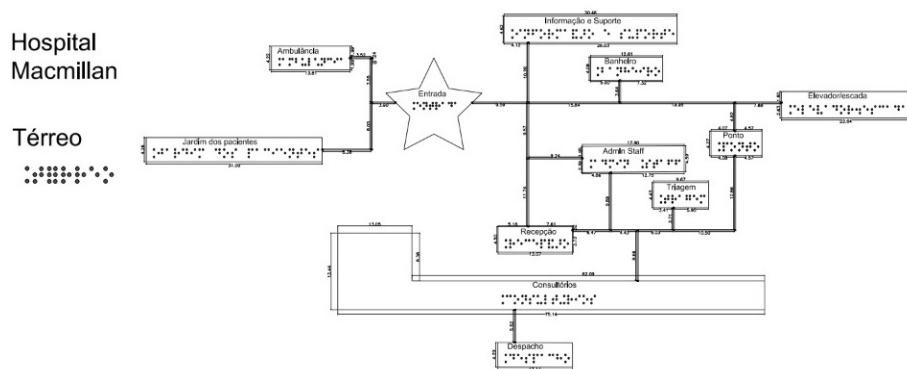
#### 4. Aplicação do Experimento – Fase 2: Processo de Conversão em Fluxogramas Táteis

Nesta seção, em suma, os alunos tiveram a oportunidade de criar seus próprios fluxogramas táteis – após processo de análise projetual por diagramas, e transformação desses diagramas nos fluxogramas táteis - aplicando os conceitos de simplificação diagramática para tornar informações complexas mais acessíveis para pessoas com deficiência visual. Ao fazer isso, eles experimentaram em primeira mão a importância de traduzir informações visuais em representações táteis que promovam a compreensão e a inclusão.

Este experimento prático permitiu que os alunos explorassem a relação entre design acessível e acessibilidade. Na sequência metodológica, durante o experimento de ensino, os alunos estudaram seus diagramas, e iniciaram o processo de conversão em fluxogramas táteis. As Figuras 9,10,11,12 e 13, apresentadas a seguir, correspondem respectivamente às versões táteis dos diagramas apresentados nas Figuras 4,5,6,7 e 8.

O Mapa Tátil do Hospital MacMillan (Figura 9), apresenta um elemento formal em destaque, uma estrela, para marcar o espaço de entrada do edifício e por conseguinte, o início do percurso. Como a forma da estrela é única em todo o mapa, cada vez que o indivíduo a tatear este saberá que voltou ao espaço de entrada e, portanto, deverá refazer o percurso. Apresenta cotas, mas em escala muito pequena e com as linhas de cotas muito próximas das linhas dos “ambientes”, o que poderá confundir o leitor, que talvez não consiga distinguir qual é a linha de cota e qual é a linha do ambiente durante a atividade de tatear a maquete.

Figura 9: Representação Gráfica do Fluxograma-Tátil do Pavimento Térreo do Hospital Macmillan. Aluna A.J.

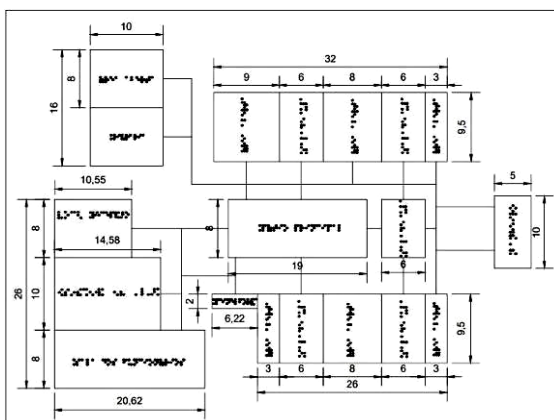


Fonte: Elaborado pelos autores.

O Mapa Tátil da Escola Northstar/Shanmugam (Figura 10) apresenta o texto em Braille no sentido vertical, que está incorreto. A leitura do texto em Braille é feito no sentido horizontal. As cotas estão escritas em escala maior, com representação de linhas de cotas com setas e linhas de chamada.

Figura 10: Representação Gráfica do Fluxograma-Tátil do Pavimento Térreo da Escola Northstar. Aluno

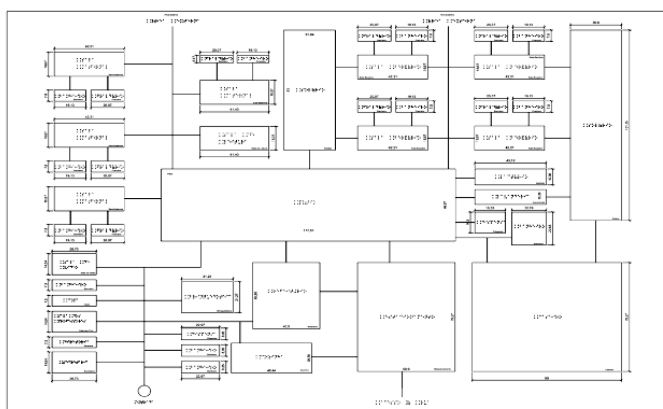
T.N.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O Mapa Tátil da Creche Prof. Maria Aparecida Misurini (Figura 11) é semelhante à representação do Mapa Tátil da Figura 8.

**Figura 11: Representação Gráfica do Pavimento Térreo da Creche Profa. Maria Aparecida Misurini. Aluna R.R.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

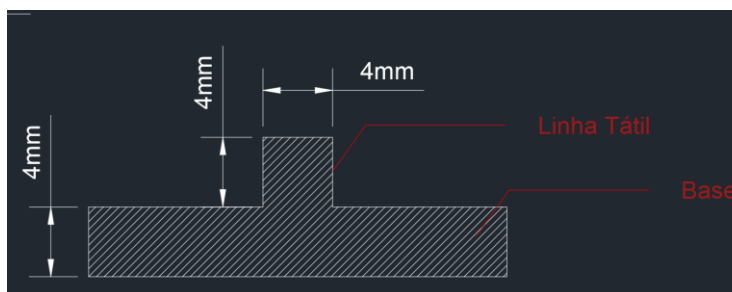
O Mapa Tátil do Hospital Psiquiátrico Infantil Tsurumi (Figura 12) também apresenta um elemento formal em destaque, um triângulo, para marcar o espaço de entrada do edifício. Apresenta legendas em caracteres arábicos e em Braille. As cotas têm uma escala adequada, entretanto não contém linhas de chamada, o que poderá causar alguma confusão na interpretação, já que as linhas de cotas parecem estar soltas.



## 5. Aplicação do Experimento – Fase 2: Prototipagem

Na etapa crucial de prototipagem, os fluxogramas táteis, concebidos como parte integrante de um projeto de acessibilidade, foram materializados por meio de impressoras 3D. Essa abordagem permitiu a transformação dos conceitos teóricos em representações táteis tangíveis, oferecendo uma experiência concreta para avaliação e refinamento. A utilização da tecnologia de impressão 3D não apenas facilitou a reprodução precisa dos elementos táteis, mas também possibilitou ajustes iterativos 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 14 demonstra o padrão:

Figura 14: Padrão de Espessuras para Prototipagem dos Fluxogramas Táteis.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A etapa de prototipagem desempenhou um papel fundamental na validação prática das estratégias propostas, conferindo um caráter palpável aos fluxogramas táteis, fundamentando eficazmente o processo de design acessível.

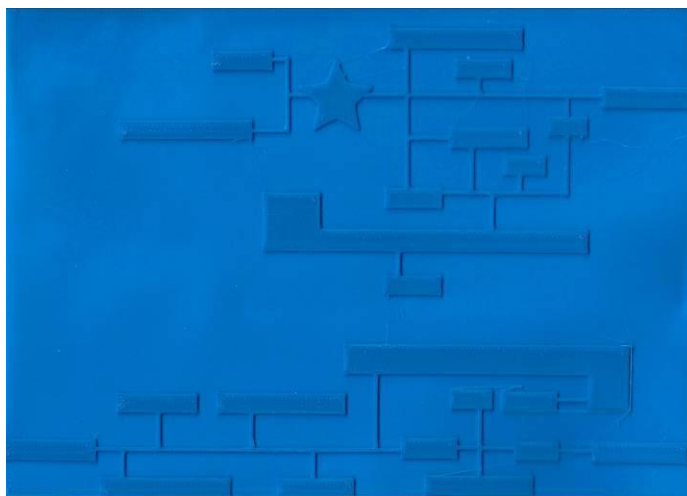
## 6. Resultados

Na presente seção de resultados, destaca-se a concretização prática da proposta de inicial por meio da produção das maquetes táteis, as quais foram impressas com precisão utilizando tecnologia de impressão 3D. As maquetes representam uma materialização tangível das diretrizes teóricas previamente discutidas, incorporando elementos táteis essenciais para a compreensão de espaços arquitetônicos por pessoas com deficiência visual. Este estágio da pesquisa visa não apenas exibir as realizações físicas dessas representações, mas também fornecer insights valiosos derivados da análise prática das maquetes, contribuindo, assim, para o avanço efetivo das estratégias de design acessível propostas.

Uma das características em comum, entre todas as maquetes é o tamanho máximo 20x20cm, tamanho este da área de trabalho útil dos equipamentos.

A seguir, tem-se os 6 fluxogramas táteis produzidos pela turma de alunos, todas impressas com o mesmo tipo de filamento, PLA, variando apenas pela cor. A impressão durou em torno de 1 a 3 horas cada variando de acordo com a quantidade de altos relevos presentes na modelagem 3D. O fluxograma tátil representado na Figura 15, apresenta grande fidelidade ao material gráfico inicial e foi impresso com bastante agilidade. Sua desvantagem é que alguns blocos ficaram muito próximos da borda, o que poderia ocasionar certa dificuldade de interpretação tátil ao se misturar com as arestas. A Figura 15 contém a imagem da versão final do fluxograma da Figura 9.

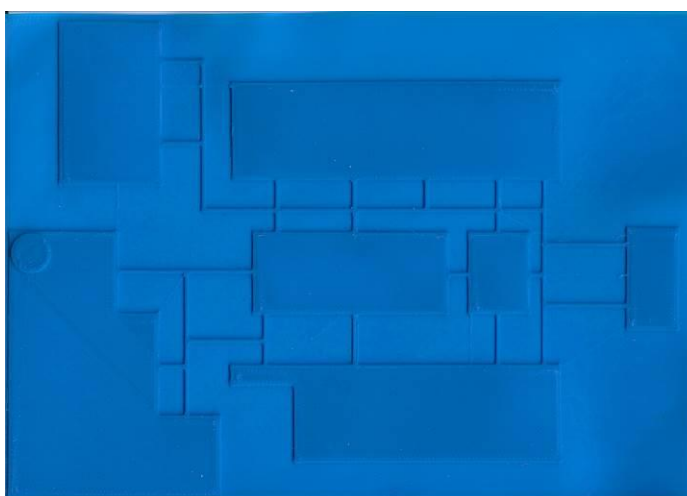
**Figura 15: Versão Final do Fluxograma-tátil do Hospital MacMillan**



Fonte: Elaborado pelos autores.

O diagrama tátil referente à Figura 16, mantém aderência ao material gráfico original e foi rapidamente reproduzido com precisão. Contudo, observa-se uma desvantagem notável, uma vez que determinados blocos se encontram demasiadamente próximos à margem, similar ao fluxograma da Figura 15. A Figura 16 destaca-se por apresentar uma notável facilidade na interpretação tátil. Neste contexto, a reprodução tátil do fluxograma demonstrou uma maior clareza e distinção entre os blocos, facilitando a compreensão sensorial por parte dos alunos que testaram após a impressão. A disposição espacial dos elementos táteis na Figura 16 minimiza a proximidade excessiva com a borda, proporcionando uma experiência tátil mais fluida e eficaz. Dessa forma, esta representação específica, em comparação com outras, revela-se mais acessível e intuitiva para aqueles que dependem da interpretação tátil para compreender as informações apresentadas. A Figura 16 contém a imagem da versão final do fluxograma da Figura 10.

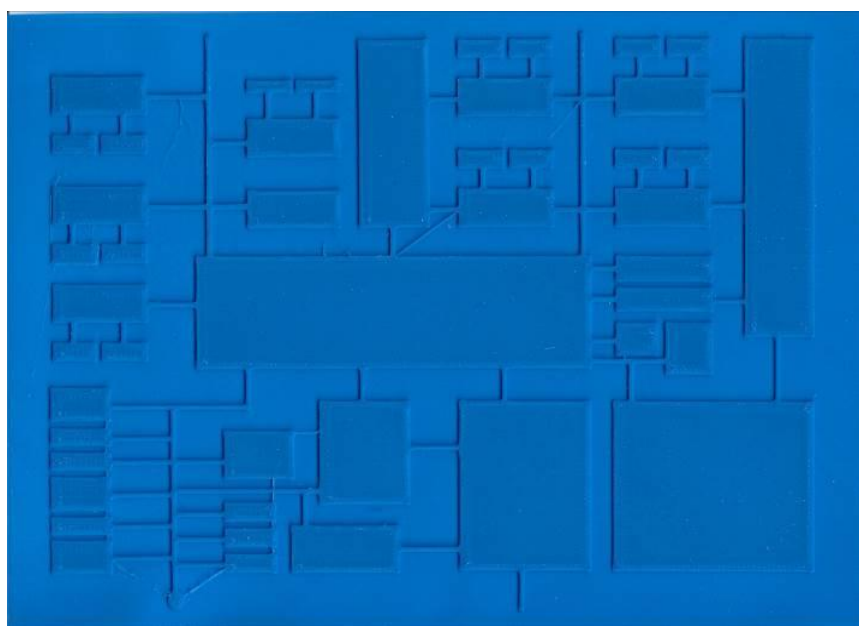
**Figura 16: Versão Final do Fluxograma-tátil Escola Northstar**



Fonte: Elaborado pelos autores.

A maquete específica, representada pela Figura 17, apresenta uma complexidade que talvez possa vir a interferir na experiência tátil. Observa-se uma abundância de elementos dispostos em espaços relativamente restritos, o que pode dificultar a leitura tátil, especialmente considerando o tamanho padrão dos dedos. A presença de elementos em excesso sugere a possibilidade de agrupá-los em zonas ou setores, otimizando a distribuição espacial e, por conseguinte, facilitando a identificação tátil de informações. Essa abordagem de agrupamento poderia mitigar potenciais interferências e tornar a maquete mais acessível e intuitiva para os usuários que dependem da leitura tátil para compreender o conteúdo apresentado. A Figura 17 contém a imagem da versão final do fluxograma da Figura 11.

**Figura 17: Versão Final do Fluxograma-tátil da Creche Prof. Maria Aparecida Misurini**

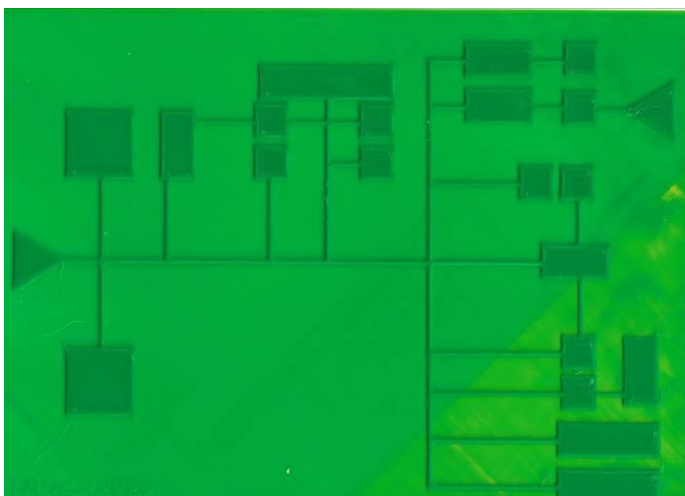


Fonte: Elaborado pelos autores.

No caso da Figura 18, semelhante à Figura 16 em termos de facilidade de legibilidade, observa-se um acréscimo de elementos que pode potencialmente complicar a experiência tátil. A presença de mais elementos, aliada à proximidade entre alguns deles, sugere uma situação análoga à da Figura 18, onde a densidade de informações pode prejudicar a interpretação tátil. O desafio reside na possível interferência entre os elementos mais próximos, indicando a necessidade de reavaliar a disposição espacial ou agrupar certos elementos, a fim de otimizar a leitura tátil e mitigar qualquer confusão potencial. Essa análise ressalta a importância de equilibrar a quantidade de elementos em maquetes táteis para garantir uma experiência tátil eficiente e acessível. A Figura 18 contém a imagem da versão final do fluxograma da Figura 12.



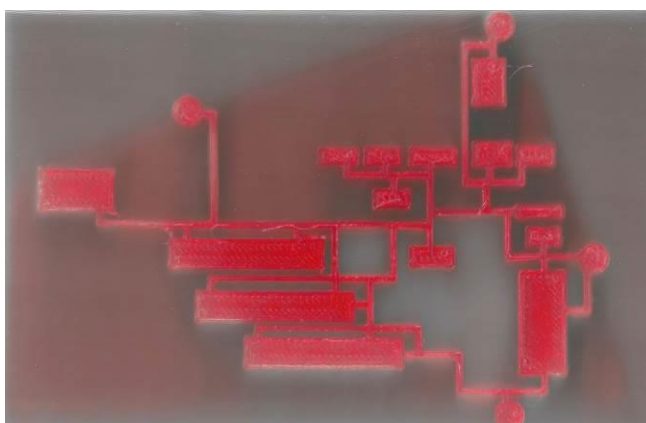
**Figura 18: Versão Final do Fluxograma-tátil do Hospital Psiquiátrico Infantil Tsurumi**



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 19 representa uma notável extensão mais próxima da escala urbana, sendo a única em escala mais ampla, abrangendo a descrição tátil de um campus universitário. Assim como a Figura 17, esta maquete destaca-se por oferecer uma legibilidade tátil eficiente, mesmo diante do aumento de elementos característico de uma área mais extensa. Contudo, é vital observar que, dado o contexto urbano e a potencial complexidade associada a um campus, alguns desafios específicos podem surgir. A proximidade entre elementos poderia tornar-se mais proeminente, considerando a escala maior, o que sugere a necessidade de estratégias de agrupamento ou diferenciação tátil para manter a clareza na interpretação. A Figura 19 contém a imagem da versão final do fluxograma da Figura 13.

**Figura 19: Versão Final do Fluxograma-tátil do Campus I do Centro Universitário Max Planck**



Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa observação da Figura 19 não apenas destaca sua eficácia, mas também aponta para considerações relevantes para pesquisas futuras que busquem expandir o escopo do estudo para áreas urbanas mais amplas. As diretrizes derivadas da análise tátil dessa maquete podem, portanto, oferecer insights valiosos para a implementação de representações táteis em escalas maiores, contribuindo para a promoção de ambientes urbanos mais acessíveis e inclusivos.

## 7. Discussão

O experimento desempenhou um papel fundamental ao servir como ponto de partida para a configuração de parâmetros em pesquisas que envolviam a compreensão da relação entre espaço e percepção dos usuários. Ficou evidente que a incorporação das perspectivas táteis dos usuários em estudos geográficos e de design de ambientes era essencial para a identificação de padrões, a compreensão de comportamentos e a validação de pesquisas. O Quadro 1 contém, em sequência, a análise dos projetos pelo método DSF (Etapa 1); os fluxogramas traduzidos desta análise (Etapa 2) e a prototipagem em fluxogramas táteis por impressão 3D (Etapa 3) produzidos pelos alunos.

Quadro 1: Sequência das etapas de elaboração dos fluxogramas táteis.

Proj.	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
Hospital MacMillan			
Escola Northstar			
Creche Prof. Maria Aparecida Misurini			
Hospital Psiquiátrico Infantil Tsurumi			
Campus I do Centro Universitário Max Planck			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma lição extraída desse experimento foi a importância de uma abordagem multidisciplinar que envolveu a triangulação de diferentes fontes de dados, incluindo observações diretas e interações com os usuários. Esse enriquecimento da pesquisa contribuiu para a criação de diretrizes mais sólidas no âmbito do planejamento e design de espaços acessíveis e inclusivos. Vale ressaltar que a inclusão das perspectivas dos alunos exigiu treinamento prévio por parte dos pesquisadores, a fim de conduzir interações sensíveis e eficazes com as pessoas que utilizam esses espaços.

O experimento destacou que a pesquisa eficaz e o design centrado no usuário dependem de uma compreensão profunda das interações entre espaço e pessoas, bem como da capacidade (dos alunos) de traduzir essas descobertas em diretrizes práticas para aprimorar

a acessibilidade e a qualidade dos ambientes estudados.

O método para a conversão de desenhos em mapas é promissor, cerne de toda experimentação, e não deve ser levada como conclusivo. É uma abordagem que vem sendo idealizada pelos autores do artigo, referenciada em experiências correlatas, porém não idênticas, buscando contribuir para a definição de métricas e linguagens adequadas para a elaboração de fluxogramas táteis de arquitetura.

As maiores dificuldades encontradas foram relacionadas à natureza do próprio método, pois mesmo com toda parametrização solicitada à turma da eletiva, os diagramas estavam muito distintos entre si sob o aspecto visual. Vale a pena informar que foram produzidos aproximadamente 15 desenhos e 15 mapas, e o conteúdo mostrado até aqui foi filtrado. Esse filtro, tentou separar os trabalhos que mais se assemelhavam ao método original.

Já era esperado que diagramas diferentes, geram mapas táteis muito diferentes entre si. Mesmo com a obrigatoriedade da leitura da NBR9050/2020 para esta etapa. A grande variabilidade visual dos desenhos e mapas, pode ser um pequeno empecilho se o trabalho se direcionar para uma investigação mais profunda, pois a falta de uma padronização dificulta os processos de comparação característicos do método científico. Em contrapartida, todos os alunos tentaram seguir os métodos, e acabaram por criar interpretações para eles, o que pode contribuir para seu avanço.

A disciplina avançou para além das atividades descritas nesse documento, para atividades de prototipagem em MDF cortado a laser; e assim completar o ciclo de produção de um mapa tátil. Essa abordagem multidisciplinar não apenas enriquece a pesquisa, mas também contribui para um entendimento mais completo da interação entre o ambiente e as pessoas que o habitam ou utilizam. Portanto, os mapas táteis desempenham um papel fundamental na triangulação de diferentes fontes de dados, promovendo a validade da pesquisa e a criação de uma visão holística das situações estudadas.

Espera-se que este trabalho possa contribuir com futuras pesquisas sobre orientação espacial a partir de mapas e infográficos táteis arquitetônicos, e levantar alguma discussão sobre a aplicabilidade desse instrumento no ensino de projeto arquitetônico.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, p. 162, 2015.

BERNARDI, Núbia. **A aplicação do conceito do desenho universal no ensino de arquitetura: o uso de mapa tátil como leitura de projeto**. 2007. 340p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2007.

CAVALCANTI, Sylvia.; ELALI, Gleice (org.). **Temas Básicos em Psicologia Ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2011. 135p.

CENCI JUNIOR, Carlos Alberto. **A Cidade sem Olhos: centro de aprendizagem suplementar para orientação espacial**. 2015. Trabalho Final de Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2015.

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**, 2016. 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: 15 abril. 2022.

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.

DEILMANN, H.; KIRSCHENMANN, J. C.; PFEIFFER, H. **El Habitat**. Barcelona: Gustavo Gili, 1980. 176p.

FLORIO, Ana Maria Tagliari. **Os projetos residenciais não-construídos de Vilanova Artigas em São Paulo**. 2012. 2007. 417p. Tese (doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

JOSÉ, Elisabete da Assunção; COELHO, Maria Teresa. **Problemas de aprendizagem**. 9ª edição. São Paulo: Ática, 1997. 232p.

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. In: **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife, p.001-007, 2010.

ONU. **Tratado Internacional** - Declaração Universal dos Direitos Humanos.1948. Disponível em: <<http://www.pge.sp.gov.br/centrodeestudos/bibliotecavirtual/instrumentos/2decla.htm>>. Acesso em: 01 maio. 2022.

PALLASMAA, J. **Os Olhos da Pele: A Arquitetura e os Sentidos**. São Paulo: Editora Bookman, 2011. 76p.

PUPO, Regiane; ARANDA, Isadora. Sentir um quadro. In: SIGraDi 2011. **Proceedings of the 15th Iberoamerican Congress of Digital Graphics**. Santa Fé, p.281-284, 2016.

RAPOPORT, A. Human Aspects of Urban Form: Towards a Man—Environment Approach to Urban Form and Design. Londres: Pergamon Press, 1977.

SEAMON, D.; GILL, H. K. Qualitative Approaches to Environment-Behavior Research: Understanding Environmental and Place Experiences, Meanings, and Actions. In: **GIFFORD, R. (1 Ed.). Research Methods for Environmental Psychology**. Hoboken: WileyBlackwell, 2016. p.115-135.