

## The Use of Digital Fabrication as a Support to the Production of a Spatial Orientation Model at Santa Catarina Federal University

Regiane Pupo<sup>1</sup>, Vanessa Casarin<sup>1</sup>, Gabriel Querne<sup>1</sup>, Larissa Adriano<sup>1</sup>,  
Mariana Pfleger<sup>1</sup>, Venancio Perin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

[regipupo@gmail.com](mailto:regipupo@gmail.com)  
[vanessa.arg@gmail.com](mailto:vanessa.arg@gmail.com)  
[quernegabriel@gmail.com](mailto:quernegabriel@gmail.com)  
[larissakadriano@gmail.com](mailto:larissakadriano@gmail.com)  
[marianabsp96@gmail.com](mailto:marianabsp96@gmail.com)  
[venanperin@gmail.com](mailto:venanperin@gmail.com)

**Abstract.** The aim of this research project is to build and evaluate a model supported by digital technologies to help spatial orientation in the Federal University of Santa Catarina campus. The process explored a people-centered solution, based on Design Thinking, to answer the outlined research question regarding if a scale model supported by digital tools could help users in their wayfinding process in the campus. The methodology is defined as a non-linear process that analyzes user's needs. Through its three main phases: immersion (problems identification), ideation (solution findings) and prototyping (desired solution materialization) the research explores digital fabrication tools as a design support. At the same time, results showed that a model supported by digital technologies and other tools such as QR Code solutions to point directions would help campus users to easily find their destination during wayfinding process.

**Keywords:** Spatial orientation, Wayfinding, Digital Fabrication, 3D printing, University campus.

### 1 Introdução

O campus Reitor João David Ferreira Lima, sede da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), está localizado em Florianópolis, no estado de Santa Catarina, Brasil, e é atualmente setorizado em onze centros de ensino com

uma comunidade acadêmica de, pelo menos, setenta mil pessoas, em uma área de aproximadamente 450 mil metros quadrados. Posicionado no centro urbano entre os bairros Trindade, Carvoeira, Pantanal e Córrego Grande, existe uma dificuldade muito grande de usuários - estudantes, professores, funcionários e visitantes, em passagem pela área, na locomoção e orientação para determinados locais do campus. O atual método de orientação espacial ali implantado revela falta de informações, sinalização precária e danificada, bem como sua subutilização para determinados centros.

Segundo Passini (1984), a desorientação é uma questão que sempre preocupou a humanidade no passado e, com o desenvolvimento do ambiente construído, foi intensificada e ganhou mais complexidade, o que pode provocar frustração, estresse e outras consequências desastrosas. Cada indivíduo traduz à sua maneira o que é percebido no espaço e gera novos sentidos e interpretações a partir de um conhecimento vivido mediante experiências subjetivas e intersubjetivas (Toselo et. al, 2015). Passini (1984 apud CASARIN, 2012, p.52) define a orientação espacial quando:

*Pode ser entendida como um conjunto de processos naturais e cognitivos capazes de organizar as partes percebidas do ambiente em um conjunto de mapas, respeitando certas propriedades geométricas. Pode ainda ser descrita como a habilidade de uma pessoa de determinar sua posição numa representação do ambiente feita por mapas cognitivos.* (PASSINI, 1984 apud CASARIN, 2012, p.52)

Compreender as demandas por orientação espacial no campus promoverá as bases necessárias para definir um instrumento que possa auxiliar na orientação do usuário em qualquer que seja sua direção no ambiente universitário. O vasto uso de ferramentas digitais tais como técnicas de fabricação digital, por exemplo, tem sido aplicado em diversos campos de atuação e poderiam ser empregadas para colaborativamente auxiliar usuários a se locomover no campus com facilidade e decisões assertivas.

Desta forma, a presente pesquisa buscou uma ferramenta que pudesse ser instalada em um ponto estratégico de chegada ao campus, com o objetivo de fortalecer a estrutura logística da universidade e, ainda, facilitar sua vivência no âmbito universitário.

O resultado da pesquisa é uma maquete em escala 1/750 de todo o campus, produzida por ferramentas de fabricação digital, para ser utilizada como estratégia de *wayfinding* e estrutura funcional que concentra informações e indica direções, transformando processos de orientação mais acessíveis para os usuários (GIBSON, 2009). Além de propor um modelo de todo o campus universitário, este trabalho visa fornecer um melhor entendimento do espaço sendo estudado, aprimorando a percepção da comunidade universitária para com o meio em que vive.

## 2 Materiais e métodos

A metodologia de trabalho utilizada baseia-se no *Design Thinking*, processo não-linear que permite analisar as necessidades do usuário aliado a sistemas de inovação e composta por três passos que podem se sobrepor - imersão, ideação e prototipação (BROWN, 2010). O *Design Thinking* refere-se a uma abordagem direcionada ao ser humano, em que o produto ou serviço planejado deve adaptar-se ao usuário, e não o sentido oposto. Brown (2010) considera a existência de “pontos de partida” e de referência que podem ajudar no desenvolvimento do projeto, como um sistema de fases projetuais que podem, ou não, se sobrepor, de forma não-linear.

### 2.1. Processo de Imersão

Segundo Vianna et al (2012), a imersão pode ser dividida em dois períodos, denominados imersão preliminar e imersão em profundidade, em que acontece o primeiro contato com o assunto e o usuário. Na fase de imersão preliminar da presente pesquisa, com o intuito de embasar e sustentar a aplicação dos objetivos finais de intervenção, as atividades se concentraram em uma revisão sistemática, bibliográfica e de referências visuais sobre o tema. Assim, foi possível proporcionar um entendimento inicial sobre seus dois eixos norteadores: orientação espacial e fabricação digital.

A revisão sistemática teve como objetivo situar a pesquisa inicialmente em palavras-chave, para encontrar bases de realizações similares às que se almeja no caso aqui estudado. Em princípio, foram selecionadas seis palavras-chave para busca no portal “CumInCAD”, portal que reúne publicações de diversos congressos de Arquitetura e Design do mundo. As palavras-chave foram utilizadas em inglês: *Spatial Orientation* (Orientação Espacial); *Rapid Prototyping* (Prototipagem Rápida); *Digital Fabrication* (Fabricação Digital); *Tactile Model* (Maquete Tátil); *Urban Model* (Maquete Urbana); e *University campus* (Campus Universitário) com as quais foi possível encontrar 600 trabalhos. Após análise e revisão de conteúdo de todos, 73 artigos, de fato, colaboraram com a construção desta pesquisa.

Para fortalecer o processo projetual, buscou-se outros exemplos de materialização do espaço que contribuíssem para a localização e orientação espacial em locais públicos. Percebeu-se, durante esse processo, a existência de uma preocupação em relação à orientação de deficientes visuais, por meio da criação de mapas e maquetes táteis que os permitem ter um melhor entendimento do espaço em que ocupam e caminhos a serem seguidos. Entretanto, pouco se encontrou em relação a maquetes com uso voltado diretamente à orientação espacial. O uso de mapas em 2D ainda tem predominância, apesar de muitas vezes seu entendimento ser dificultado pelo excesso de informação e expressões gráficas dificultosas. Por isso, com a crescente adesão dos processos de impressão 3D e prototipagem digital pelo mercado e seu consequente custo reduzido e acesso facilitado, há uma

tendência de que os meios de expressão e comunicação por meio de tecnologias 3D ganhem maior usabilidade.

No Instituto Federal Suíço de Tecnologia de Zurich (ETHZ), na Suíça, por exemplo, a orientação espacial do campus se concretiza por uma maquete em 3D, envolvida por um pórtico que pode ser visto de vários pontos do espaço e concentra as principais informações de deslocamento, com ruas e nomenclatura dos prédios em escala acessível ao usuário (Figuras 1 e 2).



**Figura 1:** Exemplo ETHZ, Suíça. Fonte: Acervo pessoal, 2011



**Figura 2:** Detalhes ETHZ, Suíça. Fonte: Acervo pessoal, 2011

Outro exemplo de maquete física de orientação espacial em campus universitário foi a pesquisa da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP (Figuras 3 e 4), que utilizou técnicas automatizadas de produção digital para a materialização da maquete com base topográfica produzidas em laminado melamínico cortadas a laser e edifícios produzidos em tecnologia SLS - Sinterização Seletiva a Laser (CELANI et al, 2009). A maquete, com declive acentuado, está exposta no hall da biblioteca central da universidade.



**Figura 3:** Maquete Campus UNICAMP. Fonte: Acervo pessoal, 2009



**Figura 4:** Detalhe maquete Campus UNICAMP. Fonte: Acervo pessoal, 2009

Na imersão em profundidade, a fim de se obter um estudo mais acurado do local a ser estudado, procurou-se compreender as dificuldades de orientação espacial no campus, analisar os fluxos existentes, as conexões entre os centros, desenvolvendo-se, assim, estudos de campo em diferentes locais e horários. As análises foram feitas por meio de observação, levantamento das edificações e acessos ao campus, questionário com usuários e diálogos com as pessoas que utilizam o campus, de diferentes cursos, idades e interesses.

O resultado destacou a forte identidade e potencial referencial da Praça da Cidadania e seu entorno, principalmente a Biblioteca Universitária (BU). O questionário apontou que os pontos dessa centralidade foram citados 173 vezes como referência de orientação dentro do campus, dos quais 65 referem-se à Biblioteca Universitária (BU) e 56 ao Centro de Eventos e 52 à Reitoria, todos adjacentes à praça. Corroborando a este resultado, de acordo com Soares et al (2017), a praça da Cidadania é o local mais integrado e visível e, ainda, localizado próximo ao principal ponto de ônibus central da UFSC.

## 2.2. Processo de Ideação

A segunda fase da metodologia de *Design Thinking*, segundo Vianna (2012), o processo de ideação, tem o objetivo de síntese e desenvolvimento de soluções para os pontos críticos levantados na etapa anterior. Após a realização de estudos de observação, levantamento das edificações e acessos ao campus, questionário e diálogos com os usuários, pôde-se observar os pontos de convergência de fluxos e a demanda por sinalização que apoia a orientação no campus. A avaliação dos resultados auxiliou no levantamento das problemáticas e dos potenciais do local de estudo, resultando na possível confirmação da relevância da diretriz proposta em que a maquete de orientação do campus poderia ser localizada na Praça da Cidadania, ponto central do campus e conhecido por todos.

Contando com o apoio do projeto Rotas Acessíveis do Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia da UFSC (DPAE), foram necessários estudos sobre a setorização existente, pontos de acesso, rotas, ruas e

calçadas (Figuras 5 e 6). Assim, como proposta-fim do processo de ideação, a inserção da maquete teve a opção de ser posicionada ao lado do novo ponto de ônibus da BU (Biblioteca Universitária), que faz parte lateral da praça da Cidadania, permanecendo com os setores divididos por cores, e que abranja toda a extensão da cidade universitária. Isso proporciona um entendimento geral do espaço, incluindo caminhos e volumetrias, auxiliando na percepção e entendimento espacial e consequentemente no processo de orientação espacial. Complementando a função da maquete, a inserção de tecnologia de *QR Codes* - “código de resposta rápida” (SANTOS e MONTEIRO, 2012, p. 167) atua como facilitadora, uma vez que com um aparelho móvel qualquer usuário pode abrir instantaneamente o mapa exato do destino desejado, otimizando tempo e esforço.



**Figura 5:** Estudo sobre a setorização. Fonte: Adaptado de Soares et al (2017, 108p.).



**Figura 6:** Estudo da configuração do campus. Fonte: Acervo pessoal, 2019.

### 2.3. Processo de Prototipação

Segundo Vianna (et al, 2012, p.121), “A prototipação tem como função auxiliar a validação das ideias geradas” por meio da materialização da solução desejada. Nesta fase, foram realizados protótipos em diferentes escalas, tanto do terreno quanto das edificações, para a escolha do tamanho e do material mais adequado para a maquete. A escolha das dimensões que melhor se adequariam baseou-se em dois fatores: 1) as proporções da maquete e 2) na implantação de *QR codes* para facilitar o deslocamento dos usuários.

Foi objeto de estudo, portanto, definir qual técnica de fabricação digital seria adequada para a execução das volumetrias envolvidas na representação das edificações do campus. Após análises teórico-práticas, a Impressão 3D com tecnologia FDM (*Fused Deposition Modeler*) foi escolhida, visto que o método

permitiu a modelagem direta dos volumes, ao invés da planificação e subsequente encaixe das faces ou do corte à laser, o que acelerou o processo de montagem da maquete considerando a grande quantidade de volumetrias envolvidas na representação de todo o campus (cerca de 200 prédios). Optou-se pelo uso de material PLA (Poliácido láctico) colorido para as edificações, visto que este passou por uma sequência de testes, executados pela equipe do PRONTO3D – Laboratório de Prototipagem e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D, que comprovaram sua resistência às intempéries além da viabilidade econômica do material.

A realização de protótipos (Figura 7) foi fundamental para um melhor entendimento das escalas, pois ao relacionar as dimensões da base e das edificações a serem impressas, pôde-se ter compreensão da legibilidade dos prédios em seus diferentes tamanhos, já que ficaram pouco expressivos em relação ao terreno do campus quando prototipados em diferentes escalas.

O método de impressão 3D permitiu que os volumes fossem modelados em blocos e, a partir do levantamento topográfico e do mapa das edificações, disponibilizados pela própria universidade, deu-se início à etapa de modelagem 3D com o uso do programa de CAD AutoCAD 3D. Nele, todas as edificações escolhidas foram modeladas e impressas (Figura 8). Além de possibilitar o ajuste de escalas, esta fase permitiu que fosse feita uma estimativa do tempo e orçamento da impressão de toda a volumetria. Com isso, entendeu-se a escala 1:750 como mais adequada, com base em duas necessidades da maquete de orientação espacial desenvolvida: a possível inserção de *QR Codes* em cada uma das edificações impressas e, é claro, o tamanho total da maquete no contexto do local de inserção.



**Figura 7:** Protótipos iniciais em tecnologia FDM. Fonte: Autores, 2019



**Figura 8:** Impressão 3D e inserção dos prédios. Fonte: Autores, 2019

Ao consolidar a escala de aplicação e o material a ser utilizado para a execução da maquete, foi necessário decidir quais edificações do Campus seriam impressas em 3D, considerando que o alto número de edificações existentes poderia resultar em uma maquete de difícil compreensão visual.

Para tal, levou-se em conta quatro pontos principais, 1) as respostas à décima questão do questionário aplicado pela presente pesquisa (Quais são seus pontos de referência dentro da universidade?); 2) os resultados de um extenso questionário elaborado por Knak (2015) em um estudo sobre a orientação espacial na UFSC; 3) a relevância identitária e histórica dos prédios e 4) a possível poluição visual gerada na maquete pelo excesso de volumetrias.

A decisão, para facilitar o processo de fabricação digital, bem como a legibilidade e uso da maquete, foi representar bidimensionalmente na base do modelo todas as edificações em uma plotagem vinílica, bem como as ruas e outras sinalizações básicas necessárias. Já para as edificações que seriam representadas em volumetria, decidiu-se por omitir aquelas de menor volumetria e/ou menor grau de relevância, considerando os aspectos supracitados e concluindo que, assim, evitar-se-ia o excesso de informações sem prejudicar a orientação. Estas, portanto, teriam suas reais localizações em representação bidimensional. Decidiu-se, também, representar a setorização oficial do campus (Figura 9) por cores distintas, sendo aplicadas na impressão das edificações de cada setor e dispor legendas em dois lados da maquete.

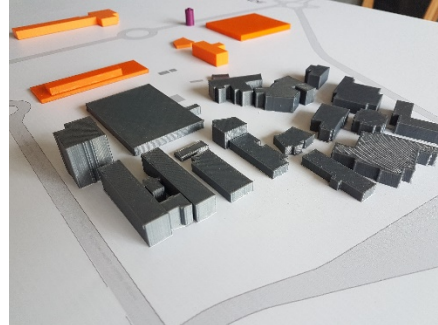


**Figura 9:** Setorização oficial do campus da UFSC. Fonte: DEPAE e Autores, 2019

Com a intenção de avaliar escala, cores, localização, texturas e a qualidade da maquete, uma maquete-teste composta por três setores da UFSC foi construída e posicionada na praça central, perto do principal ponto de ônibus do local, onde a segunda pesquisa foi realizada. Os três setores escolhidos podem ser visualizados na figura 10, com o eixo central destacado na cor laranja e os outros dois eixos diretamente conectados a este, o setor de Tecnologia e o setor de Humanidades, identificados pelas cores cinza e amarelo, respectivamente. A figura 11 ilustra o setor cinza já impresso em 3D e localizado no mapa.



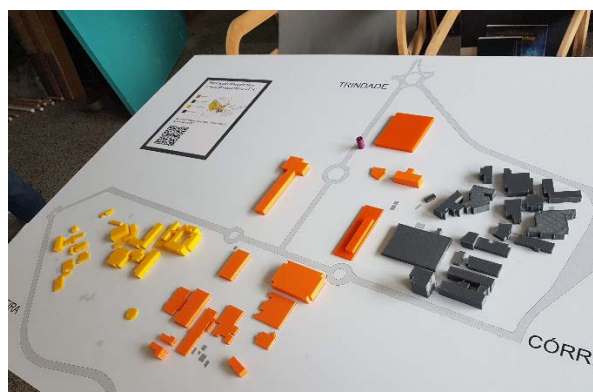
**Figura 10:** Identificação dos 3 setores para teste. Fonte: Autores, 2019



**Figura 11:** Setor cinza impresso. Fonte: Autores, 2019

### 3 Resultados

A fabricação da maquete-teste seguiu as indicações estabelecidas pela pesquisa, em que os modelos dos prédios impressos em 3D, em três cores diferentes (representadas por três setores), foram fixados em lona com proteção UV contendo a identificação de ruas, rótulas e edificações de menor porte, fixado em uma placa de compensado (Figura 12). Todo o conjunto foi apoiado em um suporte, também em compensado, para que o acesso às informações pudesse ser ergonomicamente confortável para a apreciação e consequente utilização. Para esta amostra (maquete-teste), foi criado um QR-code, também em teste, que pudesse conduzir os entrevistados do local onde a maquete estaria posicionada até um ponto aleatório do campus que, no caso, o escolhido foi o departamento de Psicologia da universidade.



**Figura 12:** Maquete-teste. Fonte: Autores, 2019

A avaliação desta fase foi estabelecida com uma pesquisa de campo, pelo posicionamento da maquete-teste no ponto de ônibus principal, já identificado como um dos pontos mais conhecidos e congestionados, observando e conversando com os usuários que ali passavam (Figura 13). Durante a pesquisa, quinze pessoas foram entrevistadas, de diferentes partes do campus, diversas idades e destinos. Na amostra, 60% tinham entre 16 e 25 anos de idade, 20% entre 25 e 26 anos de idade e os outros 20% entre 45 e 55 anos de idade. Foram aplicadas perguntas de múltipla escolha e algumas discursivas, no que diz respeito à orientação espacial no campus e as estratégias escolhidas na maquete ali implementada.



Figura 13: Maquete-teste em uso e validação. Fonte: Autores, 2019

Do total, 46,7% a indicaram a atual orientação espacial do campus ineficaz. Quando questionados sobre os acessos e rotas internas do campus, 80% indicaram que utilizam as mesmas todos os dias. No que diz respeito aos *QR-code* demonstrados na maquete-teste, 100% dos entrevistados concordaram que esta ferramenta poderia ajudar na busca pela localização desejada. Quanto à eficiência na orientação com o uso da maquete, 100% dos entrevistados consideraram que a proposta traria um sistema de localização mais eficiente do que a sinalização vigente. Como um complemento à esta pergunta, um dos entrevistados indicou que ocasionalmente algum usuário poderia ter dificuldade em utilizar os recursos propostos sozinhos, dependendo da idade deste grupo. E ainda que, instruções claras e diretas de uso da maquete e do *QR-code*, traria maior eficiência. Quanto à impressão 3D e

representação gráfica da planta do campus, 100% dos entrevistados conseguiram identificar os prédios dos centros de estudos ali demonstrados na maquete. As cores e setorização foram fundamentais nesta constatação.

A partir deste momento, a discussão, portanto, passava pelo desafio de como aprimorar os conceitos apresentados de acessibilidade, para pessoas com deficiência. No conceito de “*design possibilities*”, esta faixa da sociedade merece respeito, inclusão e assistência quanto à facilidade de uso do produto sendo proposto. Em fase de implementação, a solução está sendo discutida no âmbito da deficiência visual, primeiramente, com a inserção das legendas em relevo, além de mecanismos que possibilitem a leitura dos melhores trajetos sem a necessidade de intervenção na própria estrutura da maquete.

Finalmente, ao serem perguntados a respeito de quais pontos de referência ou guias de localização poderiam complementar a maquete, uma resposta unânime apontou a necessidade de identificar, além da topografia do campus, como, por exemplo, o lago, córregos, pontos de referência externos ao campus e alguns marcos significativos como a caixa d’água e alguns cafés mais frequentados.

## 4 Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo entender e formular, com o uso das tecnologias de fabricação e prototipagem digitais, uma proposta de maquete que auxiliará na orientação espacial no campus Reitor João David Ferreira Lima da Universidade Federal de Santa Catarina. O momento para a realização da proposta não poderia ser mais oportuno, pois, desde 2017, o Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia (DPAE) da UFSC desenvolve o projeto “Rotas Acessíveis”, com o objetivo de garantir aos usuários do campus a acessibilidade aos espaços construídos da universidade. São relevantes as alterações que o projeto coloca na realidade do campus, com alterações estruturais nos caminhos entre edificações, nas edificações, pontos de ônibus e outros.

Dentro deste contexto, é necessário avaliar a proposição da maquete para auxiliar na orientação espacial no campus, seu local de inserção e sua contribuição prática. Nesta pesquisa, avaliou-se que existe uma percepção positiva sobre a inserção da maquete na Praça da Cidadania e suas adjacências, mas as adequações propostas pelo projeto “Rotas Acessíveis” demonstraram que a área de chegada na Biblioteca Universitária - pontos de ônibus e acessos para o campus a partir da Rua Delfino Conti - sofrerá alterações significativas e abrirá novas possibilidades para a colocação da maquete em um contexto mais integrado com a nova infraestrutura do campus.

Todo o material compilado por esta pesquisa, bem como o apoio dos laboratórios do PET Arquitetura e Urbanismo e do PRONTO3D, torna viável a execução da maquete com as tecnologias de fabricação e prototipagem digitais. A parceria com o DPAE e com a Secretaria de Obras, Manutenção e Ambiente da UFSC (SEOMA) é fundamental para a execução deste elemento

construtivo que será, como avaliado por este trabalho, de alta utilidade para o deslocamento dentro do campus da UFSC.

A pesquisa, a partir de agora, se depara com os trâmites legais e financeiros para a aquisição de material, montagem e implementação da maquete no local indicado.

## Referências

- Brown, T. (2010). *Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Elsevier.
- Casarin, Vanessa. (2012). O ordenamento da mídia exterior e a transformação de paisagens de caráter comercial: o caso de São Paulo, SP. 2012. 380 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Celani, G., Matsubara, J., Vaz, C., Fávero, E. (2009). A cidade em miniatura: o uso de técnicas de Prototipagem digital para a confecção de Maquetes urbanas. In: *Proceedings of GRAPHICA*, Bauru, SP.
- Gibson, D. (2009). *The Wayfinding Handbook: Information design for public places*. Princeton Architectural Press,.
- Knak, G. (2015). Orientação Espacial e Informações Arquitetônicas: Estudo de caso em campus universitário. 2015. 242f. Dissertação (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Passini, R. (1984). *Wayfinding in architecture*. Nova York: Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- Santos, N.; Monteiro, A. (2012). O QR code nas bibliotecas escolares. In: ENCONTRO SOBRE JOGOS E MOBILE LEARNING. *Proceedings of Encontro sobre jogos e mobile learning* (p. 166-174). Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.
- Soares, M., Grosskopf, G. G., ELI, J. R., SABOYA, R. T. de, & BARTH, F. (2017). O ambiente construído e a ocorrência de crimes: uma análise em estacionamentos de campus universitário. *PARC - Pesquisa Em Arquitetura e Construção*, 8(2), 102-116.
- Tosello, M.E.; Rodríguez, G. (2015). Esquemas de organización espacial para bases de datos de redes de conocimiento. Alternativas para representar sus elementos y relaciones en tiempo real. In: *SIGRA DI 2015 Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, SIGraDi* (p. 459-464). São Paulo: Blucher. ISSN 2318-6968, ISBN: 978-85-8039-136-7
- Vianna, Maurício et al. (2012). *Design Thinking: Inovação em Negócios*. Mjv Press.