

PROCESSO PROJETUAL DE UMA COBERTURA EM MADEIRA PARA PEDESTRES: INICIAÇÃO À ABORDAGEM PARAMÉTRICA

PROCESO DE DISEÑO DE UNA CUBIERTA DE MADERA PARA PEATONES: INICIACIÓN AL ENFOQUE PARAMÉTRICO

DESIGN PROCESS OF A PEDESTRIAN WOODEN CANOPY: INICIATION TO THE PARAMETRIC APPROACH

ONOFRE, CARLOS EDUARDO LINS

Mestre, doutorando pelo PPGAU/UFRN, Funpec/INFRA-UFRN, e-mail: clonofre@gmail.com

BULHÕES, RAFAELLA PRYSCILA GOMES

Mestranda pelo PPAPMA/UFRN, e-mail: rafaellabulhoes@yahoo.com.br

LIMA, TÁCIO FERNANDES DOS SANTOS

Mestrando pelo PPAPMA/UFRN, e-mail: tacio.arquitetura@gmail.com

RESUMO

O artigo descreve o processo projetual de um elemento arquitetônico cujo objetivo é conectar dois edifícios do Departamento de Arquitetura da UFRN, no Campus Universitário Central. A proposta se insere no contexto da disciplina "Oficina de Projeto Computacional" e atividade de extensão "Oficina de Projeto Paramétrico", tendo sido desenvolvida como trabalho principal por equipes de discentes formados em Arquitetura e Urbanismo ou Engenharia Civil. Uma das principais restrições do projeto relacionou-se aos materiais de construção, que consistiram principalmente em peças delgadas de madeira. Para a equipe em questão, o processo foi iniciado por um concurso de ideias interno, seguido de sessão de *brainstorming*, estudos de referências e encontros presenciais para a construção de um modelo 3D virtual. O produto consistiu em uma cobertura para o trajeto de pedestres entre os edifícios, feita em módulos estruturais de forma pentagonal fechados por ripas, rotacionados sucessivamente de modo a criar um efeito visual com intenção de ser dinâmico ao usuário. A proposta também foi modelada no *Rhinoceros* associado ao *plugin Grasshopper*, para a sua aplicação às possibilidades de parametrização. A aplicação do projeto arquitetônico ao *Rhinoceros* e *Grasshopper* foi parcial, devido às limitações de tempo e ao contato recente da equipe com este tipo de ferramenta. Contudo, a parametrização foi possível em alguns aspectos como rotações, dimensões e espaçamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto Paramétrico; Metodologia de Projeto; Estrutura em Madeira; Cobertura para Pedestres.

RESUMEN

El artículo describe el proceso de diseño de un elemento arquitectónico que tiene como objetivo conectar dos edificios del Departamento de Arquitectura de la UFRN en el Campus Universitario Central. La propuesta se encuadra en el contexto de la asignatura "Taller de Diseño Computacional" y la actividad de extensión "Taller de Diseño Paramétrico", desarrollada como el trabajo principal por equipos de graduados en Arquitectura y Urbanismo o Ingeniería Civil. Entre las principales limitaciones del proyecto estaban los materiales de construcción, que consistían principalmente en piezas delgadas de madera. Para el equipo en cuestión, el proceso se inició mediante un concurso interno de ideas seguido de una sesión de brainstorming, estudios de referencia y reuniones cara a cara para construir un modelo 3D virtual. El producto consistió en una cubierta para peatones entre los edificios, hecha de módulos estructurales pentagonales cerrados con listones, rotados sucesivamente para crear un efecto visual deseado para ser dinámico para el usuario. La propuesta fue modelada en Rhinoceros asociado con el complemento Grasshopper, para su aplicación a las posibilidades de parametrización. La aplicación del diseño arquitectónico a Rhinoceros y Grasshopper fue parcial debido a limitaciones de tiempo y al reciente contacto del equipo con este tipo de herramienta. Sin embargo, la parametrización fue posible en algunos aspectos, como rotaciones, dimensiones y espaciado.

PALABRAS CLAVES: *Diseño Paramétrico; Metodología del Diseño; Estructura de Madera; Cubierta para Peatones.*

ABSTRACT

This paper describes the design process of an architectural structure meant to connect two buildings of UFRN's Department of Architecture, at the university's Central Campus. This proposal was the main assignment of a "Computational Design Workshop" class and "Parametric Design Workshop" extension activity, completed by teams of Architecture and City Planning or Civil Engineering graduates. One of the main design constraints was on building materials, which consisted mainly of slender pieces of timber. An internal creative competition kickstarted design process for the team subject of this paper, followed by a brainstorming session, reference search and presential meetings to construct a virtual 3D model. The product was a pedestrian canopy connecting both buildings, made of successively rotated pentagonal shaped structural modules closed with slats, aiming a dynamic visual effect for the user. The design was modeled in Rhinoceros associated with the plug-in Grasshopper, applying parametric possibilities. The architectural design was partially applied to Rhinoceros and Grasshopper, due to time limitation and the team's recent contact with this kind of tool. Nevertheless, parametrization was possible in some features such as rotations, dimensions and spacing.

KEYWORDS: *Parametric Design; Design Methodology; Timber Structure; Pedestrian Canopy.*

1 INTRODUÇÃO

No primeiro semestre de 2019, foi ofertada pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, a disciplina “Oficina de Projeto Computacional”, em conjunto com a atividade de extensão “Oficina de Projeto Paramétrico”, para alunos já graduados em Arquitetura e Urbanismo ou Engenharia Civil. Inicialmente, as atividades consistiram em aulas expositivas sobre projeto paramétrico através de ferramentas computacionais; nos últimos encontros os alunos foram divididos em equipes, para que desenvolvessem propostas arquitetônicas nas quais pudesse ser aplicado o tema principal da disciplina. Os docentes trouxeram um problema bastante próximo para os alunos: conectar o Bloco dos Laboratórios de Arquitetura – um espaço familiar à maioria dos participantes – a um novo edifício que se erguia vizinho, onde o espaço ocupado pelo Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo viria a ser expandido. As duas edificações, que agora formariam um conjunto unido em sua base por uma nova praça, teriam de ser articuladas por um elemento arquitetônico coberto, necessariamente sujeito às limitações de materiais, mão de obra e custos disponíveis à Universidade. Desse modo, os projetistas/alunos notaram condições desafiadoras acompanhando essa proposição aparentemente simples: a dominância de peças de madeira delgadas (tais como barrotes, caibros, ripas) na lista disponível, a impossibilidade de uso de materiais e tecnologias não listadas, e a necessidade de exequibilidade dentro das capacidades comuns da mão de obra média. Necessitou-se considerar, ainda, as demais limitações típicas como: legislação, custo, condicionantes ambientais do entorno ou preocupações de ordem estética. Os projetos das equipes foram julgados por uma comissão e um deles foi escolhido para execução futura. Mesmo com o foco na possibilidade real de construção, ficou claro que também se tratava de um exercício projetual que exigia atenção aos propósitos da disciplina e atividade de extensão, como a inserção de variáveis parametrizáveis e a adoção de uma linguagem cujo efeito visual fosse complexo. Será apresentado aqui um relato do exercício projetual a partir da experiência de uma das equipes, com ênfase no processo de projeto.

2 O PROCESSO PROJETUAL: CONDIÇÕES, MÉTODOS E DESDOBRAMENTOS

PRIMEIRAS INTENÇÕES PARA O PROCESSO PROJETUAL

O tempo e o ritmo para o desenvolvimento do projeto foram condicionados principalmente pelo cronograma da disciplina. Esta etapa foi iniciada no dia 22 de maio de 2019 – quando os grupos de trabalho foram formados – e a data de entrega estipulada para 18 de junho do mesmo ano. O primeiro dia de desenvolvimento do projeto consistiu na apresentação do enunciado que apresentou os condicionantes e o programa de necessidades. Neste primeiro momento de contato com a proposta, os docentes pediram aos grupos que desenvolvessem um plano de trabalho simplificado, em estrutura de tópicos. O planejamento da equipe enumerou:

- 1) Meios de comunicação: Rede social (*Whatsapp*) e presencial, em reuniões no turno noturno, nos Laboratórios de Arquitetura; 2) Agendamento de visita ao local, durante o dia, em data a definir; 3) Concurso de ideias interno, seguido de sessão de brainstorming; 4) Elaboração de maquetes conceituais para estudo da proposta elaborada; 5) Desenvolvimento da proposta no *Rhinoceros/Grasshopper* e softwares auxiliares. Cronograma: Visita ao local: 23/05/2019; Concurso de ideias: 28/05/2019; Brainstorming: 28/05/2019; Maquetes: 04/06/2019; Desenvolvimento no software: Até 11/06/2019. (Notas da equipe, 22 de maio de 2019)

Inicialmente, o grupo possuía quatro componentes arquitetos e urbanistas, estando três presentes no dia 22 de maio. O quarto componente ausente, ainda antes do início do desenvolvimento da proposta, não pôde mais participar da atividade, e o grupo seguiu como trio. O resultado do primeiro planejamento levou em consideração a disponibilidade de horários, meios de comunicação e como as ideias surgiriam e seriam articuladas e desenvolvidas. Os componentes do grupo teriam que conciliar a atividade com suas demais funções profissionais e acadêmicas, portanto, não puderam ter dedicação em tempo integral ao projeto. Pelas mesmas razões, as possibilidades de contato pessoal também eram limitadas e condicionadas a concordâncias de horários, o que levou a equipe a crer que o projeto também deveria ser desenvolvido através de mensagens pelas redes sociais, o que de fato ocorreu. É interessante salientar, entretanto, que a comunicação ocorrida pelas redes sociais se referiu mais a aspectos operacionais que ao desenvolvimento

da proposta em si; as ideias projetuais surgidas em grupo foram, essencialmente, experienciadas nos momentos presenciais nos dias das aulas – o que acabou alterando um pouco as datas pretendidas no cronograma inicial. O grupo também planejou visitar o local do projeto, o que teve sucesso parcial por estar em obras. A localização da circulação entre os dois edifícios envolvidos na atividade era próxima à cerca do canteiro, o que possibilitou ver elementos como desníveis, rampa, pavimentação, vegetação e relação com o entorno.

Foi decidido, ainda no primeiro contato entre os integrantes da equipe, que o lançamento das propostas iniciais para o projeto seria feito em um formato híbrido entre concurso de ideias e *brainstorming*. Isto é: cada integrante do grupo elaboraria individualmente (ao longo de aproximadamente uma semana) as suas ideias para o projeto, e em uma reunião presencial todas seriam apresentadas e avaliadas entre os componentes. A ideia mais interessante serviria como a base do partido arquitetônico a ser conjuntamente desenvolvido. Adianta-se que esta etapa ocorreu de fato e será mais bem detalhada em itens seguintes. Havia ainda a intenção de se construir maquetes conceituais da proposta. Durante a discussão, ficou subentendido que seriam modelos físicos, que foram substituídos por modelagem eletrônica, o que também será mais bem explicado adiante.

O desenvolvimento da proposta no *Rhinoceros* e seu *plugin Grasshopper* foi uma etapa essencial no que diz respeito aos objetivos da própria disciplina, que teve como uma de suas ênfases o treinamento para o uso das ferramentas. Como poderá ser observado no relato que se seguirá nos próximos itens, a complexidade da proposta arquitetônica atingida, mostrou-se muitos passos além do tempo de contato e aprofundamento dos integrantes do grupo com o software, o que resultou em um resultado parcial (entretanto considerado proveitoso) da aplicação dos conceitos e possibilidades de parametrização no elemento arquitetônico apresentado.

ESTUDOS DE REFERÊNCIAS

Ainda no primeiro dia de contato da equipe com a proposta foi iniciada uma busca por referências projetuais, motivada pelos docentes da disciplina. Foram inseridas no buscador Google palavras-chaves como “*parametric pedestrian bridge*” ou “*parametric footbridge*”, entre outros termos, com o objetivo de encontrar elementos arquitetônicos com uso semelhante feitos sob a metodologia do projeto paramétrico. Alguns dos resultados encontrados foram três passarelas em cidades chinesas: uma em Quingpu¹, do escritório CA-Design (ARCH2O, s/d); outra em Foshan², pelo escritório ADARC Associates (KWOK, 2016); e uma em Shenzhen³ do escritório Tanghua Architects and Associates (TANGHUAN ARCHITECTS, s/d). Também apareceram na busca a Peace Bridge⁴ em Calgary, Canadá, por Santiago Calatrava (CALATRAVA, s/d); e uma proposta de passarela em Paris⁵, da arquiteta Manuelle Gautrand, realizada para um concurso de projetos (GAUTRAND, s/d). É importante esclarecer que apesar da busca ter sido direcionada aos projetos paramétricos, não necessariamente há garantias que os resultados encontrados tenham seguido a metodologia.

Entre as referências vistas, a passarela em Quingpu, a passarela de Foshan e a proposta da passarela em Paris foram consideradas pelo grupo as mais relevantes ante as condições do enunciado do projeto, especialmente pelos materiais disponíveis, que seriam peças estruturais em madeira como ripas, barrotes e caibros em maçaranduba disponíveis no acervo ou à aquisição pelo Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos da UFRN (SIPAC). A proposta do escritório CA-Design, datada de 2008, se mostrou particularmente interessante pelo uso da triangulação na estrutura, através de peças delgadas de metal, que cobriam uma superfície inclinada – uma situação parecida com a encontrada na rampa que liga os Laboratórios de Arquitetura ao novo edifício. Já a proposta do escritório ADARC Associates, de 2015, usa estruturas delgadas de maneira complexa, com a formação de pórticos com variações sutis e sucessivas entre si, formando um efeito visual dinâmico ao pedestre em movimento, e de exequibilidade aparentemente simples. A proposta de Manuelle Gautrand, de 2013, também utiliza estruturas delgadas em formas geométricas postas sucessivamente, mas com a particularidade de utilizar variações mais diversas entre si, repletas de angulações e distorções de efeito particularmente dinâmico e escultórico. O pentágono pareceu ser a forma geométrica básica para as distorções.

DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA PROJETUAL

Concomitantemente à busca de estudos de referências, foi dado início ao desenvolvimento da representação da proposta projetual. Como planejado inicialmente, cada integrante do grupo elaborou suas ideias separadamente e, em seguida, os produtos foram discutidos em uma sessão de *brainstorming*, a fim de se chegar ao partido arquitetônico a ser desenvolvido. É interessante reforçar que, nessa fase, as primeiras e

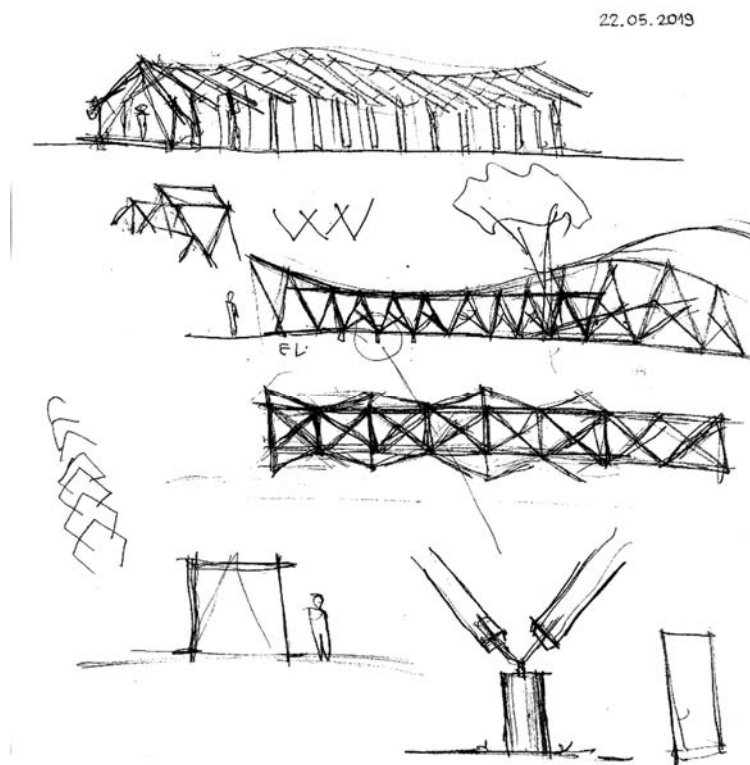
principais restrições para o projeto já foram estabelecidas pelo enunciado da atividade. Se tomada a classificação de restrições de Lawson (2011, p. 103-105), viu-se que havia uma diversidade de fatores a serem considerados entre: radicais (por exemplo, ser coberto), práticas (como usar os materiais e mão de obra disponíveis à universidade), formais (ter uma forma complexa e coerente com o design paramétrico), e simbólica (comunicar-se com o conjunto arquitetônico onde estaria inserido). Outro fato relevante a ser mencionado é a pouca familiaridade dos componentes do grupo com projetos em estrutura de madeira.

O encontro ocorrido no dia 29 de maio revelou os primeiros desenhos e conceitos que os motivaram. Predominaram as formas feitas em estruturas treliçadas ou geométricas com peças delgadas, condizentes com o material disponível (Figura 1). Uma das ideias para os elementos construtivos que particularmente agradou ao grupo foi a de referir-se à forma estrutural da cobertura dos Laboratórios de Arquitetura (Figura 2). Contudo, durante o *brainstorming*, foi lançado e discutido o principal conceito que guiaria o partido: promover a variação de sensações no usuário ao longo de seu movimento durante o percurso a pé, analogicamente ao que Abbud (2006) aplica às suas observações sobre projetos paisagísticos:

O projeto de paisagismo deve fazer uso do jogo de dissimular e mostrar certos elementos, fazendo com que percursos sejam marcados por prazerosas descobertas. A modelagem espacial diversificada por meio dos volumes vegetais e construídos é a base de um bom projeto paisagístico. É por esse percurso que teremos sensações diferenciadas, incluindo a sensação de beleza (ABBUD, 2006, p. 20).

Variações entre planos que se expandem e comprimem, uma cobertura que se mostra ora mais alta ora mais baixa, sugestões de passeio do olhar por formas curvas, variações nas réstias da iluminação natural, sucessões de linhas e planos que parecem se movimentar ao acompanhar o caminhar do pedestre – são exemplos de estratégias projetuais que poderiam provocar vários efeitos sensoriais no usuário – e que também foram observadas nos estudos de referências. Dessa maneira, as primeiras ideias surgidas jogaram com as possibilidades da forma dinâmica que se organizasse ao longo de um eixo correspondente ao trajeto pretendido.

Figura 1: Exemplo de desenvolvimento de propostas projetuais com croquis (detalhe)



Fonte: LIMA, 2019.

Figura 2: Treliça da cobertura dos Laboratórios de Arquitetura (projeto do arquiteto Fernando Costa)



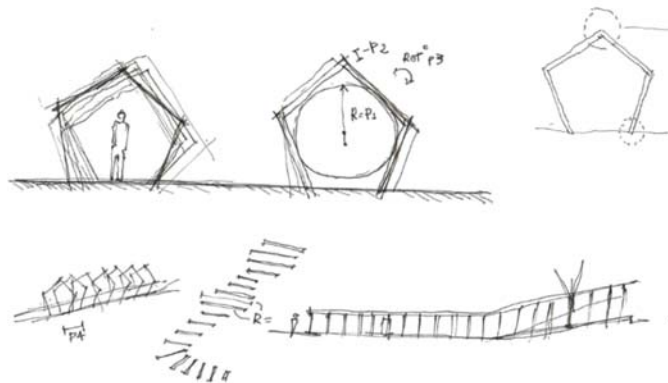
Fonte: ONOFRE, 2019.

Em resumo, ao se levar em consideração: (i) a necessidade de ser elaborada uma cobertura que abrigasse o pedestre entre um ponto e outro do complexo de edifícios de Arquitetura e Urbanismo, (ii) a forma complexa que deveria ser condizente com o processo de projeto paramétrico, (iii) os estudos de referências, e (iv) o partido de se criar um percurso dinâmico e que provocasse diferentes sensações e efeitos visuais ao usuário, a equipe viu na forma geométrica variável sucessivamente um ponto de partida interessante que preencheria os requisitos e objetivos do exercício.

Na sessão de *brainstorming* uma componente da equipe recordou da aplicação de um pentágono com base cortada, como um pórtico único feito em peças delgadas de madeira, no altar projetado pela arquiteta e urbanista Camilla Bandeira para um casamento ao ar livre⁶, visto anteriormente em uma rede social (BANDEIRA, 2019). Foi interessante perceber, nesse momento, que a referência não se manifesta apenas nos projetos ou imagens pesquisadas intencionalmente e ativamente pela motivação do projeto específico. Referências apreendidas em momentos passados, que podem surgir inesperadamente na memória do projetista em outras etapas do trabalho, agregam-se ao processo se for conveniente. Isso pode ser relacionado, inclusive, ao ceticismo de Lawson (2011) sobre a noção de que o processo projetual ocorreria em etapas sequenciais, independentes e facilmente distinguíveis.

Durante os estudos de referências já havia sido notado o emprego do pentágono com a base cortada na aplicação escultórica e retorcida do projeto da arquiteta Manuelle Gautrand para a passarela em Paris – o qual poderia ser repensado, dentro de padrões e variações diferentes, na elaboração de um efeito visual atraente. No caso da proposta do exercício da disciplina, além da necessidade de se realizar uma estrutura complexa, seria muito importante se pensar na exequibilidade e limitação de materiais. Após discussão, o grupo observou que mantendo-se um pentágono de mesmo tamanho, mas com peças rotacionadas sucessivamente, poderia ser obtida uma forma de aparência intrincada composta por partes relativamente simples (Figura 3).

Figura 3: Croqui ilustrativo da ideia básica do projeto

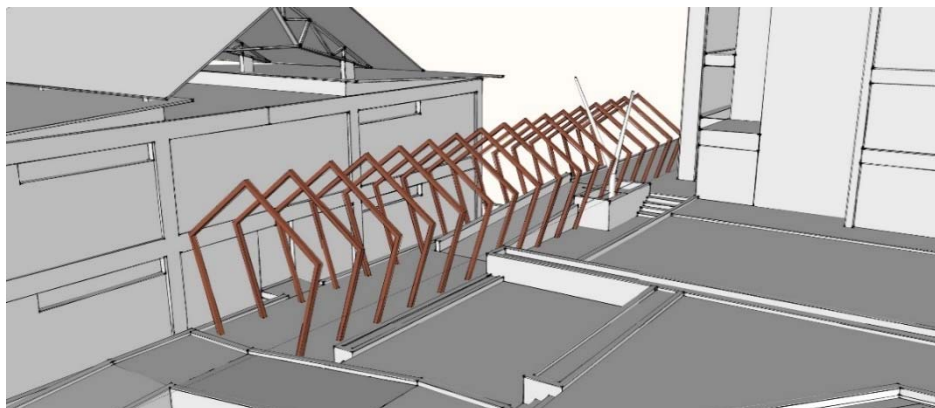


Fonte: LIMA, 2019.

Após os avanços no partido, a equipe utilizou o software *Sketchup* para modelar o elemento arquitetônico, e assim ter uma visualização tridimensional do conceito a ser adotado. O modelo do entorno já havia sido fornecido pelos professores responsáveis, e a partir dele a proposta começou a ser construída digitalmente. De início foi elaborado um pentágono considerando o material disponível. Foi adotado o barrote em maçaranduba 3"X4"X6,00m como ponto de partida. A primeira dimensão do pentágono foi pensada levando-se em consideração a prescrição da ABNT NBR 9050:2015 que veda a existência de obstáculos suspensos não sinalizados a uma altura menor que 2,10m. Portanto, foi estimada uma dimensão de lado do pentágono em torno de 3,00m, de modo que formasse uma estrutura grande o bastante e que fosse uma divisão do comprimento da peça disponível sem acarretar desperdício (Figura 4). Nesse momento, o projeto migrou com mais ênfase da esfera conceitual para a prática, uma vez que critérios relativos à legislação e exequibilidade passaram a ter mais protagonismo.

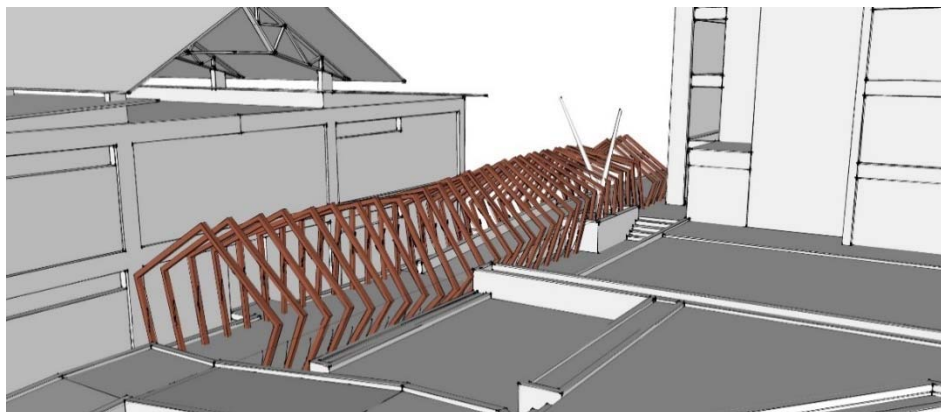
Dispostos os elementos estruturais ao longo do percurso, foi pensada a rotação das peças a partir dos seus centros. Primeiramente foi tentada a rotação sucessiva de cinco em cinco graus. Entretanto, ao observar o modelo, a equipe percebeu que a certo ponto o pentágono rotacionado ficaria com o barrote a uma altura inferior à mínima estabelecida para elemento suspenso pela NBR 9050. Nesse ponto, o risco da "armadilha da imagem" (Lawson, 2011, p. 213) pareceu iminente: o efeito de rotação completa que imageticamente seria interessante poderia gerar uma discordância entre projeto e restrição legal. Essa limitação levou à ideia de se rotacionar o conjunto sucessivamente até certo ponto, e, a partir dele, voltar a rotação, formando uma figura quase que dobrada (Figura 5). Dessa maneira, as rotações adotadas foram de cinco em cinco graus, até vinte e cinco, e, a partir desse valor, rotações decrescentes até o zero (0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 20°, 15°...). Essa gradação foi obtida pela exploração de vários níveis de rotações e espaçamentos, quando foram observados os resultados que mais se adequaram às dimensões mínimas exigidas e às expectativas funcionais e visuais do grupo.

Figura 4: Disposição das peças base em modelo do *Sketchup*.



Fonte: Os autores sobre base cedida pelos docentes da disciplina ARQ5050, 2019.

Figura 5: Simulação da rotação das peças estruturais.

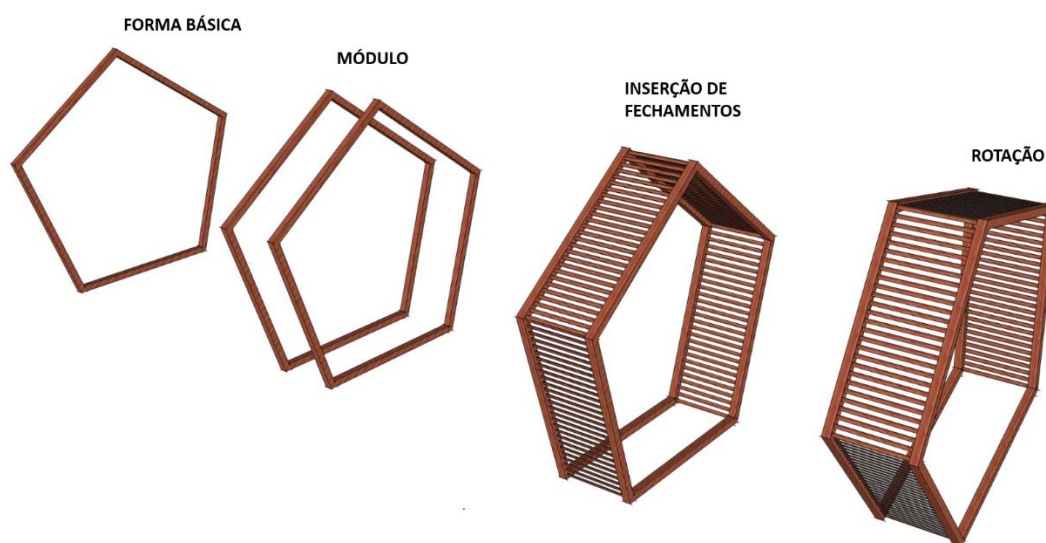


Fonte: Os autores sobre base cedida pelos docentes da disciplina ARQ5050, 2019.

Após pensada a estrutura principal, a equipe observou a necessidade de se propor uma cobertura para o conjunto, uma vez que seria necessária para efetivar o uso essencial do elemento arquitetônico: a proteção. No caso, foram adotadas ripas de maçaranduba de 01X05cm com 2m de comprimento, dispostas com espaçamento curto, de modo a poder receber espécies trepadeiras. Dessa maneira, as ripas poderiam oferecer proteção contra o sol (intempérie mais comum), e contra o volume de uma chuva típica. A lista de materiais dispunha opções de telhas, mas todas foram julgadas pela equipe como esteticamente desfavoráveis à proposta.

Foi percebido, durante a sessão de discussão sobre o projeto, que seria tecnicamente problemático ligar com as ripas dois pórticos em rotações diferentes, uma vez que formariam um plano curvado que tornaria a eventual execução muito mais difícil. Dessa maneira, foi elaborada a solução de se dispor duas estruturas básicas do pentágono, com mesma rotação, ligadas pelas ripas em seus planos comuns, formando, assim, um módulo estrutural básico (Figura 6). Este módulo seria, portanto, a célula da estrutura e cada um que compusesse o percurso receberia a sua rotação de cinco graus em relação a um outro adjacente. Dessa maneira, foi possível cobrir o elemento arquitetônico com as ripas em planos retos e, ao mesmo tempo, promover a rotação que causaria o efeito visual interno desejado.

Figura 6: Evolução da forma básica ao módulo com fechamentos.

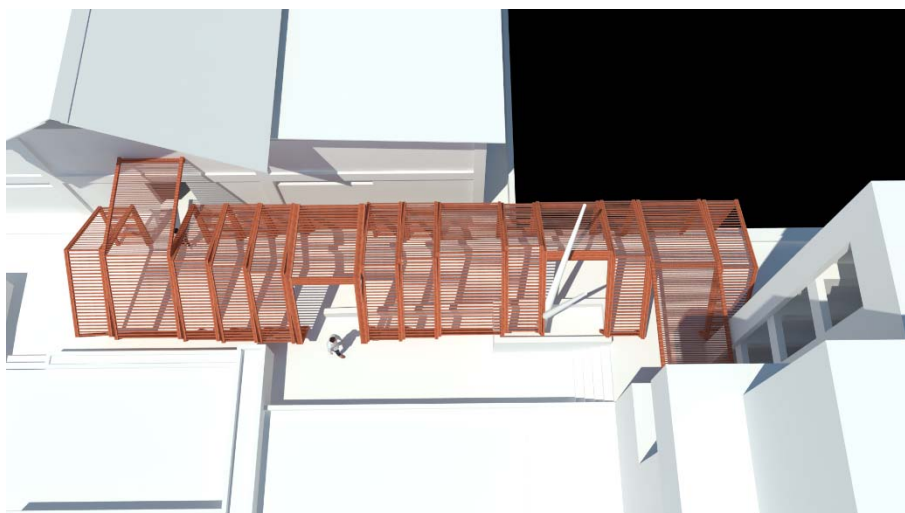


Fonte: Os autores, 2019.

Esta solução estrutural levou à elaboração de dois tamanhos de módulos: com um ou dois metros de largura – condicionados para serem divisões dos comprimentos das ripas disponíveis, sem desperdício de material. Dessa maneira, foi possível locar módulos mais largos em pontos onde fossem interessantes, tais como: entrada dos Laboratórios de Arquitetura, entrada do novo edifício do PPGAU, passagem entre a rampa que a cobertura abriga e a circulação dos degraus adjacentes (garantindo permeabilidade de circulação onde convém), e o ponto onde fica a árvore existente no terreno (Figura 07). Outra adaptação proposta na estrutura é a “suspensão” de um dos lados dos pentágonos nas entradas dos edifícios, dessa maneira, marcando-as (Figura 8). A união das peças foi proposta pelo encaixe tipo macho-fêmea, associado a parafusos, de modo que a estrutura possa ser facilmente mantida com a reposição dos perfis que eventualmente sofram desgaste (Figura 9).

É interessante ressaltar que, ao todo, chegou-se a apenas seis tipos de perfis de módulos diferentes (um para cada rotação de zero a vinte e cinco graus), que combinados sucessivamente em ordem crescente e decrescente, com espaçamentos diferentes (um ou dois metros) e variações nos fechamentos com as ripas (entre vãos abertos e fechados), ao aliarem-se com a subida da rampa, ganham o efeito dinâmico pretendido desde o início da concepção. A linha de piso funciona como um limite que “corta” o pentágono, de modo que sua figura completa é apenas subentendida – pois a base seria um obstáculo construído para o trânsito de pessoas. O ponto de corte foi obtido testando-se a qual altura o vão de passagem mínimo se manteria livre, ao mesmo tempo em que teria largura suficiente para ladear a rampa.

Figura 7: Módulos com um ou dois metros de largura associados.



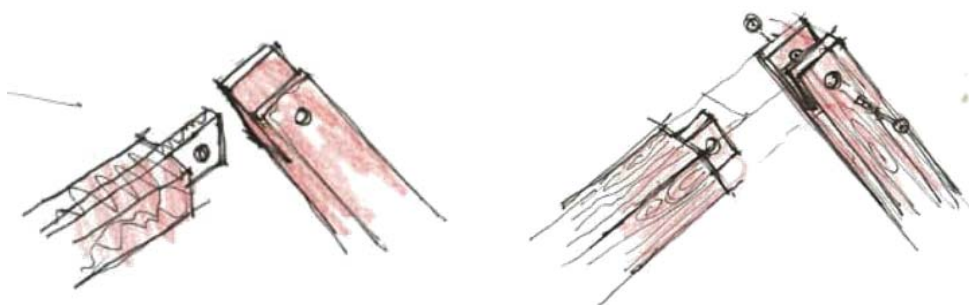
Fonte: Os autores sobre base cedida pelos docentes da disciplina ARQ5050, 2019.

Figura 8: Aspecto da estrutura proposta para apresentação à comissão julgadora.



Fonte: Os autores sobre base cedida pelos docentes da disciplina ARQ5050, 2019.

Figura 9: Croqui esquemático do sistema de fixação das peças



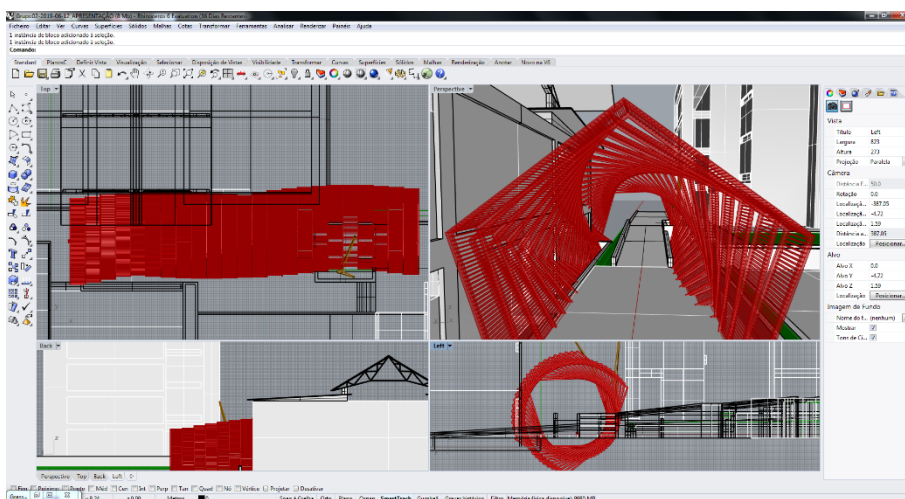
Fonte: LIMA, 2019

Em paralelo ao desenvolvimento da proposta no *Sketchup*, foi iniciada a construção do modelo no software *Rhino* em conjunto com o *plugin Grasshopper*, de modo a incorporá-lo às metodologias de projeto paramétrico, pré-requisito do projeto desde a primeira fase de concepção.

Apesar dos diversos encontros entre membros da equipe e os professores e monitor da disciplina, devido à complexidade da estrutura e pouca familiaridade dos projetistas com a linguagem de parametrização (a disciplina foi o primeiro contato com o processo e suas ferramentas), só foi possível a concretização parcial da ideia no *Rhino*. Entretanto, chegou-se a um resultado que possibilitou a modelagem dos módulos básicos de um metro de largura, a observação da forma geral do objeto arquitetônico no entorno e as possibilidades de parametrização de algumas variáveis, tais como: dimensões das peças estruturais (barrões e ripas); dimensão do raio do módulo; quantidade de ripas nos fechamentos – sendo possível simular maior ou menor permeabilidade das peças; rotação entre os módulos.

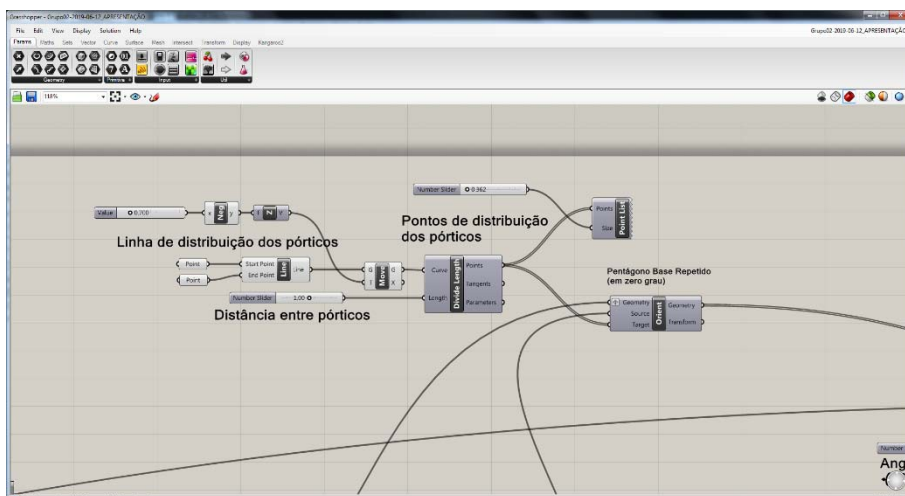
Entende-se que os parâmetros atingidos já proporcionaram uma observação relevante das potencialidades da metodologia e ferramentas aplicadas ao projeto. Infelizmente, a operação para quebra da sucessão da rotação entre os módulos ao se chegar nos vinte e cinco graus e a variação nas larguras sem sequência pré-estabelecida se mostraram complexas demais para as possibilidades da equipe no tempo disponível. Contudo, foi possível observar as grandes variações no efeito visual que diferenças sutis de rotação (como de cinco para seis graus) poderiam causar (Figuras 10 a 12).

Figura 10: Modelo do objeto arquitetônico na interface do software *Rhino* através do *plugin Grasshopper*.



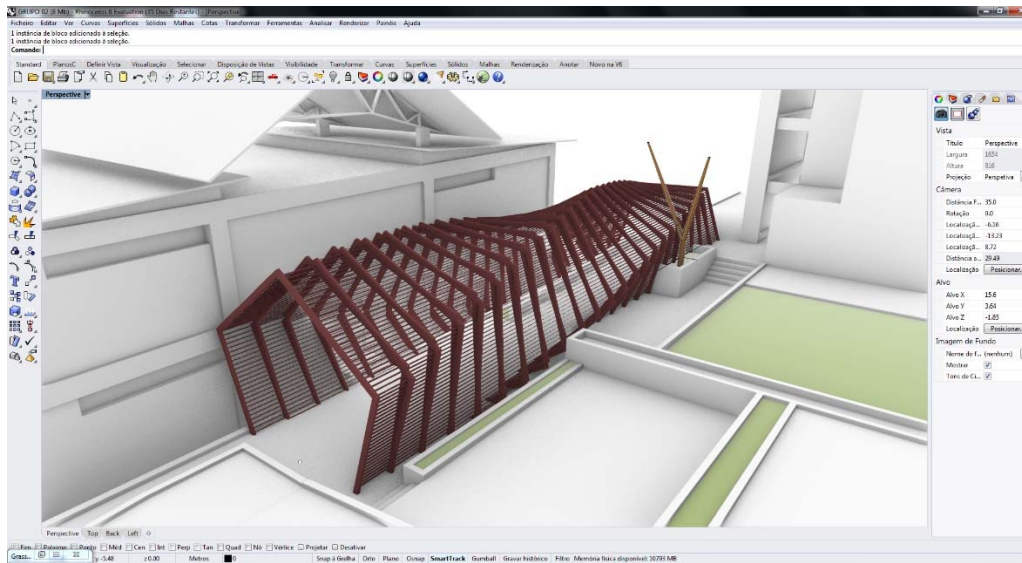
Fonte: Os autores sobre base cedida pelos docentes da disciplina ARQ5050, 2019.

Figura 11: Detalhe do algoritmo na interface do *plugin Grasshopper* referente à modelagem da proposta arquitetônica.



Fonte: Os autores, 2019.

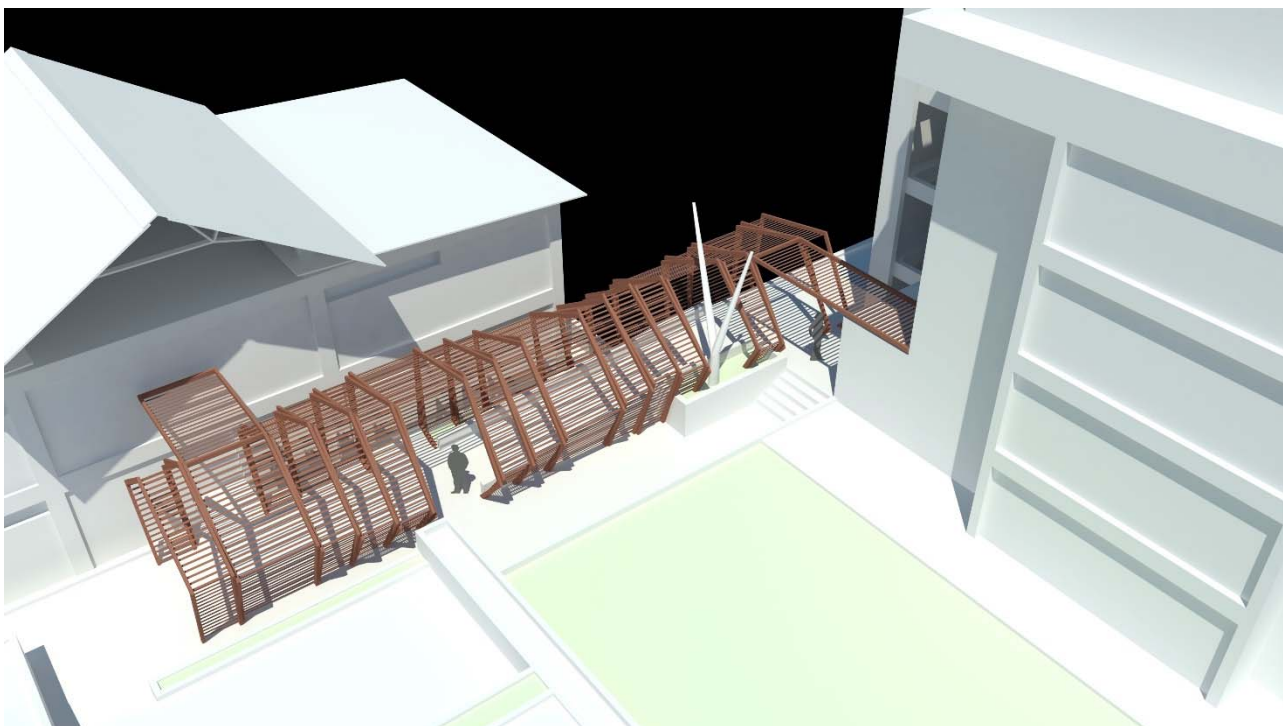
Figura 12: Modelo atingido pela equipe renderizado na interface do software *Rhinceros*.



Fonte: Os autores sobre base cedida pelos docentes da disciplina ARQ5050, 2019.

A proposta como descrita foi apresentada a uma banca examinadora no dia 12 de junho de 2019, a qual julgou posteriormente qual projeto seria prototipado e possivelmente executado. Nesta apresentação, os docentes envolvidos ofereceram observações que foram consideradas pela equipe na elaboração da forma final do projeto, entregue no dia 18 do mesmo mês. As sugestões que foram incorporadas ao anteprojeto apresentado, associadas a outros ajustes que surgiram durante o detalhamento do desenho técnico, acarretaram as seguintes alterações: o distanciamento das ripas para 10cm de vão entre si; posicionamento dos fechamentos em ripas para a face interna dos barrotes (e não dos eixos) para melhor performance estrutural; utilização dos barrotes de 3"X5"X6m como elemento estrutural principal; e remanejamento entre os módulos de um metro e dois metros de largura para melhor concordância entre entradas/saídas, árvore existente e acesso aos degraus laterais (Figura 13).

Figura 13: Representação tridimensional da versão final da proposta no software *Sketchup*.



Fonte: Os autores sobre base cedida pelos docentes da disciplina ARQ5050, 2019.

3 CONCLUSÃO

Pode-se avaliar que a documentação do processo projetual traz à tona como condições específicas – e por vezes restritas – podem tornar a experiência, mesmo que complexa e desafiadora, repleta de nuances que a fazem mais interessante como exercício. O trabalho com peças de madeira com características pré-estabelecidas, a ser traduzido em um elemento arquitetônico para espaço e função bem definidos, com prioridade à fácil exequibilidade, forçaram a equipe a buscar estratégias realistas na obtenção da forma complexa. O uso de um software mais familiar para a modelagem prévia da proposta sugere que o contato muito recente dos componentes do grupo com o método paramétrico, cuja representação é construída através de algoritmos, inibiu o desenvolvimento inicial da proposta imediatamente no *Rhinoceros* e *Grasshopper*. Comenta-se, também, que o projeto acabou por ficar mais complexo que os limites do conhecimento recém-adquirido, o que deixou o emprego da parametrização em um nível parcial no caso em estudo. Apesar das limitações enfrentadas, avalia-se que o primeiro contato da equipe com a linguagem, aplicando-a à ideia da forma mais amadurecida em ferramentas familiares, já foi capaz de ilustrar as possibilidades do projeto paramétrico para propostas futuras.

4 REFERÊNCIAS

- ABBUD, Benedito. *Criando paisagens: Guia de trabalho em arquitetura paisagística*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ARCH2O. Quingpu Pedestrian Bridge. *Arch2o*. [S/d]. Disponível em: <https://www.arch2o.com/quingpu-pedestrian-bridge-ca-design/>. Acesso em : 22 maio 2019.
- BANDEIRA, Camilla. [Sem Título]. 26 fev. 2019. 1 fotografia. Instagram : @camillabandeiraa. Disponível em : https://www.instagram.com/p/BuWbQKriZRZ/?utm_source=ig_web_copy_link. Acesso em : 29 maio 2019.
- CALATRAVA, Santiago. Peace Bridge. *Santiago Calatrava Architects and Engineers*. [S/d]. Disponível em: <https://calatrava.com/projects/peace-bridge-calgary.html>. Acesso em 22 maio 2019.
- KWOK, Natasha. ADARC abstracts forms of houses to shape wooden footbridge in China. *Designboom*. 20 jan. 2016. Disponível em: <https://www.designboom.com/architecture/adarc-associates-foshan-city-heyue-road-pedestrian-bridge-china-01-20-2016/>. Acesso em : 22 maio 2019.
- LAWSON, Bryan. *Como arquitetos e designers pensam*. São Paulo : Oficina de Textos, 2011. Trad. Maria Beatriz Medina.
- GAUTRAND, Manuelle. Foot Bridge. *Manuelle Gautrand*. [S/d]. Disponível em: <http://www.manuelle-gautrand.com/projects/foot-bridge-2/>. Acesso em : 27 maio 2019.
- TANGHUA ARCHITECTS. Shenzhen Nanshan Chunhua Pedestrian Bridge. *Tanghua Architects*. [S/d]. Disponível em: <http://tanghuaarchitects.com/en/project/shenzhen-nanshan-chunhua-pedestrian-bridge/>. Acesso em : 22 maio 2019.

NOTAS

- ¹ Imagens disponíveis no link: <https://www.arch2o.com/quingpu-pedestrian-bridge-ca-design/> (site de notícias especializado Arch2O)
- ² Imagens disponíveis no link: <https://www.designboom.com/architecture/adarc-associates-foshan-city-heyue-road-pedestrian-bridge-china-01-20-2016/> (site de notícias especializado Designboom)
- ³ Imagens disponíveis no link: <http://tanghuaarchitects.com/en/project/shenzhen-nanshan-chunhua-pedestrian-bridge/> (site do escritório Tanghua Architects)
- ⁴ Imagens disponíveis no link: <https://calatrava.com/projects/peace-bridge-calgary.html> (site do escritório do arquiteto Santiago Calatrava)
- ⁵ Imagens disponíveis no link: <http://www.manuelle-gautrand.com/projects/foot-bridge-2/> (site do escritório da arquiteta Manuelle Gautrand)
- ⁶ Imagem disponível no link: https://www.instagram.com/p/BuWbQKriZRZ/?utm_source=ig_web_copy_link (rede social Instagram da arquiteta e urbanista Camilla Bandeira @camillabandeiraa)

NOTA DO EDITOR (*) O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade do(s) autor(es).