



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA - CT
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO - DAU**

ESTÁGIO SUPERVISIONADO I

Estudo das conexões de gridshell através da modelagem paramétrica e aplicabilidade em espaços públicos de João Pessoa

FELIPE TAVARES DA SILVA
Departamento de Arquitetura e Urbanismo/Centro de Tecnologia

Francisco Edinardo Barroso Alves Junior
Curso de Arquitetura e Urbanismo/Centro de Tecnologia

João Pessoa, 25 de Novembro de 2021

RESUMO

Considerando as necessidades e demandas em espaços públicos de João Pessoa, associado as possibilidades de intervenções projetuais contemporâneos e os avanços tecnológicos no processo projetual arquitetônico e executivo, o presente trabalho tem como objetivo central trazer duas proposições projetuais para a cidade, bem como a viabilidade da fabricação e execução estrutural da proposição. Para tanto, se debruça sobre as necessidades dos espaços, a proposição e a viabilidade construtiva da estrutura. O processo de investigação se dividiu em três etapas: I) Estudo e apropriação do arcabouço teórico acerca do tema; II) Levantamento dos espaços públicos, na cidade, propícios para receber a estrutura e o pré dimensionamento dos espaços; III) Modelagem geométrica e análise crítica do processo. Os resultados culminaram em proposições arquitetônicas, bem como a viabilidade construtiva. Além disso, contribuiu com a academia com uma análise crítica do processo da modelagem digital, a importância da otimização do código e do modelo, princípios norteadores para a construtibilidade de uma estrutura semelhante.

Palavras-chave: Fabricação digital; Conexão gridshell; Modelagem paramétrica; Estrutura ativa; Conexão em estrutura de gridshell.

Study of gridshell connections by parametric modeling and applicability in public spaces in João Pessoa

ABSTRACT

Considering the needs and demands in public spaces in João Pessoa, associated with the possibilities of contemporary design structural interventions and technological advances in the architectural and executive design process, the present work has as its main objective to bring two design proposals to the city, as well as the feasibility of fabrication and structural execution of the proposition. Therefore, it focuses on the needs of the spaces, the proposal and the constructive viability of the structure. The investigation process was divided into three stages: I) Study and appropriation of the theoretical framework on the subject; II) Survey of public spaces in the city suitable for receiving the structure and pre-dimensioning of spaces; III) Geometric modeling and critical analysis of the process. The results culminated in architectural propositions, as well as constructive viability. In addition, it contributed to the academic with a critical analysis of the digital modeling process, the importance of code and model optimization, guiding principles for the constructability of a similar structure.

Keywords: Digital fabrication; Gridshell Connections; Parametric Modeling; Bending active structures; Gridshell structure connections.

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório vem relatar estratégias adotadas e expor os resultados alcançados na disciplina de “estágio I” do curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal da Paraíba. Este trabalho lança um olhar sobre espaços públicos da cidade de João Pessoa e faz proposições arquitetônicas utilizando estruturas de Gridshell, apontando debates acerca da melhoria da qualidade do espaço público e contribuições tecnológicas acerca da estrutura proposta, criando uma interação na linha do tempo entre o pré existente e o proposto.

Inicialmente, se torna imperativo uma rápida visita aos primórdios históricos de João Pessoa, visando uma noção da importância da cidade, uma vez que se trata da terceira cidade mais antiga do Brasil, fundada em 1585, dispondo, inicialmente, de um território que se resumia a três ruas, nas quais se desenvolviam atividades relacionadas aos usos residencial, econômicos, administrativos, religiosos e militares (MOURA,2010).

Atualmente, de acordo com o IBGE, em 2021, a população estimada é de 825 796 habitantes, assegurando a posição de oitava capital mais populosa do nordeste. Por se tratar de uma cidade do século XVI, tem um importante acervo arquitetônico, como por exemplo as praças e espaços públicos que contam a história da cidade e do país. No entanto, lançar um olhar de observação para perceber de que maneira esses espaços atendem a população nos dias atuais, e de que modo arquitetos e urbanistas podem contribuir com a aplicabilidade de construções contemporâneas, sob o ponto de vista de inovações tecnológicas e intervenções arquitetônicas.

Faz-se necessário observar se estes espaços são convidativos ou não. De acordo com Gehl (2003) para um espaço ser convidativo é necessário que haja um campo de visão desobstruído, baixa velocidade dos transeuntes, espaços de permanência no mesmo nível da passagem e orientação visual em direção ao que deve ser visto e experienciado.

Entrando agora no mérito da proposição arquitetônica para os espaços, é relevante compreender de maneira breve a história da evolução de um dos métodos de compreender o processo projetual contemporâneo. No século 19, a engenharia trouxe uma abordagem mais científica para os processos construtivos. Os métodos construtivos tradicionais receberam contribuições de métodos e materiais inovadores. Além disso, a relação colaborativa entre engenheiros e arquitetos tornou-se mais frequente. O século 20 viu o surgimento da tecnologia da computação e o poder da rapidez dos cálculos sendo inseridos no processo projetual e no desenvolvimento da indústria da construção, proporcionando o aprimoramento da documentação dos projetos e a interação entre diferentes áreas de conhecimento. Atualmente, os métodos auxiliados por computadores estão diretamente ligados ao processo de projeto. Quanto mais complexo o desafio projetual e executivo, mais sofisticados os *softwares* das plataformas de colaboração digital (FAUGSTAD, 2018).

Em meio a esse contexto, ferramentas de projeto paramétrico estão, cada vez mais, fornecendo novas metodologias que também possam contribuir para o desvelamento de novos potenciais em projeto estrutural. Um exemplo disso é a precisão de análise do comportamento físico de elementos finitos (LIENHARD et al., 2014).

O processo projetual paramétrico substitui a busca intuitiva por soluções estruturais por um passo a passo preciso de técnicas que geram resultados de acordo com as regras de entradas. Esta maneira de pensar sobre o design com um sistema baseado em regras é referido como pensamento algorítmico (JABI, 2013).

Considerando a discussão apresentada, o presente trabalho se debruça em observar demandas de espaços públicos de João Pessoa, com o objetivo de contribuir com a qualidades dos espaços públicos e inovação tecnológica. Além disso, busca explorar conexões de estruturas em gridshell quadrangulates, que são estruturas de barras construídas em madeira, aço ou bambu, formando uma grade superficial. Para tanto, as barras precisam estar conectadas entre si, através de um elemento conhecido como conexão.

Sob este aspecto, o presente trabalho tem como objetivo específico a modelagem virtual de duas proposições de estrutura de gridshell em dois locais na cidade de João Pessoa na Paraíba. E como objetivos gerais realizar uma pesquisa acerca de conexões de gridshell formada por tubos circulares em aço, além disso realizar um estudo bibliográfico sobre conexões entre barras estruturais, fabricação digital das conexões, observando a possibilidade de personalização em massa - processo em que cada conexão pode ter um modelo único que será exequível por meio de maquinário CNC-, modelagem estrutural 3D em elementos finitos, concepção de ligações com elementos pré-fabricados e também formas obtidas pela otimização topológica, promovendo um amplo debate acerca das reflexões obtidas durante o processo.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento metodológico adotado para esta pesquisa caracteriza-se primordialmente pela viabilidade construtiva de estruturas complexas para dois pontos na cidade de João Pessoa, pelo estudo e análise da modelagem de uma estrutura com foco na conexão, levando em consideração as demandas do espaço público, o arcabouço teórico acerca do tema e o tipo de conexões aplicada no modelo, os materiais disponíveis no mercado, a compreensão da estrutura modelada, a otimização morfológica e a elaboração do código da modelagem.

Para tanto, com o objetivo de clarificar o processo, o trabalho foi dividido em três etapas: Na primeira (I), o foco foi sistematizar os resultados fruto de uma pesquisa anterior, no Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC) e realizar novas buscas teóricas para dar aporte a pesquisa em desenvolvimento. Durante esse processo, foram definidas palavras chaves que nortearam as buscas por publicações em acervos como o Portal de Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, *Cumulative Index about publications in Computer Aided Architectural Design- CumInCAD*, Portal de Revistas da Universidade de São Paulo – Gestão de Projetos, Pesquisa em Arquitetura e Construção - PARC, dentre outros.

Na etapa seguinte, (II) foi realizada uma busca por locais na cidade de João Pessoa que demonstrassem uma necessidade de um abrigo de pequeno, médio ou grande porte. Em paralelo, foi feito um estudo no livro Neufort com o objetivo de conhecer sobre pré-dimensionamento de espaços públicos. Além disso, nessa fase foram realizadas reuniões virtuais semanais, na plataforma google meet, com o objetivo de debater acerca de possíveis dúvidas e orientar sobre os resultados obtidos nas pesquisas ao longo da semana.

Por fim, na última fase (III), foi realizada a modelagem tridimensional (3D) virtual de acordo com os contextos selecionados. O *Software* utilizado foi o *Grasshopper*, um plug-in para o *Rhinoceros*, uma das mais populares e avançadas ferramenta para modelagem algorítmica. Nessa etapa, as orientações também foram semanais para nortear acerca a modelagem, as possibilidades arquitetônicas e a concepção do modelo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

OS LOCAIS DE INTERVENÇÃO

Um dos primeiros resultados obtidos foi uma lista com 25 possíveis locais para propor uma estrutura na cidade de João Pessoa, Nessa etapa, buscou-se identificar possibilidades de espaços que seriam beneficiados com a intervenção da estrutura proposta e que agregariam significado à arquitetura proposta . Os locais estão listados a seguir:

Espaços de João Pessoa
Antenor Navarro
Jardim Botânico
Parque Solon de Lucena
Praça da Independência
Praça Dom Adauto
Praça João Pessoa
Praça Venâncio Neivas
Praça Vidal de Negreiros
Praça XV de Novembro
Rodoviária
Rotatória Torre
Zoológico
Busto
Espaço Cultural
Orla João Pessoa
UFPB
Parque Paraíba
Shopping Manaíra
Praça da paz
Shopping Mangabeira
Centro de eventos
Estação cabo branco
"Orla" do jacaré
Escolas
SESCS

Tabela 1: Possíveis espaços de João Pessoa para receber a intervenção

Fonte: autores

Os critérios utilizados para selecionar foi a percepção da necessidade de haver um abrigo nesses lugares. Além disso, identificar de que maneira essa estrutura iria contribuir de maneira positiva para a

qualidade do espaço. Dentro desse aspecto, durante as orientações foram selecionados dois locais para propor uma estrutura: Praça Vidal de Negreiros e passarela da entrada do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

A praça Vidal de Negreiros foi fundada na década 20 em um dos traçados urbanos mais antigos da cidade de João Pessoa, a praça passou por diversas intervenções urbanas sendo a última datada de 2009. Atualmente, é tombada, desde 2007, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba (IPHAEP).

A praça Vidal de Negreiros é conhecida popularmente como “Ponto de Cem Reis”, esse apelido é oriundo do valor da passagem do bonde implantado na cidade em 1896. Foi com o objetivo de melhorar a circulação dos bondes que a praça foi aberta. Em 2009, a intervenção proposta pela Prefeitura Municipal de João Pessoa tinha como objetivo central reabilitar a praça para as concentrações sociais. Assim, a configuração da praça foi criada para atrair a população para shows e eventos, no entanto no cotidiano diurno a praça é caracterizada por poucos espaços sombreados, o que faz falta por estar localizada em uma cidade quente e húmida. (SARMENTO; CUNHA; MOURA FILHA; AZEVEDO, 2010).



Figura 1 – Praça Vidal de Negreiros

Fonte: google maps

Sob este aspecto, por estar em um sítio histórico é natural que a população desenvolva identificação afetiva com o local. De acordo com Le Goff (1992, p. 423) “A memória, como propriedade de conservar certas informações, remete-nos em primeiro lugar a um conjunto de funções psíquicas, graças às quais o homem pode atualizar impressões ou informações passadas, ou que ele representa como passadas”.

O segundo local de intervenção é na passarela do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A universidade foi instalada na cidade de João Pessoa, em dezembro de 1955. Conforme assevera (ALONSO; COUTINHO; SILVA, 2012) a implantação do campus foi um incentivo para o espraiamento urbano da cidade em direção ao sul, um fator que iria contribuir para a economia, cultura, saúde e lazer do futuro da urbe.

Em 13 de dezembro de 1960, a federação da universidade foi aprovada e promulgada, integrando as escolas universitárias existentes em João Pessoa e Campina Grande, originando assim, a Universidade Federal da Paraíba. Em meados de 1963, iniciou-se o plano piloto para a criação do Campus I, ocasião em que foi construído o primeiro conjunto arquitetônico, a antiga Escola de Engenharia, atual Centro de Tecnologia (CT). (ALONSO; COUTINHO; SILVA, 2012, P 187).



Figura 2 – Passarela do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba

Fonte: google maps

No CT há uma entrada que configura-se como um dos principais acessos para o interior da universidade, uma vez que é o primeiro acesso para quem vem do bairro dos bancários. Ao entrar na universidade, há uma passarela coberta que leva os transeuntes para os edifícios, protegendo-os do sol e da chuva, no entanto, essa passarela não se encontra em bom estado de conservação (Figura 2).

PROPOSIÇÕES

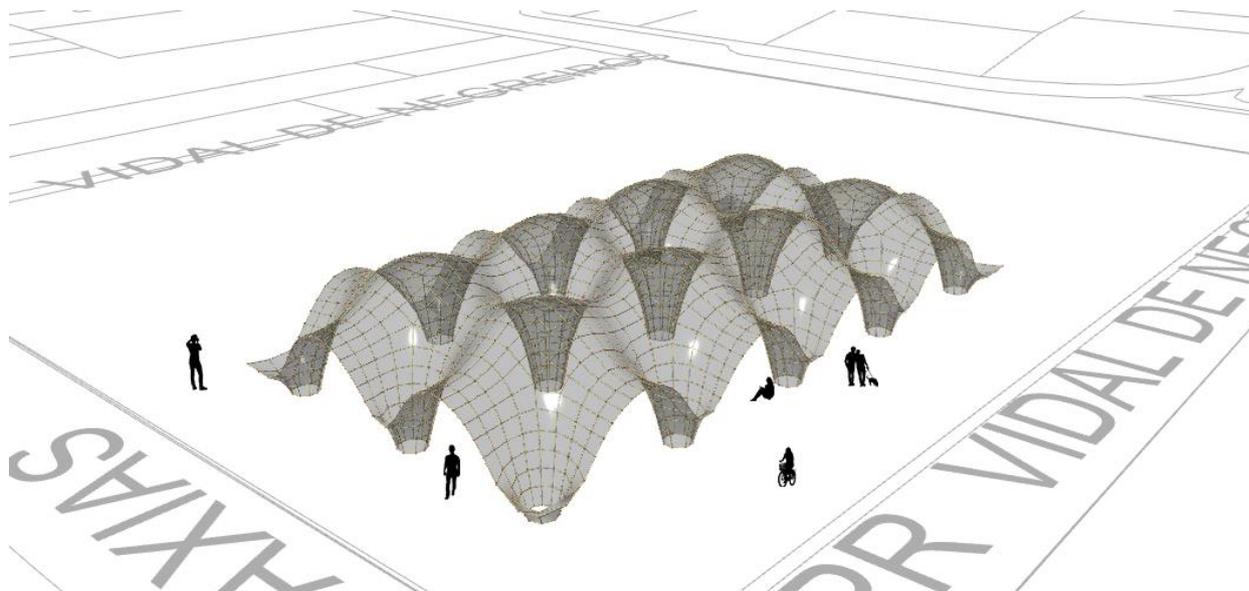


Figura 3 – Abrigo proposto para a praça Vidal de Negreiros.

Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

A primeira proposta, para a praça Vidal de Negreiros, tendo como base as poucas áreas cobertas, e os limitados espaços de permanência e o caráter prioritário de circulação das pessoas, a proposição arquitetônica tem como objetivo central proporcionando uma área coberta e sombreado para incentivar a permanência no cotidiano do centro histórico de João Pessoa.

Conforme assevera Gehl (2003), para identificar a qualidade urbana de um local é fundamental observar se as pessoas se sentem estimuladas a permanecer e não simplesmente circulando a pé de um lado pro outro. Logo a permanência é um termômetro para identificar a qualidade urbana de um espaço.

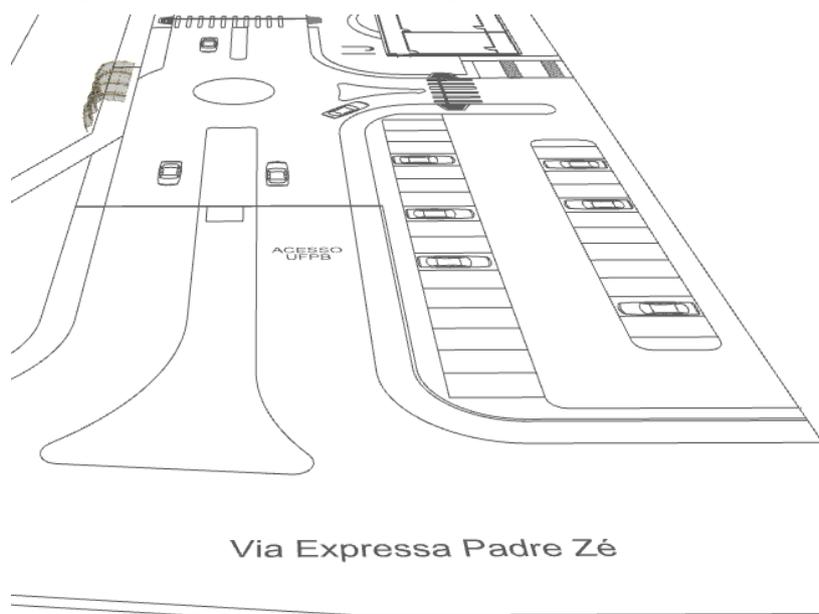


Figura 4 – Abrigo proposto para a passarela do CT UFPB.

Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

A segunda proposta é para a passarela da entrada do CT da UFPB. Uma vez que esta encontra-se em péssimo estado de conservação e sem caráter de representatividade para o espaço. Este estudo pretende contribuir com o centro de tecnologia propondo uma intervenção na passarela que debata inovação, identidade e agradabilidade para os transeuntes.

Desse modo, as propostas almejam questionar soluções óbvias comumente aplicadas, propondo uma solução interessante, exequível e sustentável.

APLICAÇÃO ARQUITETÔNICA

Um outro resultado obtido ao longo da pesquisa foi uma lista de aplicações arquitetônicas para implantação de edifícios nos espaços propostos. As possibilidades estão listadas a seguir:

Exemplo de aplicações arquitetônicas	Porte
Estádio	Grande
Área esportiva	Grande
Ginásio	Grande
Feira e exposições	Grande /Médio
Espaço multiuso	Grande /Médio
Espaço para consultas médicas	Grande /Médio
Cinema	Grande /Médio
Museu	Médio
Teatro	Médio
Jardim	Médio
espaço ecumênico	Médio
Ponto de ônibus	Pequeno
Passarela	Pequeno
Pérgolas / trepadeiras	Pequeno

Tabela 2: exemplo de aplicações arquitetônicas

Fonte: autores

Baseado no Neufert foi realizado um pré-dimensionamento que foi categorizado em pequeno, médio e grande porte. Desse modo, foi possível ter uma relação de parâmetro entre a escala do espaço da intervenção e do tamanho do edifício proposto de acordo com o uso.

É importante ter uma preocupação com a dimensão humana no projeto, assegurando melhor qualidade de vida urbana. Além disso, existe uma ligação direta entre as melhorias para as pessoas no espaço e as visões para obter cidades vivas, seguras, sustentáveis e saudáveis. (GEHL, 2003)

Para a praça Vidal de Negreiros foi proposto um espaço multiuso, com foco em incentivar a permanência e incentivar a pluralidade de usos no local. Tornando a praça um ambiente mais dinâmico e saudável.

Já para a passarela do CT da UFPB, foi proposto um redesenho da cobertura, criando um desenho dinâmico para o caminhar que é fruto de um processo tecnológico estrutural que será abordado a seguir.

ESTRUTURA

A estrutura para o ponto de Cem Reis é um form finding, que seria uma estrutura apoiada em alguns pontos apoio. Nesses pontos, o contato com o solo para distribuição de carga é por meio de uma circunferência. Nessas circunferências, a estrutura sobe e abre como guarda chuvas, unindo-se ao outro ponto de apoio, criando um teto com várias abóbadas.

De maneira geral, a estrutura tem 40 por 30 metros de dimensão total e os pontos de apoio estão distantes 12 metros um do outro. A altura total da estrutura chega a 8 metros.



Figura 5 – Estrutura ponto de Cem Reis.

Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

A proposição para a passarela do CT é uma cantiléver, que trata de uma estrutura onde o sistema parte de um arco que repassa a carga para uma única extremidade, uma seção transversal engastada no solo, dessa maneira toda a carga é conduzida para uma única extremidade. Observa-se que a linha de contato com o solo serpenteia com o intuito de melhor distribuir as cargas.

A passarela tem como altura total 2,20 metros e pode ser prolongada ao longo de toda a passarela.

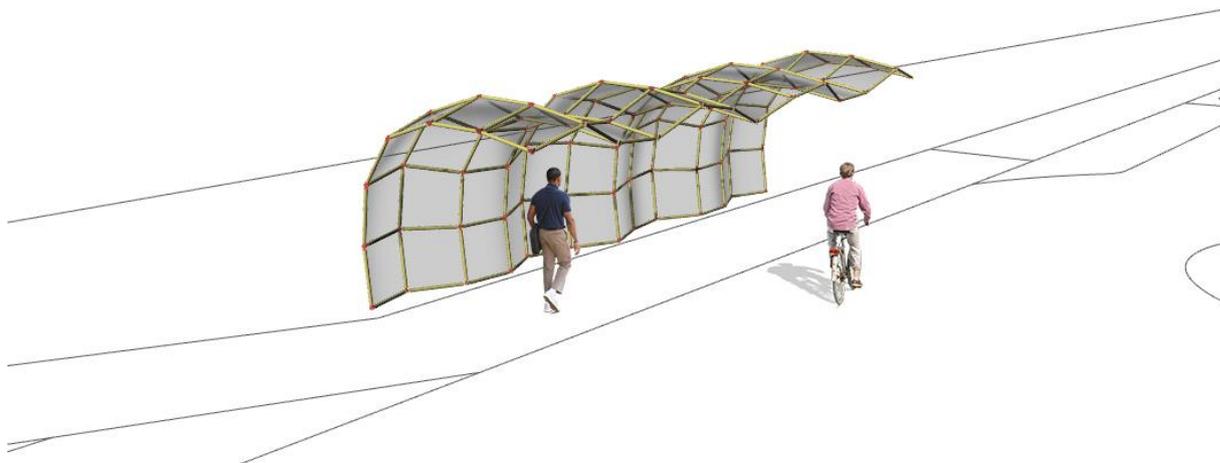


Figura 7 – Estrutura passarela CT UFPB.
Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

Em ambas as proposições a estrutura é composta por barras e conexões que criam um sistema de grade planares, gerando espécies de malha, que buscam em sua maior parte ser quadrangulares, viabilizando a construtibilidade e exequibilidade. Além disso, tem como objetivo tornar possível a instalação da vedação do abrigo.

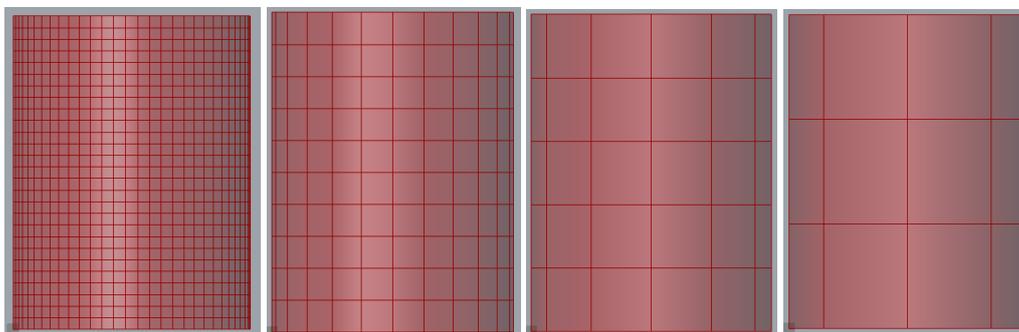


Figura 8 – Estudo do espaçamento da malha.
Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

Ao realizar a geração da malha, o algoritmo fornece a quantidade de conexões e por conseguinte a quantidade de barras da estrutura. Em meio a esse processo observou-se que as diferentes possibilidades de espaçamento entre as linhas da malha geram distâncias entre as conexões que podem influenciar no dimensionamento das barras e por conseguinte no dimensionamento das conexões. Uma vez que quanto maior a distância entre as conexões a barra precisa ser mais espessa para suportar as forças exercidas sobre ela. Conforme apresentado, pode haver uma variação de distância entre as conexões em uma abobada de mesmo tamanho e essa distância vai refletir no dimensionamento das peças nas etapas seguinte apresentadas.

AS CONEXÕES

Baseada em uma consulta realizada no catálogo de conexões, fruto do PIVIC realizado anteriormente, analisando a materialidade de cada uma, vantagens e desvantagens, um dos modelos foi escolhido para compor a estrutura. Outros aspectos observados, foram observados como, por exemplo, o processo de fabricação em uma escala real e as possíveis forças exercidas sobre as mesmas. A imagem abaixo apresenta algumas das principais conexões presentes no catálogo, com foco nas características de cada tipo.

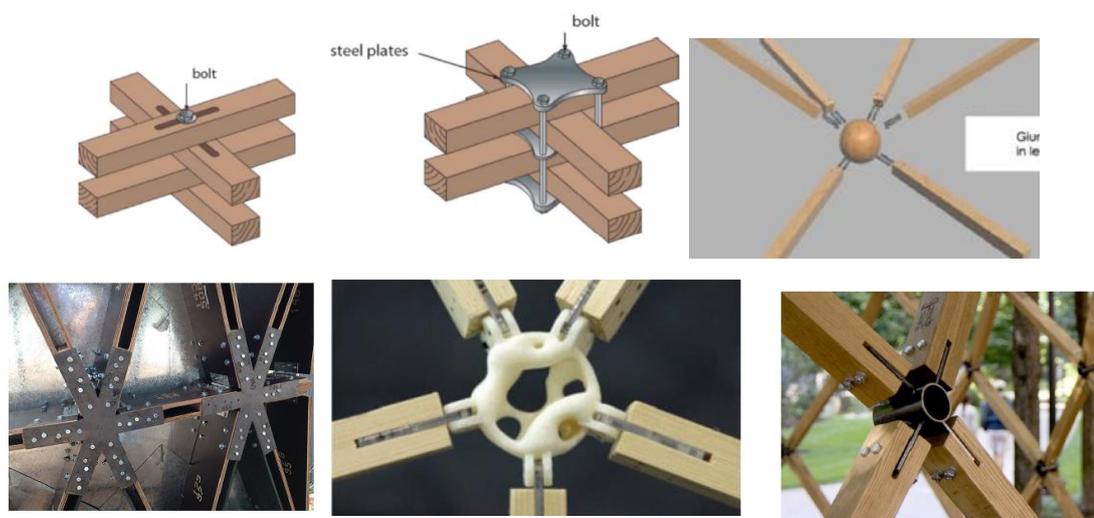


Figura 9 – Tipo de conexões levantadas.
Fonte: ROGNES; FAUGUSTAD, 2018.

Sobre a materialidade, optou-se por trabalhar com estrutura metálica na modelagem. Essa decisão se deu pela possibilidade de encontrar elementos pré-fabricados no parque industrial, fomentando análises como pré-fabricação e otimização da forma.

Tendo como base a escolha da conexão a ser utilizada destaca-se que esta é composta: no eixo central por um tubo oco, podendo variar o diâmetro do tubo e a espessura da parede; por chapas metálicas que podem variar a espessura, a largura e o comprimento. Além disso, ressalta-se o posicionamento das partes na composição final da conexão, para gerar o todo da estrutura.

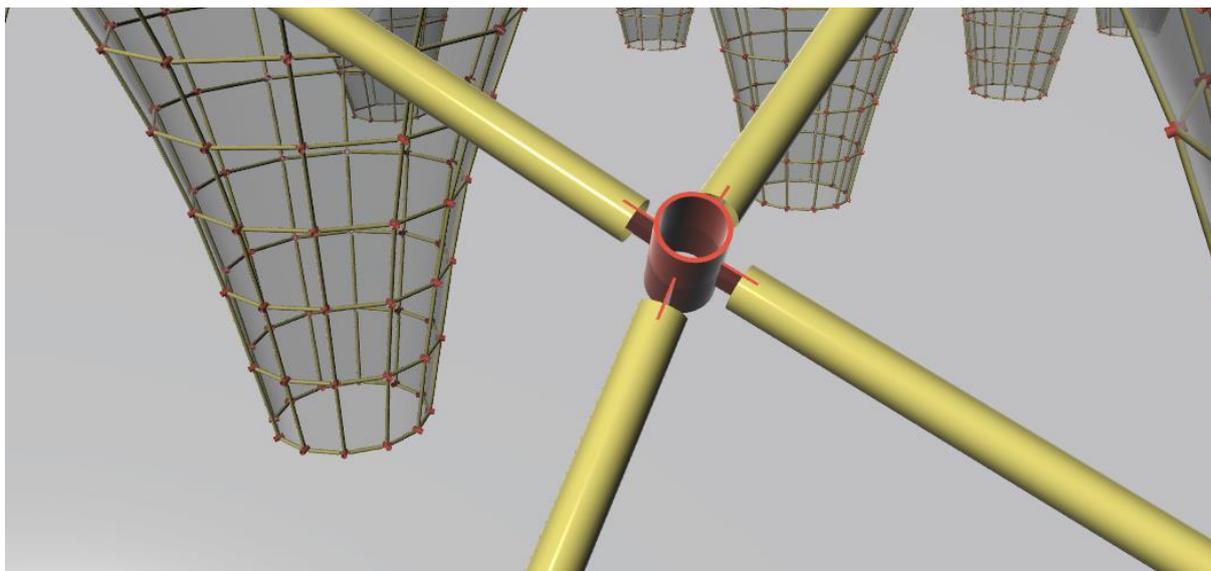


Figura 11 – Tipo de conexões levantadas.

Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

MODELAGEM DA CONEXÃO

Durante o processo de modelagem das conexões destaca-se que no processo foi adotada uma lógica onde cada nó da malha representa uma unidade básica da modelagem da conexão, e cada nó da malha está em um ramo de uma estrutura em árvore. Desse modo, o nó central está em uma variável com a mesma estrutura de dados em árvore que os nós vizinhos estão referenciados a um índice de ramos que corresponde a cada nó da malha que representa a forma da estrutura em gridshell. Analisando cada conexão, observa-se que em sua maioria os nós possuem 4 nós vizinhos, podendo variar. Assim, o código montado seleciona o nó central, os nós vizinhos e a normal da superfície de cada nó da conexão. Essa parte do código é fundamental para gerar a peça de cada conexão, de maneira ordenada, permitindo que a conexão central gere as abas em torno do seu eixo, direcionadas, por meio dos vetores, para os nós vizinhos.

Em seguida, iniciou-se o processo de modelagem dos tubos estruturais, presente no ponto central de cada conexão. Esta etapa foi dividida em duas partes, sendo a primeira o processo de inserir os dados do catálogo no código. Para isso, adotou-se o catálogo VALLOUREC & MANESMANN TUBES do Brasil.

Os dados coletados do catálogo foram transcritos para uma planilha Excel que posteriormente alimentaram a modelagem em formato CSV (Valor Separado por Vírgula). Este processo permitiu parametrizar o modelo com medidas comerciais dos elementos da conexão, possibilitando a escolha dos tubos apresentados no catálogo, de acordo com a necessidade. Tornando viável substituir, a qualquer instante, o modelo do tubo em todos os pontos da maquete eletrônica.

A segunda parte da prototipagem virtual do tubo, consiste na modelagem de fato do tubo, com os dados inseridos no arquivo anteriormente e com base nos conhecimentos obtidos ao longo de todo o processo de debate acerca do arcabouço teórico.

Desse modo, o primeiro passo foi criar um círculo, referente ao diâmetro do tubo de acordo com o catálogo, centrado no eixo do nó, o qual recebeu um offset gerando a espessura da parede do tubo. Até aqui, os dados são referentes ao catálogo, inseridos na etapa 1 da modelagem da conexão. De acordo com a peça escolhida, o tubo é instanciado na modelagem, podendo ser escolhida a composição de peças que mais se adequa ao projeto.

Por fim, a geometria foi extrudada, representando a dimensão do comprimento do tubo. Nesse momento o código foi alimentado com um dado representando em que tamanho o tubo do catálogo deve ser cortado para atender as demandas de pré-fabricação estrutural.

O maior desafio encontrado nessa etapa da modelagem foi deixar o eixo do tubo coincidindo com o eixo do nó, um dos fatores que possibilitam a planaridade dos quadrantes e das barras, evitando a torção em partes específicas da estrutura.

Em seguida, iniciou-se a modelagem das chapas da conexão, dividida em três etapas, sendo a primeira a criação de pontos projetados no eixo direcional, com base nos vetores, das conexões.

A segunda parte do código das barras, organiza e insere as informações do catálogo no modelo, que irá permitir escolher e variar o modelo da chapa, alterando instantaneamente em todo o código, assim como ocorre com o tubo na etapa anterior.

Por fim, na parte três, a chapa foi modelada com os dados obtidos do catálogo nas etapas anteriores: primeiro foi gerado um plano retangular centrado no ponto projetado pelo eixo dos vetores, em seguida o plano foi copiado de acordo com o tamanho do corte da barra, posteriormente foi gerado um polígono com base nos dois planos. Há um campo no de inserção de dados que permite alterar o modelo e a dimensão do corte da chapa de maneira instantânea, garantindo o princípio da parametrização do código.

ANÁLISE

Em muitos pontos da cidade é possível perceber estruturas replicadas somente para cumprir uma função específica, deixando de lado a qualidade do espaço. Como é o caso da passarela do CT ou de alguns pontos de ônibus. O presente trabalho questiona essa lógica ao propor intervenções com o objetivo central de melhorar a qualidade do espaço, mas em deixar de lado o olhar questões relacionadas a inovação tecnológica e debate acerca de métodos construtivos.

Deste modo, o modelo paramétrico possibilitou observar questões referentes ao passo a passo da modelagem no programa, refletindo sobre cada etapa. Além disso, ao longo do processo foi possível identificar a viabilidade de encontrar produtos em fornecedores locais, a possibilidade de personalização

em massa dos elementos das conexões, possibilitando a fabricação de cada parte singular a partir de maquinário específico como a CNC.

Todas as etapas da modelagem passaram por um processo de revisão e de checagem, para garantir a otimização do código. Tornando-o mais rápido e mais eficiente. Garantir um código mais enxuto permite que o programa necessite de menos tempo para processar as informações, códigos muito longos e confusos podem inviabilizar até mesmo a obtenção do resultado final, por exemplo.

O princípio da planaridade dos painéis da estrutura foi outro aspecto bastante recorrente ao longo da pesquisa, uma vez que é importante para garantir a construtibilidade e permitir o uso de elementos planos para a vedação da forma. Após o processo de modelagem percebe-se que manter o eixo central dos nós e o eixo que liga aos nós vizinhos alinhados com a estrutura do modelo é fundamental para garantir a exequibilidade estrutural.

4. CONCLUSÕES

Esta pesquisa aborda algumas questões referente a possibilidade de executar projetos com inovação tecnológica e significado estético, contribuindo para a qualidade do espaço urbano, marcando de maneira clara uma intervenção contemporânea no local proposto. Questionando ainda, replicações óbvias de soluções arquitetônicas que as vezes acontece no espaço urbano das cidades.

Os resultados obtidos possuem grande relevância, não só no que se refere à modelagem apresentada neste relatório, mas para o campo do conhecimento referente aos tópicos: modelagem paramétrica, fabricação digital, planaridade, materialidades e exequibilidade. Gerando uma contribuição para a continuidade desta pesquisa e de debates que possam surgir acerca do tema.

Além disso, a percepção da importância de compreender as conexões em estrutura de gridshell é fundamental para promover debates sobre novas tecnologias e possibilidades no campo da arquitetura e da construção civil. Partindo desse aspecto, ressalta-se também, a importância dos *softwares* de modelagem e a contribuição do processo de parametrização para a viabilização da execução e prototipagem de formas complexas.

Nessa miríade de reflexões, cabe asseverar que o processo de pesquisa do arcabouço teórico, catalogação de diferentes tipologias de conexões e o acervo de catálogos de materiais disponíveis no parque industrial são outras importantes contribuições desta pesquisa para o campo do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Patrícia; COUTINHO, Marco; VIDAL, WylInna. **Expansão no campus da UFPB em João Pessoa: entre o diálogo e a alienação.** In: TINEM, Nelci; AMORIM, Luiz (org.). *Morte e Vida Severinas: Das Ressureições e Conservação (im)possíveis do patrimônio moderno no Norte e Nordeste do Brasil.* João Pessoa: Editora universitária PPGAU / UFPB, 2012. p. 287 – 302.

FAUGSTAD, Helle. **Digital Workflow in Conceptual Structural Design:** Parametric Design of Connections for Timber Gridshell Structures. 2018. 193 f. Dissertação (MASTER THESIS) - Engineering Architecture, Norwegian University of Science and Technology, 2018.

Gehl, Jan. **Cidade para as pessoas;** tradução Anita Di Marco, 2 ,ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021.

JABI, WASSIM. **Parametric Design for Architecture.** 1. ed. London: Laurence King Publishing, 2013. 209 p. v. 1. ISBN 978 178067 314 1.

LIENHARD, Julian *et al.* **Bending-Active Structures:** Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen. 1. ed. Stuttgart, Germany: Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen, July 2014. 116 p. ISBN 9783922302360.

LE GOFF, Jacque. **História e Memória.** Trad. Bernardo Leitão et al. 5. Ed. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2003.

MOURA FILHA, Maria Berthilde. **De Filipéia À Paraíba:** Uma cidade na estratégia de colonização do Brasil séculos XVI - XVIII. João Pessoa: IPHAN / Superintendência na Paraíba, 2010. 485 p. ok

SARMENTO, B. R.; CUNHA, Iara Batista da ; MOURA FILHA, Berthilde ; AZEVEDO, Maria Helena de Andrade . **As construções e desconstruções do Ponto de Cem Réis na cidade de João Pessoa-PB.** In: URBICENTROS - Morte e vida dos centros urbanos, 2010, João Pessoa-PB. Anais do I Seminário Internacional URBICENTROS Morte e vida nos centros urbanos. João Pessoa-PB: Editora Universitária UFPB, 2010. p. 39