

REVISTA

GEOMETRIA GRÁFICA

Experienciando a tectônica a partir da geometria espacial Experiencing tectonics from spatial geometry

Tássia dos Anjos Tenório de Melo

tassia.melo@ufpe.br

Doutora em Engenharia Civil

Docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-8868-5574>

Adriana Carla de Azevedo Borba

adriana.borba@ufpe.br

Doutora em Arquitetura e Urbanismo

Docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo da

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

<https://orcid.org/0009-0002-1752-4807>

Jaucele de Fátima Ferreira Alves Azerêdo

jaucele.azeredo@ufpe.br

Doutora em Desenvolvimento Urbano

Docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-5853-8052>

Recebido em: 18/11/2024

Aceito em: 15/12/2024

RESUMO

A abordagem do conceito tectônico não é nova, e o ensino dessa temática tem sido uma preocupação nos cursos de arquitetura e urbanismo. Uma discussão de cunho teórico é necessária. Porém, não é indicado criar lacunas com a prática tectônica, regida pelo entendimento da arquitetura como um processo construtivo e sistemático entre os aspectos formal, material e estrutural. Este trabalho apresenta uma reflexão sobre tectônica e o trato de seu ensino, apresentando algumas ferramentas/instrumentos que podem auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem; e a experiência do ensino da tectônica no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, pontuando os desafios



e êxitos de uma realidade prática e interdisciplinar da tectônica. É importante ter um espaço físico para o desenvolvimento das práticas tectônicas. Na ausência, algumas estratégias podem ser adotadas, como o caso da disciplina de Tectônica III do curso de arquitetura e urbanismo da UFPE: início por uma dimensão formal, a partir da compreensão de formas estruturais baseadas na geometria espacial; compreensão de estratégias estruturais com base em projetos arquitetônicos existentes; aplicação de equações e gráficos sobre pré-dimensionamentos. O ensino da tectônica é um desafio e adaptações são necessárias, considerando o contexto real dos cursos.

PALAVRAS-CHAVE: ensino; tectônica; forma; estrutura.

ABSTRACT

The approach to the tectonic concept is not new, and teaching this topic has been a concern in architecture and urban planning courses. A theoretical discussion is necessary. However, it is not advisable to create gaps in tectonic practice, governed by the understanding of architecture as a constructive and systematic process between formal, material and structural aspects. This paper presents a reflection on tectonics and its teaching approach, presenting some tools/instruments that can assist in the teaching and learning processes; and the experience of teaching tectonics in the Architecture and Urban Planning course at the Federal University of Pernambuco - UFPE, highlighting the challenges and successes of a practical and interdisciplinary reality of tectonics. It is important to have a physical space for the development of tectonic practices. In the absence of such a space, some strategies can be adopted, such as the case of the Tectonics III discipline of the Architecture and Urban Planning course at UFPE: starting with a formal dimension, from the understanding of structural forms based on spatial geometry; understanding structural strategies based on existing architectural projects; application of equations and graphs on pre-dimensioning. Teaching tectonics is a challenge and adaptations are necessary, considering the real context of the courses.

KEYWORDS: teaching; tectonics; form; structure.

1 INTRODUÇÃO

A abordagem tectônica na arquitetura, objeto ênfase deste trabalho, não é nova, denotando-se do século XVIII, doravante uma compreensão da arquitetura

como reflexo do conhecimento técnico e construtivo. Ao mesmo tempo, não é um termo muito presente, atualmente, nas discussões projetuais, memoriais descritivos de obras, diálogos profissionais com *partners* ou, até mesmo, no próprio ensino da arquitetura e urbanismo.

Os currículos dos cursos de arquitetura e urbanismo apresentam, em sua maioria, temas relativos à construção abordados em disciplinas distintas, como sistemas estruturais, materiais das construções, resistência dos materiais e tecnologia das construções.

Comumente, para o estudante de arquitetura e urbanismo, a lógica conteudista dessas disciplinas pode ser entendível do ponto de vista de um processo de aprendizagem isolado. Porém, ao intencionar a aplicabilidade dos conteúdos teóricos dessas disciplinas às atividades práticas de ateliês e desenvolvimentos de projetos arquitetônicos, os resultados, muitas vezes, são infrutíferos. É imprescindível, no desenvolvimento projetual, a intrínseca relação com outras áreas do conhecimento (Mattana *et al.*, 2021).

Esse impasse se intensifica quando essas disciplinas são lecionadas por professores formados em engenharia civil ou mecânica. Ou seja, distantes do entendimento da arquitetura como uma conjunção interdisciplinar da teoria técnica à prática espacial.

Dessa forma, este manuscrito apresenta a seguinte questão: como o ensino da tectônica pode viabilizar um processo de aprendizado do estudante de arquitetura e urbanismo, analisando a arquitetura, não somente pela perspectiva estrutural ou tecnicista/normativa, mas também, entendendo-a como um produto da relação simbiótica com a geometria e a materialidade, consideradas matérias inerentes à forma arquitetônica?

Apresenta-se aqui uma reflexão sobre tectônica e o trato de seu ensino, apresentando algumas ferramentas/instrumentos que podem auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem. Por fim, apresenta a experiência do ensino da tectônica no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, pontuando os desafios e êxitos de uma realidade prática e interdisciplinar da tectônica.

2 TECTÔNICA E O ENSINO

As abordagens sobre a tectônica têm sido contempladas na área da teoria da arquitetura, a partir da investigação dos princípios fundamentais da produção da arquitetura, com base na ótica construtiva. Arquitetos do século XIX, são exemplares de teóricos que se debruçaram sob a lógica da estreita relação entre a arquitetura, materialidade e a técnica (Amaral, 2009; Aguiar; Favero, 2019).

Com o advento do movimento modernista, no século XX, o debate e importância da tectônica passou a ser irrelevante, predominando, assim, a prática projetual centrada na funcionalidade, racionalidade e simplicidade geométrica. A fusão de saberes atrelados à construção do conceito tectônico ficou em segundo, terceiro ou até quarto plano; proporcionando um enfraquecimento na produção e significação das questões inerentes à tectônica, principalmente como entendimento de uma prática integrativa na construção da arquitetura.

A tectônica reaparece no cerne dos debates, a partir do enfraquecimento do movimento modernista e advento de arquitetos, como Kenneth Frampton, após os anos 60 (Amaral, 2009). Kenneth é um arquiteto e historiador da arquitetura contemporânea, e em seus estudos, falas e ações defende que o caráter tectônico de uma edificação não é a escolha entre uma dimensão simbólica da arquitetura ou construtiva.

É importante ressaltar que, apesar da vasta discussão acerca dos alicerces da teoria da arquitetura que guiam a tectônica (e, diga-se de passagem, muitas vezes com teor filosófico), este manuscrito não tem por objetivo o aprofundamento das discussões e debates teóricos acerca da tectônica, sendo importante, apenas, contextualizar o leitor sobre a temática. O objetivo é uma leitura mais direta e compreensível, principalmente, aos estudantes que desejam entender, de forma geral, o que é a tectônica e como a mesma pode ser trabalhada no contexto do ensino e aprendizagem nos cursos de arquitetura e urbanismo.

Por essas questões e com base no escrito até o momento, entende-se que a tectônica, para as autoras e, viabilizando uma compreensão mais próxima do estudante da graduação, é a consideração da consolidação da arquitetura com base em duas dimensões de abordagem: a estética/formal/simbólica e a técnica/estrutural/material. Na verdade, as dimensões se complementam, na tentativa de compreender que todas as dimensões são essencialmente importantes na

arquitetura, conjugando o senso estético/formal/simbólico ao técnico/estrutural/material, e a influência que um exerce sobre o outro.

Não cabe, neste manuscrito, a conceituação e definição de cada termo utilizado nas dimensões. Entende-se que, a dimensão estética/formal/simbólica se refere ao edifício ou produto da arquitetura enquanto elemento espacial, que gera um impacto e desperta emoções ao experienciar aquele volume através dos sentidos, podendo ser reconhecido por sua geometria, estética e expressão artística. Aguiar e Favero (2019) abordam sobre essa empatia que é possível sentir, através da expressão tectônica. Já a dimensão técnico/estrutural/material, reforça o sentido e prática construtiva da edificação, enquanto matéria, suporte, normativas técnicas e atributos tecnológicos.

Apesar de disciplinas ligadas ao eixo da construção comporem muitos currículos dos cursos de arquitetura e urbanismo, estratégias que proporcionem o ensino e aprendizado desses componentes integrados às práticas de ateliês e projeto tem sido, cada vez menos, experienciadas pelos estudantes em sua trajetória no ensino superior¹. Esse quadro já vinha sendo relatado por alguns autores, como Medeiros (2014). O processo de ensino e aprendizado nos cursos de arquitetura e urbanismo tem se concentrado nos elementos estéticos e funcionais do projeto, criando lacunas para uma tentativa de aplicação da prática construtiva, com ênfase na estrutura e materialidade. Esse distanciamento restringe o pensamento total do projeto arquitetônico.

Entende-se que os processos de construção pedagógica e profissionalizantes dos PPC's (Projeto Pedagógico de Curso) devam cumprir as exigências estabelecidas na Resolução CNE/CES 2/2010 (Brasil, 2010), a qual institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. No Art. 3º, incisos III e IV, está clara a obrigatoriedade de constar aspectos inerentes integração entre as disciplinas e a relevância da prática na concepção do curso:

Art. 3º O projeto pedagógico do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, além da clara concepção do curso, com suas

¹ A autora 1 integra o Banco de Avaliadores do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASIS) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira vinculado ao Ministério da Educação (MEC). Em sua atuação como avaliadora, tem observado essa falta de integração entre disciplinas do eixo da construção com as atividades de ateliês e projetos. Por questões de sigilo e ética profissional, não é possível identificar os cursos/instituições avaliados.

peculiaridades, seu currículo pleno e sua operacionalização, deverá incluir, sem prejuízos de outros, os seguintes aspectos: [...] III - formas de realização da interdisciplinaridade; IV - modos de integração entre teoria e prática [...]"

Destaca-se também a distribuição dos conteúdos curriculares dos cursos, constante na Resolução CNE/CES 1/2021² (Brasil, 2021): I. Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação; II. Núcleo de Conhecimentos Profissionais; III. Trabalho de Curso. Disciplinas relacionadas à construção (ou para facilitar a compreensão, que possuem estreita relação com a Engenharia Civil) são elencadas no Núcleo de Conhecimentos Específicos, sendo: Tecnologia da Construção, Sistemas Estruturais e Topografia³.

Os conteúdos inerentes a essas disciplinas são indispensáveis para a qualificação e profissionalização do estudante de arquitetura e urbanismo. Possuem, em sua essência, matérias que fundamentam suas compreensões, interpretações e reproduções, as quais alicerçam o processo de ensino e aprendizado, e são próprias do Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação: Desenho, Desenho Universal e Meios de Representação e Expressão.

Apesar da DCN orientar a implantação e operacionalização de práticas nos cursos de arquitetura e urbanismo; não conduzem metodologias, ferramentas ou instrumentos que possibilitem a operacionalização desses aspectos.

Um exemplo claro é, como já exposto, cursos apresentarem disciplinas distintas de sistemas estruturais, materiais das construções, resistência dos materiais e tecnologia das construções; e outros não apresentarem nenhuma dessas disciplinas, mas sim, disciplinas de tectônica. A DCN é clara em seu texto ao documentar que os conteúdos curriculares deverão estar distribuídos nos Núcleos de Conhecimentos de Fundamentação e Profissionais, sendo composto por “campos de saber”. Ele não particulariza essa noção em disciplina. Assim, a forma como esses “campos de saberes” será documentada nos PPC’s é de responsabilidade de cada curso.

Essa reflexão é importante. Independente da instituição que oferta o curso, todos devem ansiar um perfil profissional de arquiteto e urbanista capaz de atender

² Resolução que altera o Art. 6, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2010.

³ Considerando o escopo da tectônica abordado até o momento, o campo da Topografia não foi considerado.

ao projeto e à construção, não só no aspecto teórico ou formativo documental (PPC e DCN), mas em atividades, experiências e vivências que propiciem práticas integrativas.

3 ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DA TECTÔNICA

O foco em uma aprendizagem, em que o aluno é ator principal desse processo, tem ganhado ênfase em diversas áreas (Mattana *et al.*, 2019). Esse movimento tem instigado momentos de reflexão docente sobre que formas ou metodologias adotar para que o ensino possa viabilizar esse protagonismo estudantil.

No contexto do ensino da tectônica, estratégias analógicas, digitais e experimentais têm sido adotadas com o intuito de fazer com que o viés técnico e material do conceito de tectônica esteja intrínseco às práticas interdisciplinares necessárias à formação do arquiteto e urbanista.

3.1 Estratégias analógicas

Estratégias analógicas são aquelas que não envolvem tecnologia, sendo entendível como um ensino mais simples e sem o uso de ferramentas sofisticadas, porém eficiente ao apresentar em quadro negro ou lousa branca, a gráfica estrutural em esboços e desenhos de rápida execução, equações para pré-dimensionamentos dos sistemas e cálculos diversos com demonstrações de memória de cálculo e das relações normativas dos sistemas estruturais, por exemplo. É o entendimento inicial da tectônica a partir da dimensão técnico/estrutural/material.

Muitas vezes, essa forma mais tradicional do ensino de tectônica, baseado em conceituações, equações e cálculos que envolvem aspectos de resistências dos materiais e sistemas estruturais não é muito interessante para o estudante de arquitetura e urbanismo. Por serem necessárias compreensões de matemática e física, mesmo que básicas, ainda há uma barreira nesse ensino tradicional. A maioria dos cursos de arquitetura e urbanismo são enquadrados na área de estudo das humanidades e ciências sociais aplicadas.

Segundo a Área de Classificação das Áreas do Conhecimento e Avaliação da CAPES (Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)⁴, o curso de Arquitetura e Urbanismo integra a área das Ciências Sociais Aplicadas, juntamente com cursos como Direito e Economia. Porém, ao consultar o Manual para Classificação dos Cursos de Graduação e Sequenciais (INEP, 2019), o qual apresenta a estrutura da Classificação Internacional Normalizada da Educação adaptada para os cursos de graduação e sequenciais de formação específica do Brasil (Cine Brasil), o curso de Arquitetura e Urbanismo pertence à área geral de Engenharia, produção e construção. Lopes (2014) já alertava que os cursos tem se distanciado de bases de conhecimentos tecnológicos da arquitetura e do urbanismo, não por exigência formativa por órgãos educacionais ou profissionais, mas sim, por opção.

Outras estratégias didáticas e pedagógicas podem ser utilizadas no processo de ensino da tectônica, como iniciar o aprendizado do estudante pela compreensão dos aspectos formais. Ou seja, pelos aspectos que envolvem o entendimento da silhueta do edifício, enquanto espacialização de um conceito arquitetônico, em que disciplinas de Maquetes, Representação e Expressão são fundamentais. A maquete possibilita a livre expressão da arquitetura e torna mais fácil a compreensão pelo aluno, por ser um resultado palpável e sem aprofundamento normativo ou de cálculo.

A percepção de que, para que a arquitetura se concretize, ou melhor, o edifício “fique em pé”, é necessária uma estrutura que cumpra essa função. Essa percepção é sentida de forma sutil e despretensiosa, à medida que a maquete e o entendimento dos aspectos de representação gráfica vão amadurecendo. Nesses casos, o processo de aprendizado se torna inverso ao tradicional. É o entendimento da tectônica a partir da dimensão estética/formal/simbólica.

O desenvolvimento de maquetes pode iniciar com materiais simples como papel, papelão, cola e fita crepe; até materiais que resultem em melhor acabamento e durabilidade. Geralmente, esses últimos, são executados por processos que utilizam máquinas e equipamentos mais complexos, como a máquina de corte a laser. A máquina possibilita o corte preciso e veloz de placas de materiais como madeira e acrílico. Em ambas concretizações da maquete, o desenvolvimento gráfico é

⁴ Consultar a página sobre Tabela de Áreas do Conhecimento e Avaliação, disponível em:

<https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/instrumentos/documentos-de-apoio/tabela-de-areas-de-conhecimento-avaliacao>.

fundamento essencial. Noções de escala, estratégias e escolha do material que possibilitará a sustentação da maquete, são noções que são desenvolvidas intuitivamente pelo estudante e que são cerne do aprendizado da tectônica.

3.2 Estratégias digitais

O aumento do uso do computador, softwares do tipo CAD (Computer Aided Design) e BIM (Building Information Model) tem possibilitado o desenvolvimento das maquetes em formatos digitais. Nesse universo, destacam-se o AutoCad, Sketchup e Revit. O AutoCad possibilita, principalmente, uma representação gráfica técnica da tectônica. Para tal, o estudante deve ter a compreensão da dimensão técnico/estrutural/material bem consolidada e antecipada, a fim de utilizar o software, apenas, como ferramenta para representação gráfica.

O Sketchup já é um programa com uma interface mais amigável e de fácil usabilidade, permitindo explorar, principalmente, a dimensão estética/formal/simbólica da tectônica. Porém, apresenta o mesmo obstáculo de aprendizado na dimensão técnico/estrutural/material apontado no software anterior. O Revit por ser um software do tipo BIM, ao mesmo tempo que viabiliza uma estreita relação com a dimensão estética/formal/simbólica, também oportuniza uma relação mais estreita com a dimensão técnico/estrutural/material, a partir do fornecimento das informações construtivas (material e dimensional) dos elementos que compõem o edifício e a integração com demais projetos complementares, a exemplo do estrutural. Nesse caso, o aluno precisa ter ciência que trabalhará com um nível de especificidade na construção, principalmente atrelada aos materiais de construção, e que, em muitos cursos de arquitetura há uma lacuna desse conteúdo na matriz curricular.

Softwares para a modelagem e análises do comportamento estrutural, os quais possibilitam essa aproximação da tectônica, enquanto estrutura e materialidade, não são usuais em arquitetura e urbanismo, por demandarem conhecimentos matemáticos e físicos que não fazem parte do escopo da formação do arquiteto e urbanista. Citam-se alguns exemplos de softwares: (Silva *et al.*, 2018; Lima, Martins, Jorgino, 2019; Kotlarz, Wosatko, 2021): Tekla Structures (estruturas de concreto, aço e madeira); TQS (estruturas em concreto armado, protendido e em alvenaria estrutural); CYPECAD (estruturas em concreto armado, pré-moldado, protendido e misto de

concreto e aço); e RFEM (estruturas, materiais e cargas para sistemas estruturais planos e espaciais).

Mais recentemente, em consequência do aumento do uso das ferramentas digitais e os desafios impostos por uma arquitetura mais inovadora (formalmente, ambientalmente e tecnologicamente), surge a arquitetura paramétrica, permitindo novas maneiras de pensar e consolidar a construção. Segundo Al-Azzawi, Al-Majidi (2021), não há uma definição do que seria a arquitetura paramétrica, podendo ser entendida como um novo estilo arquitetônico (parametricismo), movimento arquitetônico ou uma metodologia baseada em informações e tecnologias para a produção e implementação projetual.

Através da definição de um banco de dados com informações que condicionam o desenvolvimento do projeto é possível ter uma rápida resposta sobre o resultado da proposta à medida que se ajustam as variáveis. Neste aspecto, softwares como Rhino e Grasshopper podem potencializar o ensino da tectônica, a partir de coleta de informações relacionadas à construção e que alimentarão o banco de dados, possibilitando, uma melhor compreensão das dimensões envolvidas na tectônica. Uma mudança na dimensão técnico/estrutural/material reflete, imediatamente, uma resposta na dimensão estética/formal/simbólica.

Apesar da potencialidade da arquitetura paramétrica e como ela pode ser uma ferramenta estratégica no ensino da tectônica, ainda é uma área que necessita ser mais desbravada do ponto de vista teórico-prático. Vislumbram-se outros obstáculos para sua implantação nos cursos de arquitetura e urbanismo: exige dos docentes novas habilidades e capacitação; requer do estudante um excelente entendimento da construção e outros condicionantes para compor a base de dados - quais informações e como se relacionam; e usabilidade não tão simples ou acessível - demandam outras bases de conhecimentos que não são inerentes à formação do arquiteto e urbanista, como programação.

3.3 Estratégias experimentais

A prototipagem rápida é uma metodologia de produção de protótipos controlado por máquinas (Pupo, 2008). O protótipo pode não ser, necessariamente, o resultado final de um projeto, mas sim, um objeto de estudo preliminar, podendo ser, facilmente, corrigido, remodelado e prototipado novamente. A escala é um fator preponderante

no objetivo que se quer atender com o protótipo, podendo ser reproduzido em escala reduzida ou escala real (1:1). Protótipos em escala reduzida são interessantes do ponto de vista estético/formal/simbólico da tectônica, mas não da outra dimensão, pois não há o comprometimento funcional e estrutural do objeto. Por exemplo, geram-se paredes muito frágeis, sem resistência e facilmente quebráveis.

Protótipos em escala real já estão sendo adotados na construção civil, não somente para gerar componentes de pequenas dimensões, mas concebidos como a própria edificação. O Hannah Design Office tem concebido protótipos de residências em escala real, através do uso de impressoras 3D que “imprimem” e constroem em concreto (Hannah, 2022). Mesmo compreendendo que são estratégias interessantes para o aluno de arquitetura e urbanismo, mesmo que em escala reduzida, esses meios de prototipagem ainda apresentam um custo elevado para o curso de arquitetura e urbanismo. Como ressalta Pupo (2008):

Neste contexto, os ambientes acadêmicos devem estar preparados para responder ao desafio de dar os primeiros passos com iniciativas que sejam benéficas e que estimulem experiências de aprendizado. Ao mesmo tempo, é necessária a instalação de laboratórios com nível de inovação técnica, além de grupos de estudo em ambientes educacionais que possam oferecer oportunidades de conectar a pesquisa, disciplinas práticas e a prática profissional (Pupo, 2008, p. 3).

Ainda na linha da prototipagem, porém, considerando o cenário virtual (não mais físico), de desenvolvimento e avanço tecnológico e inovações na arquitetura e construção, tem-se a realidade virtual e aumentada. A realidade virtual permite a criação de cenários em ambientes virtuais; já a realidade aumentada, permite, através da interface virtual, a representação em objetos em um ambiente físico real (Tonn *et al.*, 2008). Algumas experiências que abarcam a dimensão técnica/estrutural/material tem sido registradas (Abdullah *et al.*, 2017; Hajirasouli, Banihashemi, 2022; Azevedo *et al.*, 2023).

Outra estratégia que proporciona ao estudante de arquitetura e urbanismo a prática da tectônica é o canteiro experimental. Na verdade, o canteiro experimental é uma prática pedagógica que objetiva a estreita relação entre a construção e o projeto. É a espacialização pedagógica da reflexão teórico-prática do ensino da tectônica e, principalmente, da interdisciplinaridade. Segundo Carneiro, Botelho Júnior (2024):

(...) verificamos a “conexão” como um princípio orientador que potencializa os CEs por possibilitar uma diversidade de arranjos que “conectam”: conhecimentos teóricos e práticos, conhecimentos tradicionais e acadêmicos, disciplinas optativas e obrigatórias, projetos de extensão e de pesquisa, diferentes públicos e iniciativas (Carneiro, Botelho Júnior, 2024, p. 15).

Experiências pedagógicas em canteiros experimentais tem sido cada vez mais relatadas na literatura (Bessa, Librelotto, 2021; Carvalho, Silvos, 2021; Carneiro, Botelho Júnior, 2024).

4 O ENSINO DE TECTÔNICA NA UFPE

O curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco tem sua origem na década de 1950, como fruto da Escola de Belas Artes (década de 1930). O Projeto Pedagógico do Curso (PPC) mais recente, data do ano de 2010 (DAU, 2010). Nele, não são apresentadas disciplinas individualizadas relacionadas à construção, mas sim, disciplinas denominadas de Tectônica.

O curso de arquitetura da UFPE é o único que apresenta disciplinas com essa nomenclatura, sendo 8 obrigatórias e 5 eletivas, originalmente, e uma sexta eletiva adicionada na pequena reformulação do PPC em 2016. Pode-se considerar, que a inserção de disciplinas de Tectônica, é uma inovação dos pontos de vista de estruturação curricular e ensino da arquitetura e urbanismo. Apesar disso, entender quais os motivos ou justificativas para a exclusão de componentes vinculados à formação técnica e construtiva do arquiteto e urbanista para a ascensão da tectônica como disciplina, é intrigante.

O PPC de 2010 apresenta uma crítica ao currículo anterior, datado de 1995, apresentando como problemática o seguinte:

Em relação aos aspectos tectônicos: a herança do Curso vinda das Belas Artes tende a uma formação mais compositiva do que técnico-construtiva. A lacuna nos aspectos da construção – natureza dos materiais, sistemas construtivos e projetos de sistemas – aumenta com a ausência de laboratórios que permitam a investigação dos comportamentos de sistemas e materiais (DAU, 2010, p. 30-31).

Por um lado, suspeita-se que a influência da Escola de Belas Artes possa ter direcionado a um ensino mais distante do arcabouço técnico e material da arquitetura. Porém, Valença (2022), demonstrou que disciplinas com essas naturezas eram

estabelecidas e preservadas nos currículos iniciais do curso de arquitetura e urbanismo (até 1963, 1963, 1967 e 1971), apresentando disciplinas como Materiais da Construção, Resistência dos materiais, Técnicas das construções e Sistemas estruturais. A preservação por uma formação técnica e construtiva ainda permaneceu até o currículo de 1995, mantendo disciplinas de Materiais e detalhes técnicos da construção 1, 2 e 3; Resistência dos materiais e estabilidade; Concreto armado; e Sistemas estruturais.

O argumento apresentado anteriormente é frágil, pelo simples fato de que a própria estruturação da matriz curricular do curso de arquitetura e urbanismo da UFPE tem preservado disciplinas que proporcionam a compreensão técnico-construtiva do estudante. Não sendo, portanto, claro o motivo pelo qual optou-se pela supressão dessas disciplinas, em detrimento de disciplinas de Tectônica. Talvez, os procedimentos didáticos e metodológicos aplicados no ensino dessas disciplinas técnicas não favorecessem a interlocução com o projeto arquitetônico. E, neste caso, distanciando-se da compreensão teórico e prática da tectônica, enquanto fundamentação da construção da arquitetura.

Ainda sobre a citação do DAU (2010), é fato que o processo de ensino e aprendizagem da tectônica demanda vivências práticas que possibilitem o desenvolvimento de capacidades técnicas e formativas ao estudante, sendo os laboratórios e canteiros experimentais, espaços propícios para tal. Mas, como proceder essas vivências práticas quando não há espaço físico disponível para o desenvolvimento dessas atividades? Esta, ainda, é a realidade do curso de arquitetura e urbanismo da UFPE. Conforme apontado por Freitas (2024), iniciativas para implementação de laboratórios específicos e canteiros experimentais têm sido debatidas desde 2013. Assim, estratégias experimentais que aproximem o aluno de uma prática técnica e construtiva mais próxima do real, ficam limitadas.

Soma-se a essas ausências físicas, a delicada infraestrutura do laboratório específico do curso, Laboratório de Informática aplicado à Arquitetura e Urbanismo - LABORIAU. O mesmo não dispõe de muitas máquinas com poder de processamento que possibilitem a utilização de softwares específicos em sua plenitude. Alguns estudantes instalam esses softwares em seus computadores particulares e aprendem a manusear os comandos básicos conforme seus interesses. Claro que, considerando o perfil social e econômico dos estudantes do curso de arquitetura da UFPE, essa não

é a realidade de todos os graduandos. Portanto, o ensino das disciplinas de Tectônica, a partir de estratégias digitais e, até as virtuais, se tornam limitadas.

Inserido nesse contexto, por um lado inovador, pela criação de disciplinas de Tectônica; e ao mesmo tempo, desmotivador, como potencializar o processo de ensino e aprendizagem do estudante, considerando a tectônica como a essência da construção da arquitetura?

Aqui, relata-se a experiência de ensino e aprendizado do entendimento tectônico na disciplina obrigatória de Tectônica III, ofertada aos alunos do 3º período do curso de arquitetura e urbanismo da UFPE, considerando 8 semestres letivos de 2020.1 a 2024.1⁵. A ementa da disciplina trata da “Associação de sistemas estruturais básicos para a resolução de edificações horizontais (o grande vão, a modulação estrutural, a economia de meios)”. Como conteúdos programáticos são abordados: Cobertas - partido volumétrico e alternativas construtivas (concreto, madeira, metálica, sistema misto); Cobertas tradicionais e excêntricas; Cobertas em estrutura de madeira - traçado e dimensionamento; Cobertas em estrutura metálica - traçado e dimensionamento; Materiais de cobertura (os diferentes tipos de telha e suas inclinações); Sistemas funcionais - iluminação e ventilação zenital; suporte para painéis fotovoltaicos; tetos verdes; e Pisos - tipos e revestimentos associados. Ou seja, mais de 70% do conteúdo é relacionado com cobertas.

Assim, a experiência aqui relatada tem como principal abordagem os conteúdos de Cobertas tradicionais e excêntricas, e Cobertas como partido arquitetônico. Os procedimentos metodológicos adotados no processo de ensino e aprendizagem estão estruturados conforme Figura 1.

Figura 1: Procedimentos metodológicos adotados no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Tectônica III.



Fonte: Autoras (2024).

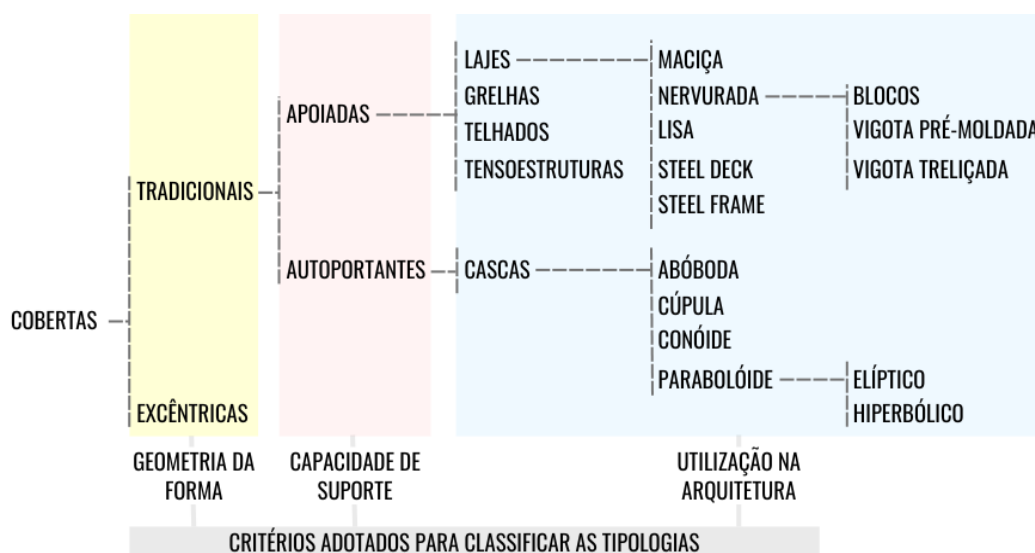
⁵ Apenas no semestre letivo de 2022.2 não foi utilizada essa metodologia no ensino de Tectônica III.

4.1 Abordagem geral de cobertas

Nessa primeira fase, faz-se uma abordagem geral sobre a coberta, buscando a conexão com outras disciplinas do curso como Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo III (definição, funções e usos) e com Geometria Gráfica 3D II (representação gráfica). Neste momento, o estudante entende que a tectônica conversa com outras áreas de conhecimento, tanto instrumentalizando outras disciplinas (como Projeto), quanto sendo instrumentalizada (como Geometria Gráfica 3D II).

Em relação à definição das tipologias, primeiramente foi adotada uma classificação fundamentada na definição da geometria que origina as formas das cobertas (Figura 2).

Figura 2: Definição das tipologias de cobertas estudadas na disciplina de Tectônica III.



Fonte: Autoras (2024).

Foram adotadas 2 classificações: cobertas tradicionais, sendo aquelas onde é possível definir uma geometria de origem; e excêntricas, sendo cobertas em que a geometria da forma é de complexa compreensão, desenvolvimento e execução, a exemplo de projetos nos estilos arquitetônicos Futurista e Desconstrutivista. Em segundo momento, a classificação tipológica das cobertas tradicionais foi baseada na capacidade de suporte em: apoiadas, quando a coberta necessita de alguma outra estrutura de apoio para que possa desempenhar sua função de proteção superior da edificação; e autoportantes, quando não necessita de uma estrutura de apoio, sendo uma estrutura resistente pela sua forma.

4.2 Compreensão de cada tipologia a partir da geometria

Cada tipologia de cobertura é conceituada, a partir dos elementos geométricos que a originam e definem, mantendo relação direta com as bases de representação gráfica, até então, cursadas pelos estudantes, como Geometria Gráfica 2D I e 3D I. Referências como Rebello (2000) e Ching, Onouye, Zuberbuhler (2015) foram essenciais na construção dessa etapa.

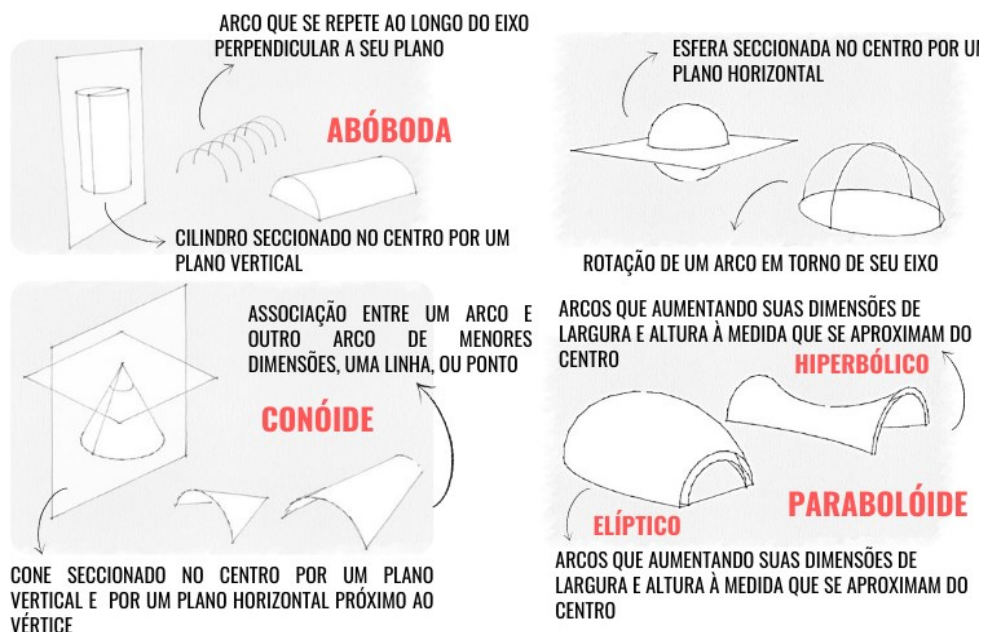
A tipologia de cobertas tradicionais autoportantes foi adotada para exemplificar, com mais riqueza de detalhes, este e os demais procedimentos de ensino e aprendizagem.

A aula é iniciada com um vídeo didático sobre Cascas - morfologia e concepção estrutural, a partir de um estudo de caso sobre o Aeroporto Internacional Whashington Dulles, projetado na década de 1960, pelo arquiteto Eero Saarinen (Stona, Marin, 2016). Neste primeiro momento, objetivou-se compreender a definição de casca, a partir da definição de “placas curvas”, e observar aspectos relacionados à dimensão estética/formal/simbólica da tectônica, como plasticidade, flexibilidade, estética, pureza da forma e estrutura como ativo na arquitetura. Importante destacar que, nesta etapa, o estudante continua a assimilar a tectônica de forma sutil, desobrigado-o de uma compreensão dessa matéria por equações de pré-dimensionamentos e conceitos sobre resistência dos materiais, que na maioria das vezes, é um desafio e decepcionante para o estudante de arquitetura e urbanismo.

Em um segundo momento, entendendo-se o conceito de cascas e capacidade plástica na arquitetura, os subgrupos tipológicos foram ensinados. O ensino advém de bases da geometria espacial, porém, de uma forma mais lúdica, sem definições complexas ou equacionáveis como utilizadas no ensino para cursos de Matemática ou Expressão Gráfica (Figura 3).

As principais referências adotadas nesta etapa foram Rebello (2000); Ching, Onouye, Zuberbuhler (2015); NBR 6120 (2019).

Figura 3: Estratégias de ensino da dimensão estética/formal/simbólica da tectônica, a partir do ensino lúdico da geometria espacial de cascas.



Fonte: Autoras (2024).

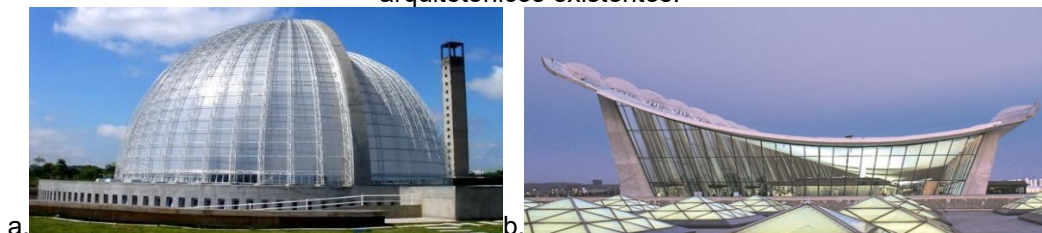
4.3 Compreensão de cada tipologia a partir do comportamento estrutural

Após a compreensão formal característica de cada tipologia, segue-se com o ensino sobre o comportamento estrutural, ainda adotando as cascas como exemplo. Retornando ao vídeo citado anteriormente, foi possível ter noção da dimensão técnica/estrutural/material, através de entendimentos sobre: estrutura resistente pela forma, justificando seu enquadramento como autoportante; capacidade de vencer grandes vãos na arquitetura; capacidade de suporte depende da curvatura e a carga deve ser uniformemente distribuída na superfície; as dimensões dos elementos estruturais são diretamente proporcionais às do vão a ser vencido; esforços de empuxo gerados pela forma da casca; posicionamento e formas dos elementos podem combater determinados esforços e aumentar a estabilidade da edificação.

Aqui, destacou-se a relevância em compreender o comportamento estrutural dos elementos como atributo fundamental para uma aplicabilidade na forma arquitetônica de modo mais consciente e inteligente.

Para tal, foram utilizados alguns projetos arquitetônicos como referência. Algumas estratégias ensinadas: aumento da base do elemento de apoio das cascas (quando apoiadas); elementos de travamento (cabos tracionados e anel de compressão (Figura 4a); inclinação dos apoios para combater esforços de empuxo (Figura 4b).

Figura 4: Estratégias de ensino da dimensão técnica/estrutural da tectônica, a partir de projetos arquitetônicos existentes.



Fonte: a. Orquidário Ruth Cardoso Parque Villa Lobos, disponível em <https://www.parquevillalobos.net/orquidario-ruth-cardoso-parque-villa-lobos/>; b. Aeroporto Internacional de Washington Dulles, disponível em https://images.adsttc.com/media/images/5acd/ef58/f197/ccc2/b400/001f/slideshow/Dullesskylites_E2.jpg?1523445586.

Cientes do comportamento básico estrutural das tipologias de cobertas, o conteúdo seguinte contemplou a materialidade das mesmas. A partir da identificação dos principais materiais adotados em cada tipologia, o aluno vislumbrou possibilidades diversas da aplicabilidade de materiais, técnicas e formas que melhor se adequassem ao projeto desenvolvido na disciplina de CODA de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo III⁶.

Ainda na dimensão técnica/estrutural/material foram introduzidas estratégias para o pré-dimensionamento dos elementos de cobertura, seja através da leitura de ábacos/gráficos ou da aplicação de equações simplificadas e já difundidas na literatura. As principais referências adotadas nesta etapa foram Rebello (2000); Silver (2013); Ching, Onouye, Zuberbuhler (2015); Botelho (2017); NBR 6120 (2019); NBR 6118 (2023).

4.4 Atividade prática sobre cobertura como partido arquitetônico

Com base no aprendizado dos 3 procedimentos anteriores, o estudante de arquitetura foi desafiado a desenvolver com o tema de Coberta como partido arquitetônico. Para tal, além do ensino dos conteúdos já descritos, também foi ministrado o conteúdo sobre esse assunto.

O desafio do ensino desse conteúdo era transmitir para o estudante a importância de pensar a cobertura como parte das cogitações iniciais do projeto, e não como mera consequência da resolução de uma planta baixa. Entende-se que, quanto

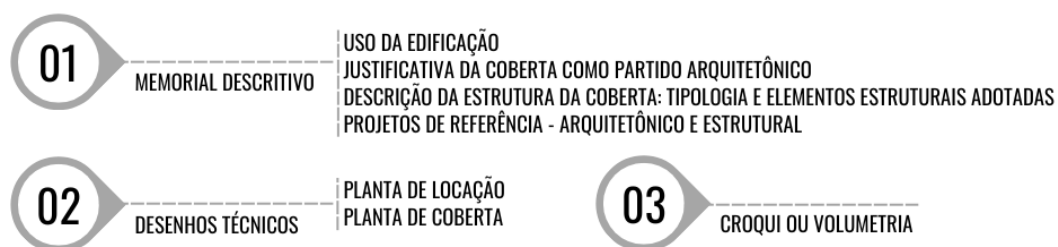
⁶ Esta disciplina é integrativa do 3º período, devendo o aluno apresentar um projeto a nível urbano que integre os aprendizados das disciplinas cursadas no semestre, como Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo III, Tectônica III, Conforto III e Geometria Gráfica 3D I.

mais cedo o estudante especular sobre a concepção da cobertura (seja a partir de uma materialidade ou de uma forma), mais chances de êxito o projeto terá.

Adicionado a isso, ressalta-se a importância de uma noção volumétrica do edifício, reconhecendo a cobertura como componente substancial na expressão arquitetônica, reconhecida pela dimensão estética/formal/simbólica da tectônica. Essa leitura tridimensional segue sendo importante na dimensão técnica/estrutural/material também, principalmente, no momento de compatibilização do próprio projeto arquitetônico - entre as representações e interpretações entre plantas e cortes; quanto com os demais projetos, como o estrutural - continuação vertical e horizontal de elementos lineares (pilares e vigas), por exemplo.

A atividade tinha como objetivo desenvolver uma proposta de projeto (esboço ou estudo preliminar), onde o partido arquitetônico fosse a cobertura e, que deveria estar integrada a nível urbano com a área de implantação. A proposta deveria conter as seguintes informações e elementos, conforme a Figura 5.

Figura 5: Estruturação da atividade sobre Cobertas como partido arquitetônico de Tectônica III.



Fonte: Autoras (2024).

A atividade, desenvolvida em grupo, buscava estimular a reflexão e debates conjuntos sobre os conteúdos inerentes à disciplina. Ao longo de 8 semestres foram desenvolvidas 67 atividades. Foi reconhecida uma variedade de tipologias, com exceção da excêntrica, devido à complexidade de representação gráfica da forma e dos elementos estruturais.

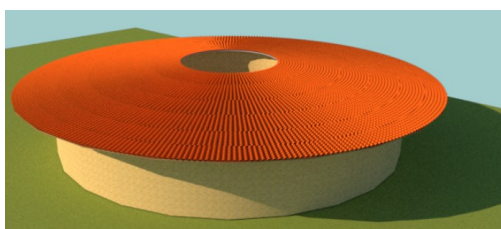
Assim, continuando o entendimento do processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Tectônica III, conforme passos descritos anteriormente, os 4 exemplos de atividades são sobre a tipologia tradicional autoportante - cascas (Figura 6).

Primeiramente, destaca-se que, apesar da cobertura do Projeto Escola-Biblioteca ser um telhado (cobertura tradicional apoiada), a mesma foi adotada como exemplo neste ponto por ter sua ideia formal próxima à definição geométrica da cúpula. A

cúpula do Panteão, em Roma, também apresenta essa centralidade vazada, tendo os alunos se assimilado dessa estratégia para adotar em sua proposta.

O Bar e Restaurante apresenta uma coberta com uma estrutura metálica deslocada do “corpo do edifício”, entendendo a importância dos elementos de suporte de um coroamento do edifício com silhueta fluida, rítmica e leve. Inspirados no Hospital Sarah Kubitschek em Salvador, projetado por João Filgueiras Lima - Lelé, as cobertas do Mercado Público e do Centro Poliesportivo são estruturas do tipo shed, porém não na forma tradicional de “dentes de serra”. Adotam a sinuosidade da forma proporcionada pelos elementos curvos que definem a tipologia, e propiciam as ventilação e iluminação zenitais, conteúdos também ensinados na disciplina.

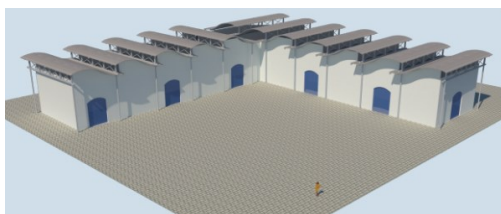
Figura 6: Exemplos de atividades desenvolvidas pelos estudantes de Tectônica III.



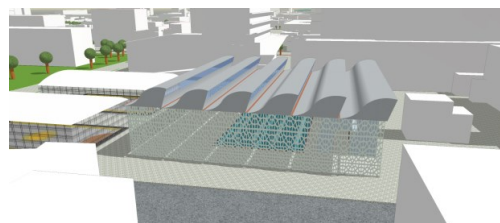
Projeto Escola-Biblioteca



Bar e Restaurante



Mercado Público



Centro Poliesportivo

Fonte: Acervo do Google Classroom de Tectônica III - 2022 a 2024 (2024).

O modo de representação e a ferramenta adotada para tal foi, predominantemente, a utilização de softwares como Sketchup e Revit, em detrimento do croqui à mão livre. Apenas 10% das atividades desenvolvidas foram realizadas com instrumentos de desenho como esquadro e escalímetro. As referências adotadas foram bastante variadas, contemplando desde estruturas simples, como telhados em estruturas de madeira com 2 águas.

A materialidade das cobertas adotadas também foi variada. A madeira, utilizadas nas treliças planas para compor estruturas de telhado foram as mais usuais, seguidas de lajes de concreto armado moldada *in loco* com o uso de teto verde.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma reflexão sobre o ensino da tectônica e algumas ferramentas adotadas nesse processo; compartilhando a experiência do ensino da tectônica no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. O curso é o único no Brasil que apresenta disciplinas denominadas Tectônica, apresentando-se como uma inovação no ensino da arquitetura e urbanismo.

Observou-se que, a existência de um espaço físico em que possam ser atendidas as práticas tectônicas voltadas, principalmente, ao ensino técnico e material, como os laboratórios específicos e o canteiro experimental, podem potencializar o processo de ensino e aprendizagem da matéria. Nessa ausência, laboratórios de informática dos cursos podem atender algumas demandas das disciplinas, através da utilização de softwares que possibilitem a modelagem, análise e compreensão dos conteúdos. Porém, fazem-se necessários computadores com elevada capacidade de processamento para disponibilizar aos alunos.

Uma estratégia é iniciar o ensino da tectônica pela dimensão estética/formal/simbólica, através do auxílio da geometria espacial na compreensão de formas e estruturas que podem compor os edifícios. No caso, foi abordado o ensino de cobertas com ênfase nas tipologias tradicionais autoportantes - cascas. Através da compreensão lúdica da origem das 4 classes de cascas - abóboda, cúpula, conóide e parabolóide, é possível desenvolver um aprendizado mais facilitado, distante de cálculos e equações de pré-dimensionamento que frustram e desmotivam o estudante de arquitetura e urbanismo.

Posteriormente, a dimensão técnica/estrutural/material pode ser introduzida, através do uso de projetos arquitetônicos existentes como exemplos para demonstrar estratégias adotadas na estrutura. Após uma compreensão mais serena sobre essa dimensão, é possível prosseguir com o ensino mais técnico e normativo, utilizando equações, gráficos ou ábacos de pré-dimensionamento.

Percebe-se que o desafio do ensino de tectônica é intenso. Mas, a disposição e motivação de docentes e pesquisadores no ensino dessa matéria é um forte incentivador para que os estudantes tenham, em sua formação, o entendimento da construção da arquitetura, sob aspectos sistêmicos da tectônica: forma, matéria e estrutura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, F.; KASSIM, M. H. B.; SANUSI, A. N. Z. Go Virtual: Exploring Augmented Reality Application in Representation of Steel Architectural Construction for the Enhancement of Architecture Education. **Advanced Science Letters**, v. 23, n. 2, p. 804-808. 2017. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.7449>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: ações para o cálculo de estruturas de edificações. 2019 Versão Corrigida: 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto. 2023.

AGUIAR, M. FAVERO, M. **MAM-Rio**: forma-estrutura, tectônica e empatia. *Arquitetura Revista*, v. 15, n. 2. 2019. <https://doi.org/10.4013/arq.2019.152.03>

AL-AZZAWI. T.; AL-MAJIDI, Z. Parametric architecture: the second international style. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 1067. 2021.

AMARAL, I. **Quase tudo que você queria saber sobre tectônica, mas tinha vergonha de perguntar**. Pós Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, v. 16, n. 26, p. 148-167. 2009.

AZEVEDO, V., LIRA, H., MORAES, A., & VASCONCELOS, B. **Uso da realidade aumentada no ensino de projeto de engenharia civil**. *arq.Urb*, (36), p. 67–79. 2023. <https://doi.org/10.37916/arq.urb.vi36.645>

BESSA, S. A. L.; LIBRELOTTO, L. I. **A importância das práticas construtivas nos canteiros experimentais em cursos de arquitetura e urbanismo**. *PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, v. 12. 2021. <https://doi.org/10.20396/parc.v12i00.8660850>.

BOTELHO, M. H. A. **Resistência dos materiais**: para entender e gostar. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2017. 264p.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES 2/2010: **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo**, alterando dispositivos da Resolução CNE/CES nº 6/2006. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de junho de 2010.

BRASIL. Resolução CNE/CES 1/2021: Altera o Art. 9º, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2019 e o Art. 6º, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2010, que institui as **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo**. Diário Oficial da União, Brasília, 29 de março de 2021.

CARNEIRO, D. M.; BOTELHO JÚNIOR, M. A. S. **Canteiro Experimental: a conexão como princípio ativo para transformação do ensino**. III Seminário Canteiro Experimental em Arquitetura e Urbanismo e I Encontro Nacional de Canteiros Experimentais. São Paulo. 2024.

CARVALHO, C. G.; SILVOSO, M. M. **O canteiro experimental no desenvolvimento de tecnologias construtivas sustentáveis**. Encontro Latino Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, v. 4, p. 1310–1323. 2023.

CHING, F. D. K.; ONOUE, B. S.; ZUBERBUHLER, D. **Sistemas estruturais ilustrados: padrões, sistemas e projeto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman. 2015. 344p.

DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UFPE. **Projeto Pedagógico do curso de graduação em arquitetura e urbanismo da UFPE**. Recife, 2016.

FREITAS, M. L. M. X. **Quando o canteiro não existe: práticas didáticas de uma ausência no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPE**. III Seminário Canteiro Experimental em Arquitetura e Urbanismo e I Encontro Nacional de Canteiros Experimentais. São Paulo. 2024.

HAJIRASOULI, A., BANIHASHEMI, S. **Augmented reality in architecture and construction education: state of the field and opportunities**. Int J Educ Technol High Educ 19, 39. 2022. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00343-9>

HANNAH. **House of cores**. Houston, TX. 2022. Acesso em: 09 de nov. 2024. Disponível em: <https://www.hannah-office.org/>.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Manual para classificação dos cursos de graduação e sequenciais: CINE Brasil** [recurso eletrônico]. Brasília. 160p. 2019.

KOTLARZ, O.; WOSATKO, A. **Effectivity of BIM transfer of structural models between programs for engineers**. Budownictwo i Architektura, v. 20, n. 3, p. 5-24. 2021. <https://doi.org/10.35784/bud-arch.2627>

LIMA, W. N.; MARTINS, P. J.; JORGINO, D. R. **Avaliação comparativa entre os softwares EBERICK V10 e CYPECAD 2016 para estruturas de concreto armado**. Revista Eletrônica TECCEN, v. 12, n. 1. 2019. <https://doi.org/10.21727/teccen.v12i1.1391>

LOPES, J. M. A. **Quando menos não é mais: tectônica e o ensino tecnológico da Arquitetura e do Urbanismo**. III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-

graduação em Arquitetura e Urbanismo, arquitetura, cidade e projeto: uma construção coletiva São Paulo, 2014.

MATTANA, L.; SOUZA, J. C.; PFÜTZENREUTER, A. H.; PIMENTA, A. F. P. S. Interações da tectônica no ensino de projeto de arquitetura. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 12. 2021. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v12i00.8658502>.

MEDEIROS, R. **Ensino de Arquitetura, o conteúdo tecnológico e a contribuição da abordagem tectônica para o ensino de projeto**. III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, arquitetura, cidade e projeto: uma construção coletiva São Paulo, 2014.

PUPPO, Regiane Trevisan. Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 1, n. 3, p. 80–98, 2008. <https://doi.org/10.20396/parc.v1i3.8634511>.

REBELLO, Y. C. P. **Bases para o projeto estrutural na arquitetura**. São Paulo: Zigurate Editora, 2007. 288p.

SILVA, J. N.; SILVA, J.; SILVA, S.; MELO, R.; MELO, T. A. T. **Análise dos esforços causados pela incidência dos ventos em estruturas metálicas utilizando o Método dos Volumes Finitos**. Anais. III Congresso Nacional de Construção de Edifícios, João Pessoa. 2018.

SILVER, P.; McLEAN, W.; EVANS. P. **Sistemas estruturais**. São Paulo: Blucher, 2013. 208p.

STONA, A. M.; MARIN, I. **Cascas: morfologia e concepção estrutural**. YouTube, 29 de nov. de 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a9UE1t0I2-M>.

TONN, C.; PETZOLD, F.; BIMBER, O.; GRUNDHÖFER, A.; DONATH, D. **Spatial Augmented Reality for Architecture** — Designing and Planning with and within Existing Buildings. SAGE Publishing, v. 6, n. 1. 2008. <https://doi.org/10.1260/147807708784640126>

VALENÇA, M. L. R. M. **Representatividade feminina na arquitetura do Recife: formação, trajetórias e práticas profissionais (1956-1975)**. Trabalho de Conclusão de Curso em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco. 146p. 2022.