

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2024

SISTEMA DA CONSTRUÇÃO COM PRÉ-FABRICADOS CERÂMICOS

EXPERIMENTANDO UM MODELO EM CPC NA PRÁTICA DE CANTEIRO

Organizadores

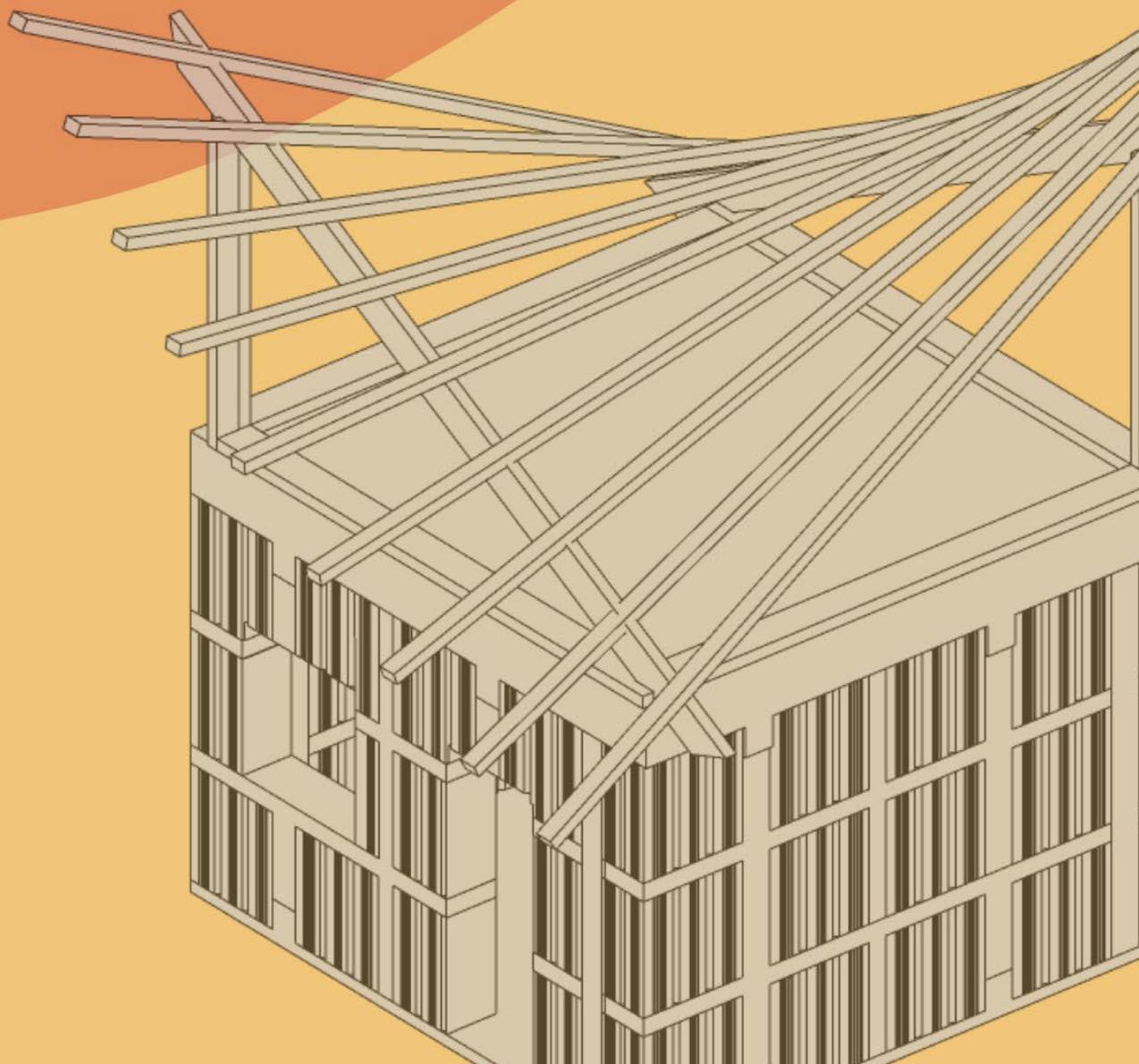
Sasquia Hizuru Obata, Ph.D.
Alexandre Augusto Martins, Ph.D.

Autores:

Celso Aparecido Sampaio, Ph.D.
Loyde Vieira de Abreu Harbich, Ph. D

Revisão:

Celso Aparecido Sampaio, Ph.D.



SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2024

SISTEMA DA CONSTRUÇÃO COM PRÉ-FABRICADOS CERÂMICOS

EXPERIMENTANDO UM MODELO EM CPC NA PRÁTICA DE CANTEIRO

Organizadores

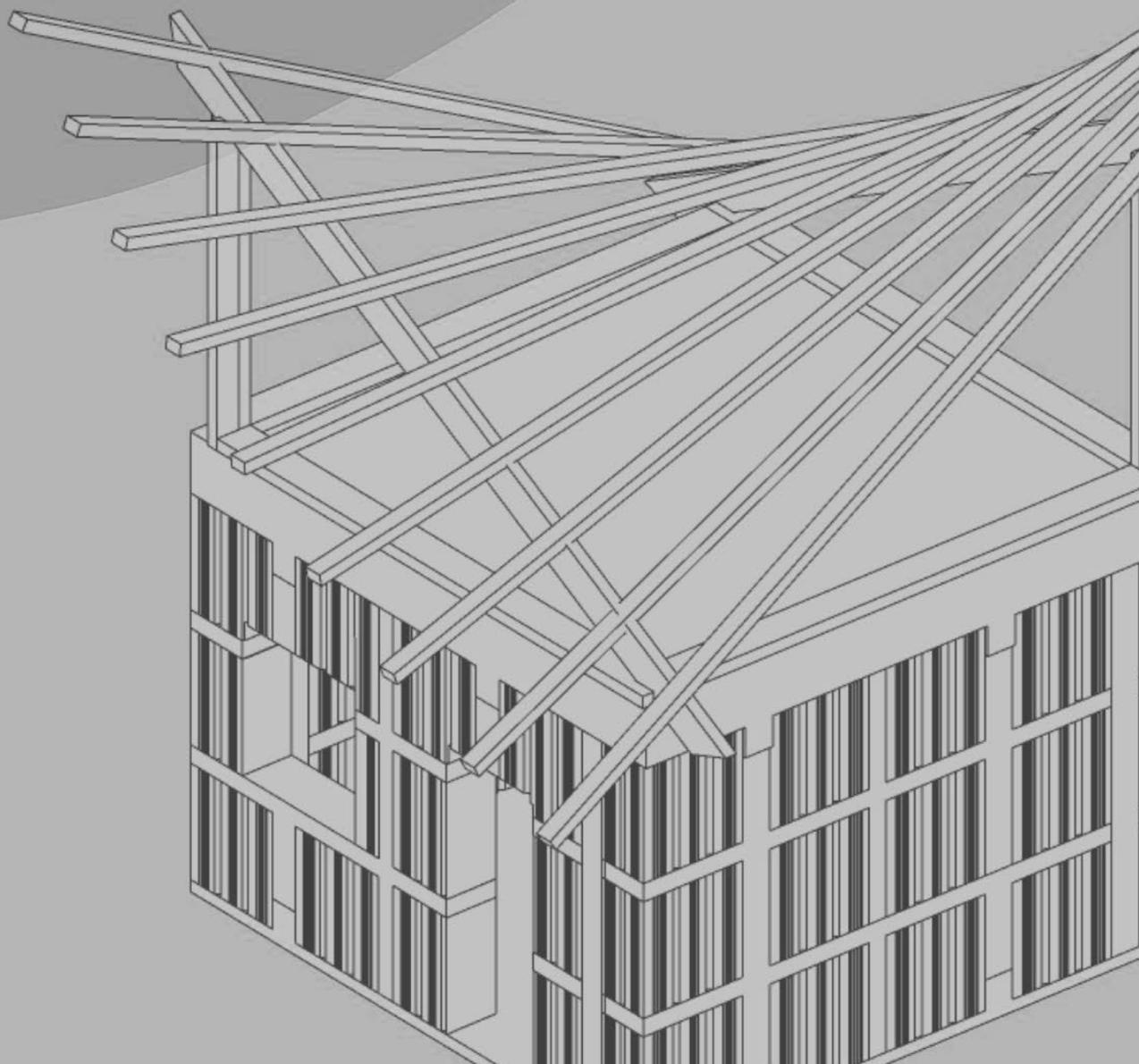
Sasquia Hizuru Obata, Ph.D.
Alexandre Augusto Martins, Ph.D.

Autores:

Celso Aparecido Sampaio, Ph.D.
Loyde Vieira de Abreu Harbich, Ph. D

Revisão:

Celso Aparecido Sampaio, Ph.D.



EDITORA CHEFE

Prof^o Me. Isabele de Souza Carvalho

EDITOR EXECUTIVO

Nathan Albano Valente

ORGANIZADORES DO LIVRO

Sasquia Hizuru Obata
Alexandre Augusto Martins

PRODUÇÃO EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

EDIÇÃO DE ARTE

Alan Ferreira de Moraes

EDIÇÃO DE TEXTO

Natan Bones Petitemberte

BIBLIOTECÁRIA

Eliane de Freitas

IMAGENS DE CAPA

Murilo Puglia Salles

ÁREA DO CONHECIMENTO

Engenharias

2024 by Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Copyright do Texto © 2024 Os Autores

Copyright da Edição © 2024 Seven Editora

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Seven Publicações Ltda. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Seven Publicações Ltda é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação.

Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.



O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional

CORPO EDITORIAL

EDITORA-CHEFE

Prof^o Me. Isabele de Souza Carvalho

CORPO EDITORIAL

Pedro Henrique Ferreira Marçal. Vale do Rio Doce University
Adriana Barni Truccolo- State University of Rio Grande do Sul
Marcos Garcia Costa Morais- State University of Paraíba
Mônica Maria de Almeida Brainer - Federal Institute of Goiás Campus Ceres
Caio Vinicius Efigenio Formiga - Pontifical Catholic University of Goiás
Egas José Armando - Eduardo Mondlane University of Mozambique.
Ariane Fernandes da Conceição- Federal University of Triângulo Mineiro
Wanderson Santos de Farias - Universidad de Desarrollo Sustentable
Maria Gorete Valus -University of Campinas
Luiz Gonzaga Lapa Junior- Universidade de Brasília
Janyel Trevisol- Universidade Federal de Santa Maria
Irlane Maia de Oliveira- Universidade Federal de Mato Grosso
Paulo Roberto Duailibe Monteiro- Universidade Federal Fluminense
Luiz Gonzaga Lapa Junior- Universidade de Brasília
Janyel Trevisol- Universidade Federal de Santa Maria
Yuni Saputri M.A- Universidade de Nalanda, Índia
Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí, CEAD

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Sampaio, Celso Aparecido

Sistema de construção com pré-fabricados cerâmicos [livro eletrônico] : experimentando um modelo em CPC na prática de canteiro / Celso Aparecido Sampaio, Loyde Vieira de Abreu Harbich ; organização Sasquia Hizuru Obata, Alexandre Augusto Martins. -- São José dos Pinhais, PR : Seven Editora, 2024.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-85932-01-1

1. Construção 2. Construção civil - Materiais
3. Engenharia civil 4. Pré-fabricados de cerâmicos - Projetos I. Harbich, Loyde Vieira de Abreu.
II. Obata, Sasquia Hizuru. III. Martins, Alexandre Augusto. IV. Título.

24-191010

CDD-624

Índices para catálogo sistemático:

1. Construção civil : Engenharia 624

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

DOI: 10.56238/livrosindi202405-

Seven Publicações Ltda
CNPJ: 43.789.355/0001-14
editora@sevenevents.com.br
São José dos Pinhais/PR

DECLARAÇÃO DO AUTOR

O autor deste trabalho DECLARA, para os seguintes fins, que:

Não possui nenhum interesse comercial que gere conflito de interesse em relação ao conteúdo publicado;

Declara ter participado ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente nas seguintes condições: "a) Desenho do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação dos dados; b) Elaboração do artigo ou revisão para tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão";

Certifica que o texto publicado está completamente livre de dados e/ou resultados fraudulentos e defeitos de autoria;

Confirma a citação correta e referência de todos os dados e interpretações de dados de outras pesquisas;

Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para realizar a pesquisa;

Autoriza a edição do trabalho, incluindo registros de catálogo, ISBN, DOI e outros indexadores, design visual e criação de capa, layout interno, bem como seu lançamento e divulgação de acordo com os critérios da Seven Eventos Acadêmicos e Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Seven Publicações DECLARA, para fins de direitos, deveres e quaisquer significados metodológicos ou legais, que:

Esta publicação constitui apenas uma transferência temporária de direitos autorais, constituindo um direito à publicação e reprodução dos materiais. A Editora não é co-responsável pela criação dos manuscritos publicados, nos termos estabelecidos na Lei de Direitos Autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; O(s) autor(es) é(são) exclusivamente responsável(eis) por verificar tais questões de direitos autorais e outros, isentando a Editora de quaisquer danos civis, administrativos e criminais que possam surgir.

Autoriza a **DIVULGAÇÃO DO TRABALHO** pelo(s) autor(es) em palestras, cursos, eventos, shows, mídia e televisão, desde que haja o devido reconhecimento da autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial, com a apresentação dos devidos **CRÉDITOS** à **SEVEN PUBLICAÇÕES**, sendo o(s) autor(es) e editora(es) responsáveis pela omissão/exclusão dessas informações;

Todos os e-books são de acesso aberto, portanto, não os venda em seu site, sites parceiros, plataformas de comércio eletrônico ou qualquer outro meio virtual ou físico. Portanto, está isento de transferências de direitos autorais para autores, uma vez que o formato não gera outros direitos além dos fins didáticos e publicitários da obra, que pode ser consultada a qualquer momento.

Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições públicas de ensino superior, conforme recomendado pela CAPES para obtenção do Qualis livro;

A Seven Eventos Acadêmicos não atribui, vende ou autoriza o uso dos nomes e e-mails dos autores, bem como de quaisquer outros dados deles, para qualquer finalidade que não seja a divulgação desta obra, de acordo com o Marco Civil da Internet, a Lei Geral de Proteção de Dados e a Constituição da República Federativa.

ORGANIZADORES DO EBOOK



Profa. Dra. Sasquia Hizuru Obata

Possui graduação em Engenharia Civil pela Fundação Armando Álvares Penteado, graduação em nível Superior de Formação de Professores de Disciplinas pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Cruzeiro do Sul. Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo, doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Mackenzie e pós-doutorado em Engenharia de Produção na área de concentração de Sustentabilidade em Sistemas de Produção - LAPROMA/UNIP. Atualmente é professora da Fundação Armando Álvares Penteado- FAAP e da Universidade Presbiteriana Mackenzie- FAU. Autora da adaptação do Livro Construção Verde: princípios e prática na construção residencial- editora CENGAGE e do livro Topsoil: significado e diretrizes para o uso e ocupação do Solo editora Appris. Atua academicamente na área de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas de Concreto, Materiais e Tecnologias Construtivas e Sustentabilidades. Atua na representação docente do curso Pós Digital em Desenho e Gestão da Mobilidade Urbana Sustentável. Coordenou o curso de Lato-Sensu em Construções Sustentáveis. Desenvolve e coordena projetos em sustentabilidades das construções, já realizados pela RTKS e como coordenadora de projetos de gestão aberta para inovação do Inova Paula Souza. Participou como docente nos cursos de pós-graduação lato-sensu de Perícias e Avaliações de Engenharia, Negócios Imobiliários e Construções Sustentáveis da FAAP. Professora convidada e ministrante da disciplina Avaliações e Certificação para Construções Sustentáveis no curso de pós-graduação lato-sensu em Arquitetura, Cidade e Sustentabilidade no Centro Universitário Belas Artes. Atua ativamente na promoção do tema e difusão dos conceitos sobre construções sustentáveis através de palestras, entrevistas e treinamentos. Atuou como Coordenadora do Núcleo de Pós-graduação Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia da FAAP, como coordenadora do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da FAAP e também criou e coordenou o curso de Pós-Graduação em Gestão Estratégica de Projetos e do curso de Extensão em Gestão de Projetos na FAAP. Esteve à frente da coordenação dos Projetos Especiais e Modernização dos Laboratórios da Faculdade de Engenharia da FAAP. Atuo como docente na Fatec Tatuapé - Victor Civita.



Prof. Dr. Alexandre Augusto Martins

Arquiteto e urbanista, engenheiro civil e administrador de empresas. Doutor (FAU-Mackenzie; 2020) e mestre (FAU-USP; 2015) em arquitetura e urbanismo, e pós-graduado (INSPER; 2000) em administração. Possui mais de 20 anos de experiência como docente em cursos superiores de graduação, e desde 2013 dedica-se ao ensino e à investigação de temas voltados à técnica/tecnologia da construção civil; aos sistemas estruturais em concreto, aço e madeira; aos materiais de construção; ao comportamento resistente e à estabilidade das edificações; aos conceitos mecânicos, geométricos e de design inerentes às estruturas; à tectônica como articuladora entre técnicas de construção e características físicas dos materiais; e ao fazer arquitetônico enquanto conjugação entre fundamentos e concepções plásticas e os conceitos formais e racionais que os amparam e qualificam. Atualmente é professor-pesquisador dos componentes curriculares associados à estrutura, à tecnologia e ao projeto. Leciona no curso superior em arquitetura e urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie instituição na qual também atua como representante acadêmico do curso de pós lato-sensu em "Gerenciamento dos Empreendimentos da Construção Civil". Para além das atividades voltadas ao ensino, possui vivência profissional sobretudo em: projeto de arquitetura; gerenciamento, planejamento e controle; estudos preliminares; obras; compatibilização de projetos complementares; logística; medições e orçamentos.

AUTORES

Prof. Dr. Celso Aparecido Sampaio

Arquiteto e Urbanista pela Universidade Presbiteriana Mackenzie - UPM (1988), mestre em Arquitetura e Urbanismo pela USP de São Carlos (2000) e doutor em Arquitetura e Urbanismo pela UPM (2022). Com 25 anos de experiência docente, atua como Professor de Projeto na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UPM. Foi Diretor do Instituto dos Arquitetos do Brasil Seção São Paulo no período de 2010-2011 e exerceu como Gestor Público a função de Diretor Técnico (2015-2016) e Gerente de Projetos (2001-2004) na COHAB-SP, Diretor de Habitação (2005-2006) na Prefeitura Municipal de Santo André, foi membro titular do Conselho Municipal de Política Urbana CMPU, do município de São Paulo, Gestão 2017-2019 e atualmente membro titular do Conselho Municipal de Habitação - CMH no município de São Paulo, para a Gestão (2023-2025). Coordenador do Projeto de Extensão: Residência em Arquitetura e Urbanismo - Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS) da FAU Mackenzie.

Profa. Dra. Loyde Vieira de Abreu Harbich

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2004), Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho pela EECA-UFG (2005), Especialização em Gestão Empresarial na PUC-Campinas (2006), mestrado em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP (2008), doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidades pela FEC-UNICAMP (2012), tendo realizado um período de doutorado sanduíche no Instituto de Meteorologia da Universidade Freiburg (Meteorologisches Institut, Universität Freiburg, Alemanha (2011). Pós-Doutoramento: Meteorologisches Institut, Universität Freiburg, Alemanha (2013), FEC-ATC-UNICAMP (2014-2015), na EECA-GECON-UFG (2016-2017). Atualmente, é professora na FAU-MACKENZIE, ministrando disciplinas na área de conforto ambiental (térmico, acústico e lumínico) e desenvolvendo pesquisas na área de sustentabilidade, conforto ambiental e eficiência energética. Coordenadora do grupo de pesquisa "Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Sustentabilidade no Edifício e na Cidade". Desenvolve pesquisas em metodologia de projetos, segurança no trabalho, sustentabilidade, conforto acústico, lumínico e térmico, eficiência energética, clima urbano, desenho urbano, planejamento urbano, silvicultura urbana e paisagismo.

APRESENTAÇÃO

Em 1984, durante uma visita ao Uruguai, Joan Villà fez uma descoberta que mudaria o curso de sua carreira e, por consequência, influenciaria toda uma geração de arquitetos e urbanistas. Em uma obra de Eládio Dieste, ele encontrou um pequeno painel pré-moldado em tijolo, inicialmente destinado a cobrir pequenos vãos de banheiros. Esse encontro casual levou Villà a uma série de reflexões e, posteriormente, a uma colaboração frutífera com o renomado arquiteto uruguaio.

De volta ao Brasil, Villà trouxe consigo não apenas a lembrança desse painel, mas também a semente de uma ideia revolucionária: a possibilidade de utilizar materiais cerâmicos pré-fabricados em larga escala na construção civil. Sua jornada em busca de soluções construtivas mais eficientes e acessíveis começou a tomar forma. No Laboratório de Habitação da Escola Belas Artes, ele iniciou suas pesquisas, questionando como criar painéis maiores que pudessem ser componentes essenciais de edifícios construídos em processos de mutirão.

Joan Villà sempre foi um observador atento, pesquisador incansável e um arquiteto que acreditava que a verdadeira arquitetura se encontrava na construção. Enquanto explorava os bairros periféricos de São Paulo, ele observou a presença massiva de blocos cerâmicos furados, que eram mais leves do que os tijolos maciços e amplamente empregados em lajes mistas. Foi nesse contexto que a ideia do Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos (CPC) começou a ganhar vida.

O CPC representou uma abordagem inovadora que combinou a simplicidade dos materiais cerâmicos com a eficiência da pré-fabricação. Não apenas permitiu a construção rápida e acessível de habitações, mas também inaugurou uma nova forma de pensar a arquitetura. Essa inovação não ficou apenas no papel; ela se materializou em projetos reais, como as residências estudantis da Unicamp, e se espalhou por escolas de arquitetura, incluindo a FAU-Mackenzie, onde o canteiro experimental se tornou uma prática pedagógica.

O livro que apresentamos aqui é um registro e uma reflexão crítica sobre uma atividade acadêmica que se desenrolou na Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). Ele destaca a importância da prática em canteiro de obras na formação de arquitetos e urbanistas. A disciplina "Prática de Canteiro: Experimentações" proporciona uma vivência imersiva no canteiro de obras, alinhando-se com uma abordagem de aprendizado baseada na experimentação e na integração de teoria e prática. Os exercícios práticos abrangem diversos materiais e tecnologias, contribuindo para a formação dos estudantes e preparando-os para desafios contemporâneos na área de arquitetura e urbanismo.

Além disso, este trabalho valoriza a documentação dessa experiência como um registro significativo. Ele destaca não apenas o entendimento sobre a importância do canteiro de obras como um espaço de aprendizado prático, mas também a importância de documentar e compartilhar essas experiências. Isso não apenas enriquece o legado do trabalho iniciado por Villà, mas também demonstra o compromisso dos professores em capturar e compartilhar o conhecimento gerado a partir dessa prática pedagógica.

Nos capítulos a seguir, exploraremos em detalhes o canteiro experimental da FAU-UPM, o Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos (CPC) e as experiências práticas envolvendo materiais como madeira e paraboloides hiperbólicos. Cada capítulo oferece uma visão única desse processo de aprendizado inovador e como ele tem moldado a formação de futuros arquitetos e urbanistas.

Este livro foi concebido para estudantes, professores e profissionais da área de arquitetura e urbanismo, bem como para todos os interessados em tecnologias construtivas inovadoras e práticas educacionais transformadoras na construção civil. Convidamos você a explorar as páginas que se seguem e a se inspirar na jornada que começa com uma simples descoberta e se transforma em uma revolução na arquitetura e construção. Seus painéis CPC otimizaram construções e inspiraram experimentação na arquitetura, deixando um legado de criatividade. Villà não apenas construiu casas, mas um legado de inovação.

Os Organizadores.

SUMÁRIO

PREÂMBULO	11
Celso Aparecido Sampaio.	
INTRODUÇÃO	13
Celso Aparecido Sampaio, Sasquia Hizuru Obata.	
CAPÍTULO 1	16
 10.56238/livrosindi202405-001	
O CANTEIRO EXPERIMENTAL DA FAU- UPM	
Celso Aparecido Sampaio, Sasquia Hizuru Obata.	
CAPÍTULO 2	18
 10.56238/livrosindi202405-002	
O SISTEMA DE CONSTRUÇÃO COM PRÉ-FABRICADOS CERÂMICOS - CPC	
Alexandre Augusto Martins, Sasquia Hizuru Obata.	
CAPÍTULO 3	22
 10.56238/ livrosindi202405-003	
FAZENDO NA PRÁTICA	
Celso Aparecido Sampaio, Sasquia Hizuru Obata.	
CAPÍTULO 4	36
 10.56238/livrosindi202405-004	
BARRAS DE MADEIRA E O PARABOLOIDE COMO COBERTURA DO MODELO CPC	
Sasquia Hizuru Obata, Alexandre Augusto Martins.	
CAPÍTULO 5	43
 10.56238/livrosindi202405-005	
MÓDULO COMO BASE PARA INSTRUMENTALIZAÇÃO E MEDIÇÕES PARA CONFORTO AMBIENTAL	
Loyde Vieira de Abreu Harbich.	
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE	54
ANEXOS	57

Celso Aparecido Sampaio

Lattes: 4517376399451833

Em 1984, durante uma visita ao Uruguai, Joan Villà fez uma descoberta que mudaria o curso de sua carreira e, por consequência, influenciaria toda uma geração de arquitetos e urbanistas. Em uma obra de Eládio Dieste, ele encontrou um pequeno painel pré-moldado em tijolo, inicialmente destinado a cobrir pequenos vãos de banheiros. Esse encontro casual levou Villà a uma série de reflexões e, posteriormente, a uma colaboração frutífera com o renomado arquiteto uruguaio.

De volta ao Brasil, Villà trouxe consigo não apenas a lembrança desse painel, mas também a semente de uma ideia revolucionária: a possibilidade de utilizar materiais cerâmicos pré-fabricados utilizados em larga escala na construção civil. Sua jornada em busca de soluções construtivas mais eficientes e acessíveis começou a tomar forma. No Laboratório de Habitação da Escola Belas Artes, ele iniciou suas pesquisas, questionando como criar painéis maiores que pudessem ser componentes essenciais de edifícios construídos em processos de mutirão.

Joan Villà sempre foi um observador atento, pesquisador incansável e um arquiteto que acreditava que a verdadeira arquitetura se encontrava na construção. Enquanto explorava os bairros periféricos de São Paulo, ele observou a presença massiva de blocos cerâmicos furados, que eram mais leves do que os tijolos maciços e amplamente empregados em lajes mistas. Foi nesse contexto que a ideia do Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos (CPC) começou a ganhar vida.

O CPC representou uma abordagem inovadora que combinou a simplicidade dos materiais cerâmicos com a eficiência da pré-fabricação. Não apenas permitiu a construção rápida e acessível de habitações, mas também inaugurou uma nova forma de pensar a arquitetura. Essa inovação não ficou apenas no papel; ela se materializou em projetos reais, como as residências estudantis da Unicamp, e se espalhou por escolas de arquitetura, incluindo a FAU Mackenzie, onde o canteiro experimental se tornou uma prática pedagógica.

O livro que apresentamos é um registro e uma reflexão crítica sobre uma atividade acadêmica que se desenrolou na Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). Ele destaca a importância da prática em canteiro de obras na formação de arquitetos e urbanistas. A disciplina "Prática de Canteiro: Experimentações" proporciona uma vivência imersiva no canteiro de obras, alinhando-se com uma abordagem de aprendizado baseada na experimentação e na integração de teoria e prática. Os exercícios práticos abrangem diversos materiais e tecnologias, contribuindo para a formação dos estudantes e preparando-os para desafios contemporâneos na área de arquitetura e urbanismo.

Além disso, este trabalho valoriza a documentação dessa experiência como um registro significativo. Ele destaca não apenas o entendimento sobre a importância do canteiro de obras como

um espaço de aprendizado prático, mas também a importância de documentar e compartilhar essas experiências. Isso não apenas enriquece o legado do trabalho iniciado por Villà, mas também demonstra o compromisso dos professores em capturar e compartilhar o conhecimento gerado a partir dessa prática pedagógica.

Nos capítulos a seguir, exploraremos em detalhes o canteiro experimental da FAU-UPM, o Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos (CPC) e as experiências práticas envolvendo materiais como madeira e paraboloides hiperbólicos. Cada capítulo oferece uma visão única desse processo de aprendizado inovador e como ele tem moldado a formação de futuros arquitetos e urbanistas.

Este livro foi concebido para estudantes, professores e profissionais da área de arquitetura e urbanismo, bem como para todos os interessados em tecnologias construtivas inovadoras e práticas educacionais transformadoras na construção civil. Convidamos você a explorar as páginas que se seguem e a se inspirar na jornada que começa com uma simples descoberta e se transforma em uma revolução na arquitetura e construção. Seus painéis CPC otimizaram construções e inspiraram experimentação na arquitetura, deixando um legado de criatividade. Villà não apenas construiu casas, mas um legado de inovação.

Celso Aparecido Sampaio

Lattes: 4517376399451833

Sasquia Hizuru Obata

Lattes: 0632618039418340

O presente trabalho tem o intuito de apresentar o resultado da atividade acadêmica de desenvolvimento prático com estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie - UPM. A UPM estimula e apoia ações de ensino, pesquisa e extensão, voltadas à superação das desigualdades sociais e um desenvolvimento ambientalmente sustentável, visando a replicabilidade com responsabilidade social e ambiental. A Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU Mackenzie vem formando profissionais dedicados que contribuem nas mais variadas áreas de atuação do arquiteto e urbanista para a melhoria da qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente.

A prática em canteiro de obras sempre foi uma reivindicação dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, voltada principalmente a um aprendizado vivencial e imersivo e no estabelecimento de uma maior aproximação dos estudantes com as principais tarefas de um canteiro tradicional da construção civil. Na FAU Mackenzie, a discussão sobre a prática em canteiro de obras vem sendo objeto de discussões e debates com trabalhos experimentais desenvolvidos por professores da escola que ressaltam a importância do processo de fazer e pensar.

[...] resgate este que se dá aliado à proposta de que se verifique a necessidade de um novo equilíbrio entre o fazer e o pensar neste processo, com especial destaque para a importância da simultaneidade entre o pensar fazendo e o fazer pensando como elementos estruturadores de uma metodologia de ensino. (PISANI *et al.* 2009, p.1)

Diante de tal perspectiva, o novo Projeto Pedagógico do Curso – PPC da FAU Mackenzie incluiu, no conjunto de suas disciplinas, algumas de caráter optativo, e no campo experimental, criou a disciplina optativa “Prática de Canteiro: Experimentações”, que possibilita aos estudantes da graduação, uma vivência imersiva no laboratório experimental de canteiro de obras, com a execução de atividades técnicas, exploradas como prática pedagógica, utilizando, pra isso, materiais básicos da construção civil, como tijolos, blocos cerâmicos, madeira, entre outros.

Mesmo tomando as práticas a partir de materiais básicos, o “fazer & pensar” no canteiro experimental tem o atendimento do propósito de transformação da simples reprodução dos fazeres para a condição de melhores criações. Como cita Ronconi (2005), é no canteiro que se estabelece o olhar sistêmico e se transforma informações em formas de compreender o construir, e este, como entendimento de situações complexas através da vivência do estudante e da interação com os eventos diversos poderem ser relacionados com seus conhecimentos científicos.

A componente optativa de “Prática de Canteiro: Experimentações”, segundo o PPC, é aderente ao aprendizado com base na experimentação que amplia o conhecimento. Em especial, nas questões tecnológicas como conforto ambiental, materiais e estrutura, informática e computação, modelos e ensaios etc. Enquanto processo cognitivo do conhecimento técnico, está associada às realizações que muitas vezes acontecem na vivência do canteiro experimental.

Dentro desta estratégia formativa estão sendo desenvolvidas três grandes atividades no percurso de um semestre para os alunos de 6º, 7º, e 8º. semestres que optam pelo canteiro experimental, sendo a 1ª atividade as experimentações com tijolos maciços, a 2ª com painéis de cerâmica armada e a 3ª de construções em madeira.

Em uma adaptação e evolução da própria componente – e em sinergia com grupos de pesquisas da própria FAU Mackenzie – em específico com o grupo liderado pela professora doutora Loyde Vieira de Abreu Harbich, Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Sustentabilidade no Edifício e na Cidade, foi proposta a oportunidade de maior aderência à sustentabilidade dos materiais empregados em canteiro experimental e a busca por integrar produtos realizados e suas materialidades para a obtenção de medições relacionados ao conforto ambiental, materialidade e tecnologias.

Assim, foram feitos estudos das possibilidades de criação de um módulo com configurações edilícias, e já sob a condição de evolução da prática de pré moldagem de unidade modular e composição aleatória para uma forma, mesmo que em menor escala, de uma “casinha”, que se apresenta a seguir.

Portanto, as atividades programáticas e/ou os exercícios 2 e 3 propostos para os alunos foram aglutinados na geração dos elementos de fechamento estrutural vertical e estrutura de cobertura em madeira e compatibilizados na execução por duas turmas dos turnos da tarde e da noite. Além disso, há duas condições de destaque para a consecução que se propôs. Tendo como base a quantidade assegurada de 20 alunos, no máximo, por turma, pela escolha da componente ser totalmente protagonizada pelo aluno e no atendimento à especificidade prévia de sua própria formação.

O segundo exercício proposto aos estudantes refere-se à construção de painéis de cerâmica armada pelo Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos – CPC. O sistema CPC foi desenvolvido pelo arquiteto Joan Villà nos laboratórios do Centro Universitário Belas Artes e Unicamp, nos anos de 1980–1990, voltado à prática da construção por mutirão, para famílias de baixa renda autoconstruírem suas casas, e apresentado em sua dissertação de mestrado (Villà, 2002). Atualmente, Joan Villà é professor de Projeto da FAU-Mackenzie e contribuiu com a definição dos exercícios da disciplina optativa Prática de Canteiro: Experimentações.

O Sistema CPC, pressupõe uma montagem modular formada por painéis pré-fabricados com blocos cerâmicos furados, unidos por concreto armado e argamassa. O sistema permite a composição

de painéis de laje, painéis de paredes, painéis com instalações, painéis de escada e painéis de cobertura.

Largamente experimentado pelo arquiteto Joan Villà em obras públicas como conjunto de residências dos estudantes da Unicamp em Campinas – São Paulo, e na construção de casas pelo regime mutirão, dado que a montagem manual, não exige mão de obra especializada e o desperdício por avaria do material é baixo, permitindo economias substanciais no cômputo final da obra.

Concluída a fase de ensaios na elaboração dos componentes básicos para a construção com pré-fabricados cerâmicos durante a qual, como foi exposto anteriormente, aperfeiçoaram-se ferramentas e gabaritos, finalmente definiram-se a geometria das peças e das formas e consolidou-se experimentalmente o traço do concreto e da argamassa convenientes deu-se início ao programa de ensaios que previa a construção de unidades habitacionais isoladas com dificuldades crescentes de execução. (VILLÀ, 2002, p. 63)

Partindo da experiência do professor Villà, construímos um módulo quadrado com cobertura feita a partir de barras de madeira, experimentada através da construção de um parabolóide hiperbólico, a partir do qual os estudantes aprenderam a aplicar os conhecimentos desenvolvidos através de componentes curriculares que trabalharam com a madeira, como a 5ª Etapa do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

A partir de tais referenciais iniciais, finaliza-se que este trabalho pretende apresentar o processo desenvolvido com os estudantes, a metodologia do fazer pensando e a aplicação prática do emprego dos materiais. Pretende-se, como continuidade do exercício, que em semestres futuros, disciplinas da área de conforto possam utilizar o módulo para ensaios e medições que venham a contribuir com a formação prática dos estudantes nesta área de conhecimento do curso.

O CANTEIRO EXPERIMENTAL DA FAU- UPM

 Crossref  10.56238
Celso Aparecido Sampaio

Lattes: 4517376399451833

Sasquia Hizuru Obata

Lattes: 0632618039418340

O canteiro experimental da UPM tem seu projeto e atuações reconhecidos e identificados não somente pelos resultados de avaliações de cursos por organizações isentas, mas compondo parte de um projeto pedagógico que se estabelece como dentre os melhores curso no Brasil.

No âmbito dos estudos sobre as estratégias e condições ofertadas nos canteiros experimentais para o ensino de estruturas realizados por Nascimento, Silvosos e Gonçalves (2017), a FAU- UPM figura-se dentre as 22 escolas em que se observou a relevância como equipamento pedagógico para o ensino de estruturas e processos construtivos. Em que destacam:

Experimentos nas atividades do Trabalho Final de Graduação: onde os alunos comandam experimentações para dar suporte à sua pesquisa, ou mesmo a seu projeto final;

Pesquisa Científica: onde os alunos, principalmente de Iniciação Científica e/ou Tecnológica, propõem, junto a seus orientadores, atividades relativas a seus interesses, e dos grupos de pesquisa a que pertencem na universidade; Pesquisas Abertas: normalmente propostas por professores, a partir de seus interesses de pesquisa, mas também possíveis de serem sugeridas pelos próprios alunos.

Adicionalmente, atividades vinculadas à extensão universitária, como palestras com convidados externos, usos do espaço para cursos abertos à comunidade, recepção de visitantes e ações de suporte ao Escritório Modelo da Faculdade de Arquitetura Mackenzie – Mosaico. são realizados através do desenvolvimento de disciplinas das áreas tecnológicas, e também a importância como espaço para desenvolvimento de pesquisas, principalmente quando o canteiro está associado a Laboratórios, e aplicação prática de projetos de Trabalhos Finais de Graduação (TFG).

A prática e a experiência no canteiro, em continuidade à introdução, possuem algumas características que são conduzidas além de ser o local de realizações da prática experimental, por estar sendo utilizado com o propósito de inovações para atender a transformação pessoal de formados em arquitetura e urbanismo pela FAU-Mackenzie sob as diretrizes de refletir e experimentar sobre fazer pensando e despertar responsabilidades técnicas, sociais e ambientais.

Outra citação de Carvalho e Silvosos (2021) que reforça o significado e impacto o do canteiro experimental e figura novamente a FAU-UPM leva a considerações de:

[...] equipamento essencial para o fortalecimento de um ensino crítico de arquitetura e urbanismo, com o ensino de tecnologia construtiva não-dissociado do ensino de projeto, se configurando como um lugar de resistência e democrático, frente às imposições mercadológicas e elitistas que fortalecem desigualdades e a replicação de processos construtivos sem o real comprometimento com a questão ambiental e urbana. O canteiro experimental é um lugar que atua na promoção do diálogo em prol da construção de conhecimento, um espaço de inovação de processos construtivos e tecnologias sociais que se integrem a culturas e processos construtivos populares, economicamente acessíveis, sustentáveis e que podem ter nos “novos” estudantes a constituição de agentes transformadores da sociedade. (CARVALHO e SILVOSO, 2021, p.1322)

Como atividades, as trilhas pedagógicas buscam especificamente despertar no aluno a experiência prática como pesquisa, conduzir o experimental materiais clássicos da construção civil, trabalhar coletivamente e de forma colaborativa e, mesmo que se atue em pequenos volumes de materiais, sempre deve trazer à tona as condições da materialidade e seus recursos de renovabilidade reduzida ou de total não renovabilidade na natureza enquanto recurso primário.

Mesmo como sendo a última atividade prática em cada uma das etapas realizadas em canteiro, é onde se coroa as análises críticas sobre os impactos ambientais, indicadores de sustentabilidade – social, ambiental e de governança – buscando que cada estudante atue nos reaproveitamentos de resíduos e, isto, ligado a uma atuação disciplinar consciente e até de formação de caráter sustentável.

Enquanto espaço que assume significados e diretrizes de educação transformadora, espraia-se e se conecta com as dimensões social, econômica, ambiental, cultural e na necessidade de inserção profissional e atuação de profissionais não só valorizados, mas que possuam em suas atuações a sua própria produção sob análises críticas e aderentes ao desenvolvimento de soluções que colaboram para a redução de desigualdades, na democratização de suas atuações que impactem a melhora da qualidade de vida da população e em direção ao desenvolvimento sustentável.

O SISTEMA DE CONSTRUÇÃO COM PRÉ-FABRICADOS CERÂMICOS - CPC

 10.56238/livrosindi202405-002**Alexandre Augusto Martins**

Lattes: 0770326563874257

Sasquia Hizuru Obata

Lattes: 0632618039418340

Como já mencionado, o Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos – CPC foi idealizado pelo arquiteto Joan Villà durante suas atuações sucessivas nos laboratórios do Centro Universitário Belas Artes (entre 1982 e 1985) e da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (de 1986 a 1999). Foi ao longo desse período que suas investigações sobre protótipos pré-fabricados para habitação social partiam de três fatores interconectados: “experimentação construtiva, desenho urbano e composição arquitetônica” (MONTANER e MUXÍ, 2013, s/p).

Ao pretender atender as edificações erguidas pelo sistema de mutirão, sua pesquisa foi amplificada, aprofundada e ganhou foco bivalente: por um lado, a busca pelo baixo custo permitiu que fosse direcionada a intervenções voltadas ao público de baixa renda e, por outro, valorizou a facilidade e a rapidez na construção, já que ainda hoje esse sistema defende soluções moduladas de elementos pré-fabricados produzidos em série e montados *in loco*.

Pela concepção inicial de Villà, o CPC deve ser fabricado na posição horizontal no próprio canteiro de obras e requer bases (ou superfícies) planas para ser moldado. Diversos casos se valem da própria fundação em Radier preexistente sobre a qual são dispostos os gabaritos de madeira ou metálicos. Neles, uma camada de areia inicial funciona como leito estabilizador e ajuda a fazer com que as peças em cerâmica sejam corretamente posicionadas e mantidas junto ao contorno das molduras dos próprios gabaritos. Entre elas e ao longo do comprimento longitudinal cria-se automaticamente um intervalo central de cerca de 4,0cm – o qual, posteriormente, é preenchido com concreto e armadura de acordo com as instruções de projeto.

É importante destacar que, antes de serem montados, a esses mesmos painéis já devem ser providenciadas, quando pertinentes, as instalações hidráulicas e elétricas. Além delas, também se indica a aplicação de uma camada de revestimento de chapisco, nas faces internas, conforme o uso e o ambiente no qual o painel será instalado. De modo geral, os painéis podem ser direcionados a um estoque temporário no canteiro de obras cerca de dois dias após sua confecção. Para sua integralização à edificação, recomenda-se a cura completa, após sete dias corridos.

Os painéis formados por blocos cerâmicos furados possuem peso médio de 100,0kg, espessura entre 8,0cm e 10,0cm e largura constante de 0,45m – mas a altura pode variar segundo as demandas

projetuais. Além disso, por não exigir mão de obra especializada, a junção entre as partes é manual, feita com o auxílio de ferramental corriqueiro de fácil acesso e relativamente rápida. Tem-se, ao final, painéis ao mesmo tempo estruturalmente estáveis e esteticamente bem resolvidos (quando deixados aparentes).

Trata-se então, o CPC, de uma solução construtiva modular composta por painéis pré-fabricados feitos em blocos cerâmicos furados unidos entre si por concreto armado e argamassa. A partir dessa composição básica inicial abre-se a possibilidade de moldar uma série de painéis arquitetônico-estruturais destinados a usos dos mais variados: pisos, paredes, instalações, escadas ou coberturas.

Um exemplo que ilustra o uso do Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos – CPC foi erguido em 1992 no bairro de Barão Geraldo, em Campinas, interior do estado de São Paulo. Neste conjunto de moradias estudantis da UNICAMP [Figura 1], além do terreno de intervenção de grandes dimensões, de perímetro quase triangular, de topografia levemente inclinada e de vocação natural à permanência de amplas áreas verdes, foi também tomado por Joan Villà como fundamento para o desenvolvimento do projeto o desejo por adotar, agora em larga escala, “um conjunto de conceitos projetivos e construtivos [...], tais como: pátios internos; construção homogênea; modulação; fundação em Radier; participação comunitária; linha de montagem e tipologias” (DUALIBI, 2023, p. 102).

Como resultado, o arquiteto chegou a uma resposta arquitetônica tanto modular (baseada nos 0,45m de largura dos painéis) quanto escalonada (fruto de um desenho da implantação coeso, que privilegiou as relações com os espaços ao redor). As unidades habitacionais de 64,0m² foram compostas por três ambientes, separados segundo o uso: o dormitório como ala íntima, a sala como espaço social e a cozinha e o banheiro como cômodos de serviço – além de um pátio frontal, de acesso ajardinado. Com essa combinação foi possível,

resolver a grande parcela triangular do recinto, com trânsito perimetral de veículos e toda a sorte de espaços livres em diversas escalas no interior: grandes parques, pequenos recintos arborizados para reunir-se a comer ou a estudar, ruas para pedestres e parques comunitários, terraços em cada unidade, além de muitos metros quadrados dedicados a usos comunitários da residência. Às qualidades dos novos sistemas construtivos modulares, somem-se as qualidades ambientais do espaço aberto e as qualidades compositivas que se percebe na composição modular e escalonada, com pátios e parques que vão se abrindo em perspectiva e em diagonal, de maneira que esta arquitetura moderna, abstrata e de tecnologia de tijolo, evoca as composições clássicas e a harmonia do Renascimento. (MONTANER e MUXÍ, 2013)

Figura 1: Moradias Estudantis da UNICAMP



Fonte: GoogleEarth (2023)

Além das moradias estudantis da UNICAMP, Joan Villà e equipe conceberam também outros projetos, direta ou indiretamente ligados aos conceitos construtivos trazidos pelo CPC. Dentre eles, podem-se citar: a sede do Laboratório de Habitação, de 1990 (e sua marcante cobertura abobadada); o Centro Integrado de Educação inaugurado em 1992; e o centro cultural Casa do Lago, de 1994 (coberto por três abóbadas sequenciadas de grandes proporções, construídas apenas com painéis de blocos cerâmicos).

Em 2002 ganhou destaque o conjunto residencial na Rua Grécia, implantado na Vila Canaã, bairro de Cotia, na região metropolitana de São Paulo. Elaborado em parceria com a arquiteta Silvia Chile, este projeto também adotou o Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos – CPC e compreendeu 24 unidades habitacionais assobradadas, com escada externa que atende a duas unidades em simultâneo e um terraço coberto alocado sobre o último piso de cada residência. Esta ideia de situar uma área livre na cobertura é uma solução recorrente em regiões de clima mais quente ou em lotes de implantação de dimensões enxutas – algo que aponta para soluções cada vez mais verticalizadas que, por vezes, acabam por adensar excessivamente o próprio lote de implantação. Neste projeto de Villà e Chile é nítida a inspiração referencial popular regional e local, afinal,

trata-se da capacidade de aprender da arquitetura popular e autoconstruída, com a qual Villà se relaciona desde os anos 80 e que lhe permitiu conhecer os modos de vida e seu reflexo nos elementos arquitetônicos imprescindíveis, como a escada por fora, que não é um capricho compositivo, senão que aporta a possibilidades de crescer, subdividir ou arrendar; e a reserva de espaço nas coberturas, que corresponde à cultura popular da autoconstrução e a previsão de um espaço na parte superior para instalações, reuniões, novos dormitórios ou para estender a roupa. Com a sua obra, Joan Villà consegue uma sintonia inédita entre arquitetura culta e popular. (MONTANER e MUXÍ, 2013)

Hodiernamente, o Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos – CPC como método construtivo ganhou escala e coloca-se no mercado como uma solução industrializada de reprodução

e repetibilidade. É possível até que seja adquirido no formato de kits de paredes e de lajes para casas térreas, assobradadas ou mesmo para construções comerciais. Esse sistema é baseado na pré-fabricação de painéis integrais de paredes e painéis de lajes mistos (ou híbridos), constituídos por blocos cerâmicos revestidos com concreto armado (SILVA e CATELANI, 2010).

Diante das condições de aliar materiais convencionais básicos e a forma de pré- moldagens e de pré-fabricação, já se encontram no mercado nomes empresariados, como a “ITC – Industrialização, Comércio e Tecnologia em Construções, LTDA - CASA EXPRESS” e o seu painel de blocos cerâmicos pré-moldado estrutural misto de cerâmica e concreto armado para paredes, autoportante, para edifícios de até cinco pavimentos. (SILVA, e CATELANI, 2010).

Finalmente e como condição produtiva dos painéis cerâmicos serem pré-fabricados ou pré-moldados, faz-se necessária a distinção entre estas duas formas por razões de disponibilidade de canteiro, de demanda de volume de painéis, controles e certificações de qualidade dos produtos entre outras como demandas logísticas da obra, características econômico-financeiras etc.

PRÉ-MOLDAGEM:

O processo de produção pré-moldado se caracteriza pela produção fora do local final e permanência final da peça e em moldagem prévia para que se obtenha resistência e condições para transporte e movimentação até sua instalação. A pré-moldagem permite uma maior flexibilidade e adaptação às condições do terreno e arquitetura específica do projeto.

PRÉ-FABRICAÇÃO:

O processo de pré-fabricação se caracteriza pela produção de peças e de elementos em uma usina ou em uma instalação apropriada, oferecendo, com isto, um rigor técnico e um controle de qualidade mais detalhados. Os elementos pré-fabricados são também pré-moldados, mas sob processo fabris, em linha de montagem, seguindo padrões de padronização e de qualidade relativamente mais elevados. Esse processo industrial oferece uma maior padronização e um controle de qualidade mais afinado, devido às condições monitoradas de produção.

Indica-se o atendimento às normas que se referem aos materiais, execução, dimensionamentos e projetos, bem como, citam as normas brasileiras: ABNT NBR 14.931/2004 (Execução de estruturas de concreto - Procedimento) e a ABNT NBR 12.655/2015 (Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento).

FAZENDO NA PRÁTICA

 Crossref  10.56238/livrosindi202405-003

Celso Aparecido Sampaio

Lattes: 4517376399451833

Sasquia Hizuru Obata

Lattes: 0632618039418340

AS ETAPAS DE EVOLUÇÕES DA PROPOSTA EXECUTIVA DA CONSTRUÇÃO MODULAR

A realização de sistemas construtivos na prática de um canteiro experimental toma sempre alguns sentidos aderentes às diretrizes pedagógicas, e presentes em um Plano Pedagógico de Curso, PPC, mas que buscam de certa maneira atender aos valores da experiência, como buscar e abrir as fronteiras do conhecimento, além das abstrações que Montaner (2017) define como elemento fundamental do fazeres projetuais da arquitetura e do urbanismo.

O momento das atividades do canteiro experimental se configura em aulas que se revisam as realidades tangíveis, virtuais, intangíveis e midiáticas; tem o caráter de

introduzir a experiência na arquitetura para incluir o subjetivo, o perceptual, o sensorial e o corporal, ao mesmo tempo que reforça o fenômeno da arquitetura contemporânea enquanto construção social...., a experiência coloca a imaginação, as vivências e as intenções dos criadores em sintonia com as experiências, as necessidades, os desejos e as aspirações dos usuários. (MONTANER, 2017, p,13)

Em equivalência, e às vezes entendida como dicotomia entre título do componente optativo como “Prática de Canteiro: Experimentações” e sua classificação como de cunho teórico- projetual em sua estrutura e estratégia em plano didático e andragógico, faz sentido diante de tantos conceitos e como síntese. Segundo a definição de segundo Montaner (2017), são estas condutas operacionais, pois o ser humano analisa de forma crítica por meio da ação, enriquece e presume isso através da experiência, e tudo isso lhe permite elaborações.

Assim, antes de desbravarmos as descrições das etapas do “Fazendo na Prática”, cabe ainda adotar algumas definições dos produtos e resultados construídos como protótipos, que sob significados e definições de modelo e amostras são mais aderentes ao que se pratica, uma vez que caracterizações de arquétipo e respectivos padrões não condizem ao exercício de colocar a mão na massa, aprender técnicas e exercer muitas vezes por demonstração e instruções do como se faz.

O aprender como se faz e se fazer na prática para a componente é prototipar, no sentido de realização de ideias e poder vivenciar aspectos como o peso e o comportamento dos materiais, investigar ações e criar a integração e a extensão de corpo & material em artefatos.

Mesmo que a escala e a miniaturização dos artefatos executados sejam em adaptação ao local e à possibilidade da duração das aulas vale o significado apresentado por Burry e Burry (2016) sobre o fato de a prática em protótipos oferecer a oportunidade de envolvimento do projetista e apresentar muitas possibilidades de mudanças e evoluções úteis, indo então muito além do exercício na menor escala.

O fazer na prática - em específico o artefato, assunto deste capítulo - teve uma evolução dialogada e em constantes adaptações para sua realização como aula-aula. Muitos passos podem ser representados pelos croquis e desenhos esquematizados entre os docentes autores deste capítulo.

A seguir, são comentadas algumas imagens destes croquis e suas respectivas evoluções:

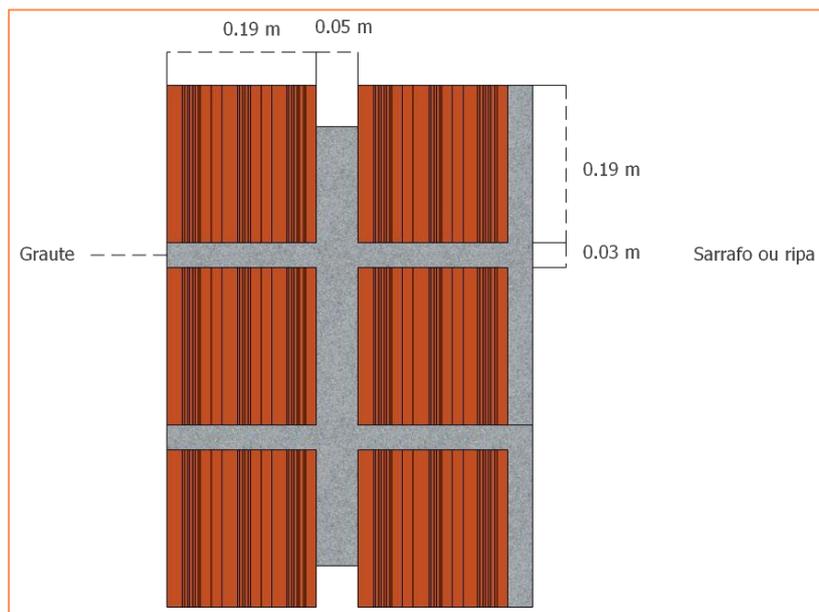
O PAINEL CERÂMICO COMO MÓDULO COORDENADOR DA CONSTRUÇÃO:

A definição do módulo construtivo ou “casinha” como carinhosamente tratamos o produto da Prática de Canteiro Experimental do segundo semestre de 2022, partiu das considerações dos materiais previamente definidos e da forma praticada do painel cerâmico já utilizada para o sistema de formação triangular, que nos bastava para demonstrar a união estrutural entre painéis.

Assim, cada painel seguiu-se por manter a constituição por 6 blocos cerâmicos enformados para ligação nervurada armada e grauteada [Figura 2].

Esta condição foi a base para o desenvolvimento de propostas, tendo o módulo de um painel como a dimensão base para a constituição da verticalidade e das subdivisões dos sistemas de aberturas e pisos, portanto, definindo- como o coordenador modular da casinha.

Figura 2: Constituição de um painel padrão CPC, com seis blocos cerâmicos ligados entre si por nervuras armadas e grauteadas



Elaborada por: Murilo Puglia Salles (2023)

O DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE MÓDULO E A DIVISÃO DE EXECUÇÕES

Uma vez definida a utilização do painel modular cerâmico, partiu-se para a combinação e a formação do conjunto, além de pensar nas divisões para realização por duas turmas nos turnos da manhã e da noite.

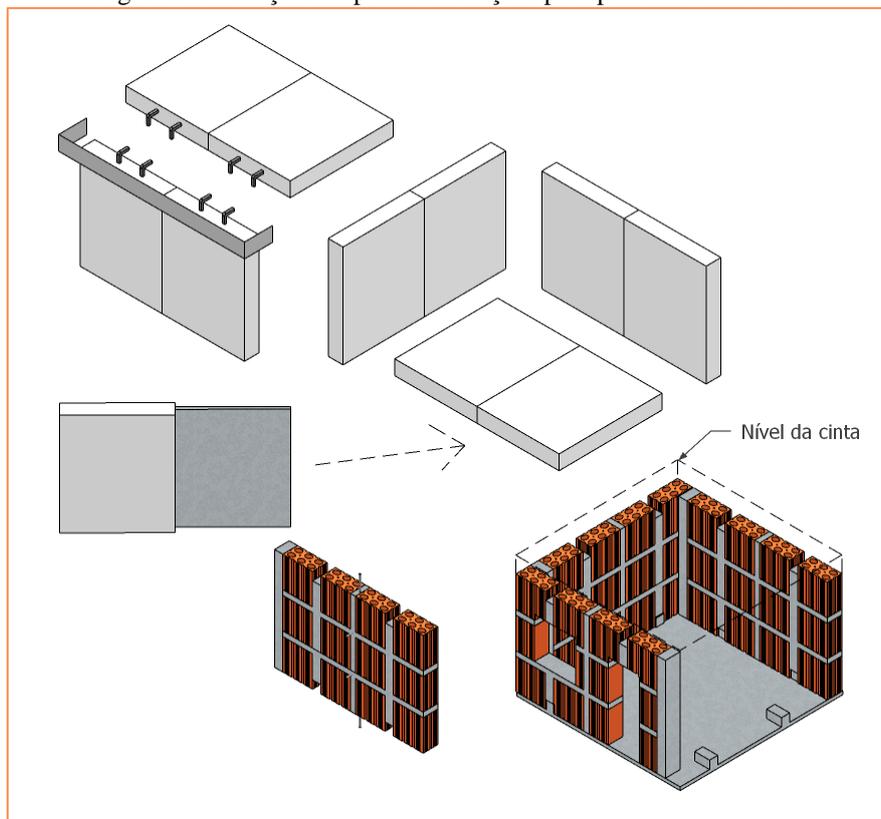
A primeira proposta foi a busca do módulo único e as possibilidades de se compartimentar e se avançar em ampliações por aglutinações.

Como um dos resultados desta busca tem-se a **Figura 3** que apresenta os painéis sendo destinados para as paredes, pisos e coberturas, uma forma de realizar e de se utilizar do painel com fim estrutural, em aderência aos projetos de Villá, nosso repertório e exemplo para os alunos.

Nota-se também uma proposta de construção em série, associando a solução como se casinhas geminadas.

Uma vez criadas as possibilidades, nota-se a identificação das letras C e S como sendo as divisões por docente e a serem realizadas, respectivamente, pelo docente Celso, turno noturno e Sasquia no turno vespertino.

Figura 3: Definições de painéis e funções para prática em canteiro.



Elaborada por: Murilo Puglia Salles (2023)

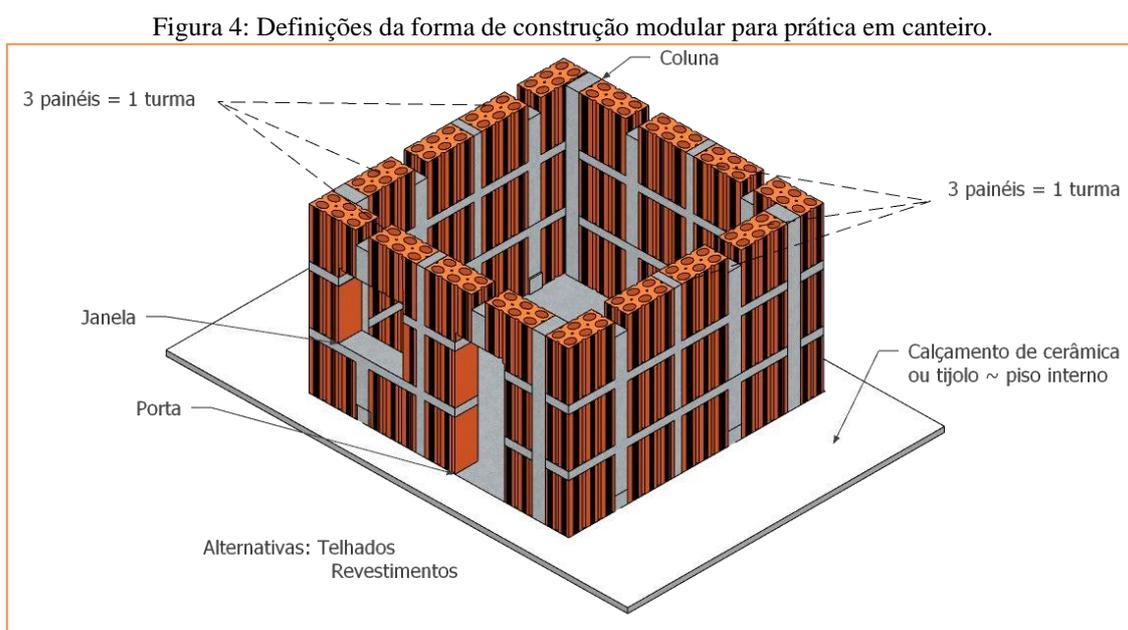
Autoria da proposta: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022).

ETAPA DE EVOLUÇÃO COM ELEMENTOS DE LIGAÇÕES E FORMAS CONSTRUTIVAS

Assumindo como já de conhecimento dos docentes a forma de execução dos painéis e o conjunto de módulos triangulares, teve-se como evolução estabelecer algumas partes elementares que suportassem a própria definição da etapa de evolução dos processos construtivos a serem apresentados aos alunos e previamente auxiliados pelo nosso colaborador e elemento essencial das práticas, o laboratorista e técnico em edificações Sr. Eder Modesto.

Assim, em conversa como o Sr. Eder, apresentou-se realizando em quadro, no próprio canteiro experimental, a forma de construção da casinha, **Figura 4**. Para tanto, sugeriu-se a utilização de painéis pré-moldados e desformados, fixação na base com gualdrão, cantos de ligações com grauteamento em forma sanduíche, uniões entre dois painéis que conformam a parede estrutural com preenchimento em argamassa fluída, definição de uma janela e uma porta, bem como, a possibilidade de praticar o calçamento externo e interno com tijolos.

Neste momento foram já apontadas possibilidades de telhamento e de revestimentos.



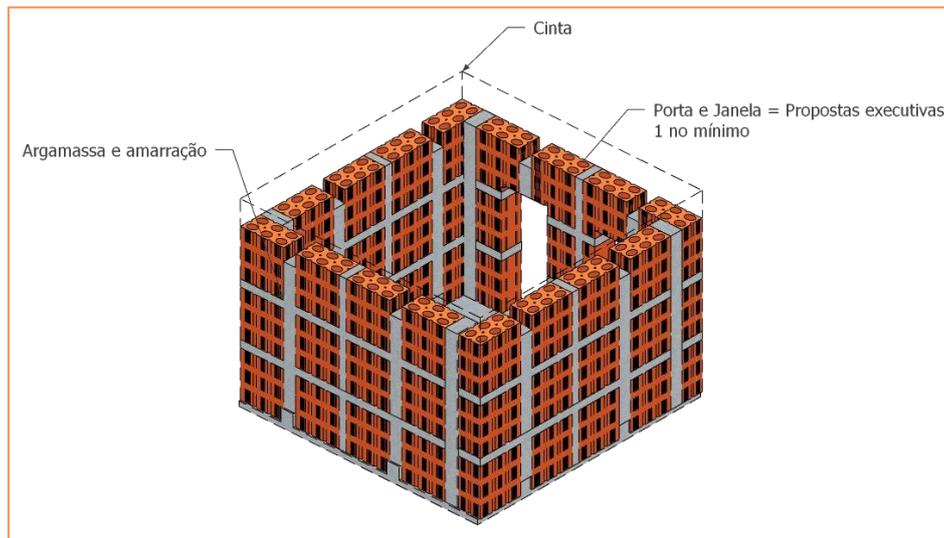
Elaborada por: Murilo Puglia Salles (2023)
Autoria da proposta: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022).

ETAPA DE EMBASAMENTO PARA REALIZAÇÃO DA COBERTURA

Da mesma forma desenvolvida em diálogo com o Sr. Eder, bem como, servir de ilustração para os alunos, foi definida a elevação da casinha. Para tanto, tomou-se a decisão de valer de uma cinta de amarração como embasamento do sistema de cobertura. Nesse momento, já se tinha como sugestão a manutenção da cobertura em parabolóide como premissa à retomada embasada na evolução material e de técnicas computacionais e a grande revolução e retomada da madeira no cenário construtivo.

A proposta da cinta de amarração, **Figura 5**, além de permitir a realização da construção do CPC do arquiteto Joan Villà, permitiu ponderar sobre as possibilidades de tratar a casinha com outros sistemas de cobertura, constituindo-se, então, em uma possibilidade materializada de pesquisa e de instrumentalização para obtenção de dados de conforto ambiental.

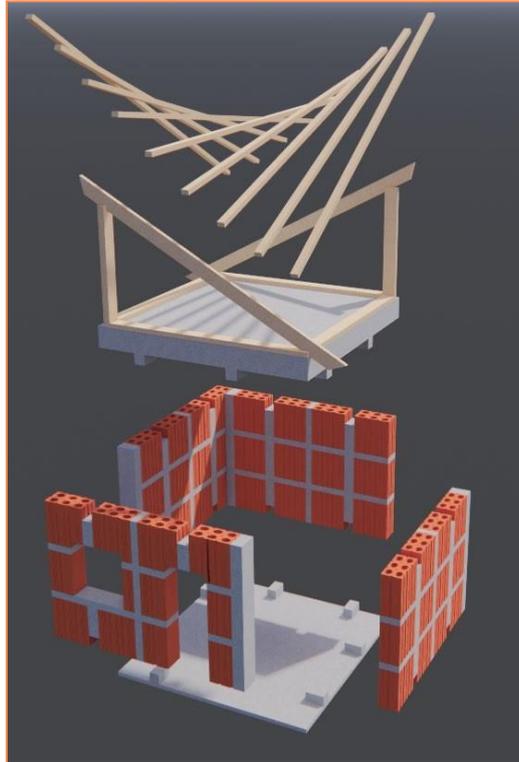
Figura 5: Definição de cinta de amarração para atender proposta de coberturas para a construção modular da prática em canteiro.



Elaborada por: Murilo Puglia Salles (2023)
Autoria da proposta: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022).

Como possibilidades de coberturas aplicáveis às circunstâncias propostas pelo exercício, tomou-se a execução simples elaborada com painel CPC, laje maciça, telhados diversos com e sem manta de subcobertura, forros etc.

Figura 6: Perspectiva explodida do projeto construído no canteiro de obras da FAU-Mackenzie.



Elaborada por: Murilo Puglia Salles (2023)
Autoria da proposta: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022).

Figura 7: Perspectiva final do projeto construído no canteiro de obras da FAU-Mackenzie.



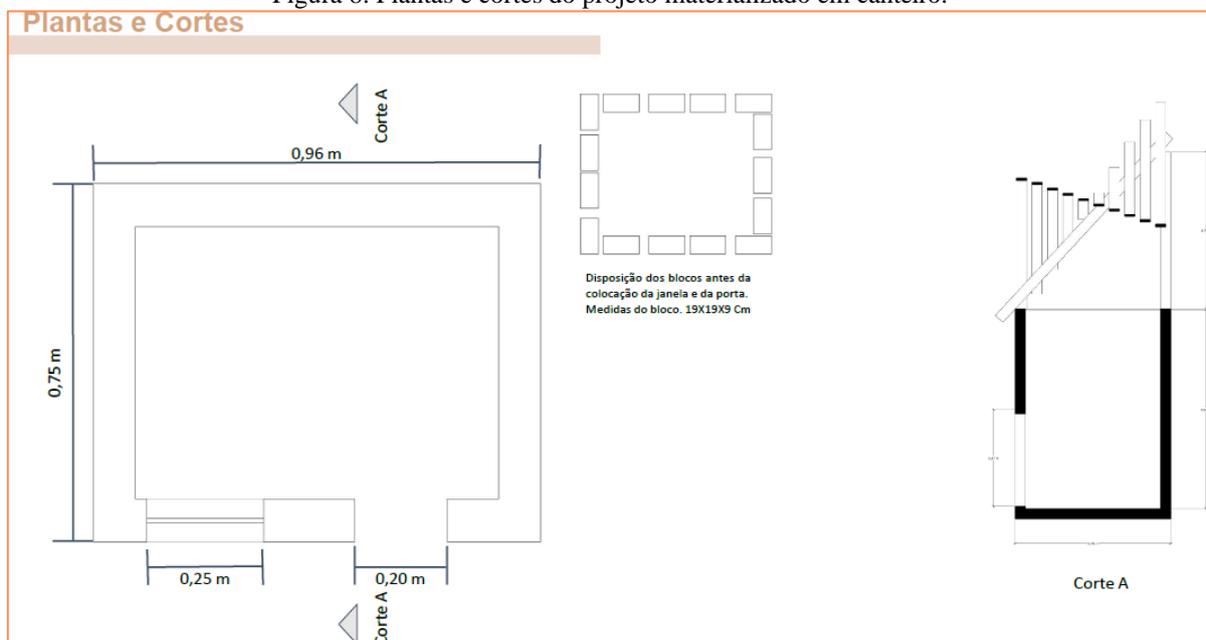
Elaborada por: Murilo Puglia Salles (2023)
Autoria da proposta: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022).

Além da versatilidade trazida pela proposta base (de se ter uma ossatura de uma casinha), pode-se avaliar revestimentos, pinturas etc. Portanto, tornando a casinha muito além de um aprendizado em canteiro experimental, que já é suficientemente interessante, mas ir além, para uso e operação como um recurso que poderá, sim, e após as devidas instrumentalizações e medições, servir para seu desmantelamento e uso para agregados de blocos de reciclagem - ação essa já desenvolvida pelos profissionais envolvidos neste canteiro experimental.

FAZENDO O CPC NA PRÁTICA PELA ATUAÇÃO DOS ALUNOS PRANCHAS APRESENTADAS PELOS ALUNOS DA COMPONENTE

Ana Luiza M. Cambraia | Fabiana Carvalho | Gabriella Chagas | Giovanna Navarro Giovana Guimarães | Leonardo Paroschi | Mariana Lago | Thaís C. Zanini

Figura 8: Plantas e cortes do projeto materializado em canteiro.



Autoria: Grupo de alunos (2022).

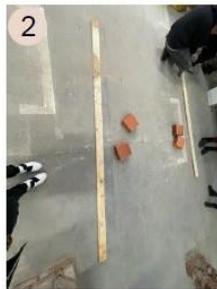
Figura 9: Perspectivas ilustrativas do projeto proposto.



Autoria: Murilo Puglia Salles (2023).

Figura 10: Elaboração de gabaritos para moldagem dos painéis armados.

Aula1 - Execução de gabaritos para moldagem dos painéis armados



Processo

No primeiro dia de elaboração dos gabaritos para a moldagem dos painéis armados, primeiro selecionamos tábuas de madeira e marcamos as medidas. Essas medidas serviram para nos guiar de quais seriam os tamanhos dos painéis e locais nos quais seriam feitos os encaixes. Após a marcação cortamos usando a serra e com os equipamentos de segurança.

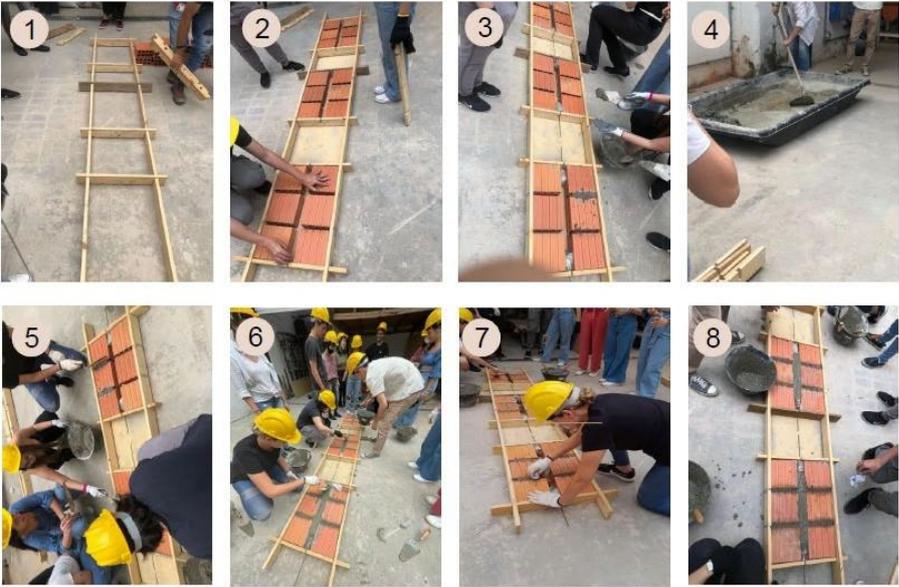
Dificuldade

Nesta etapa por ser mais simples comparada aos outros processos. A equipe considerou uma fase com poucas dificuldades, em que a dificuldade foi encontrada individualmente, pois tiveram pessoas que tiveram mais facilidade em cortar a madeira e outras tiveram menos facilidade.

Autoria: equipe de alunos (2022).

Figura 11: Execução dos painéis armados.

Aula 2 - Execução de painéis armados



Processo
Após a execução do gabarito de madeira, posicionamos os tijolos os deixando todos em 90°. Colocamos após saquinhos plásticos onde queríamos delimitar para que a argamassa não ultrapasse. Fizemos a argamassa e iniciamos o assentamento; limpamos para nivelar e por fim, o resultado final .

Dificuldade
O maior desafio desta etapa para o grupo, foi conseguir deixar os vão com a argamassa bem nivelada e preenchida.

Autoria: equipe de alunos (2022).

Figura 12: Execução dos painéis armados.

Aula 3- Continuação da execução dos painéis



Processo
O exercício do dia era em levantar as paredes, o projeto ficaria com a dimensão interna de 0,96 por 0,75m. As paredes foram construídas com tijolo cerâmico de de oito furos de dimensões 8.5 x 18 x 18 cm e criados os painéis (tudo executado na aula anterior) Porém nesse dia foi colocado os painéis no alinhamento das dimensões da casinha e fixado no chão com cimento.

Dificuldade
Ao meu ver tiveram algumas dificuldades no processo, acredito que elas eram mais por sermos alunos e aprendendo como fazer cada processo, como na fixação do painel no chão, precisava deixar o painel alinhado em todas as parte e também dosar o quanto de cimento era necessário.

Autoria: equipe de alunos (2022).

Figura 13: Construção dos fechamentos em alvenaria.

Aula 4 - Execução de parede



Processo
 O exercício do dia era colocar as portas e janelas da casinha, feitas em madeira. A porta tem 60 cm de comprimento e 135 cm de altura. Foram realizados “triângulos” no vergalhão, de 13x13 cm para serem encaixados na estrutura da casa.

Dificuldades
 Uma dificuldade da atividade foi a realização dos formatos triangulares nos vergalhões, rotacionando os vergalhões, até entendermos como de fato era o processo.

Autoria: equipe de alunos (2022).

Figura 14: Execução da base para a cobertura parabolóide.

Aula 5 - Início da execução da base para a cobertura



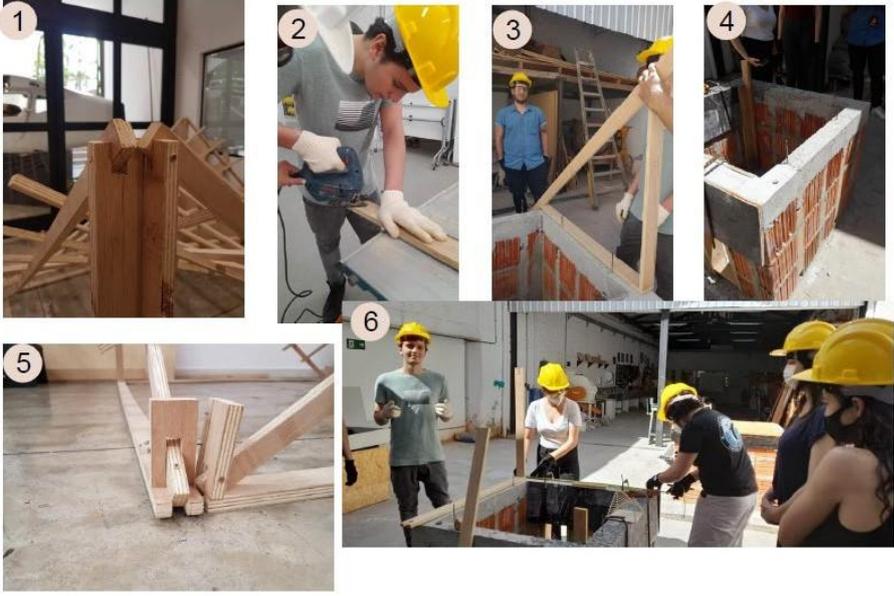
Processo
 Nesta etapa primeiro removemos os pregos do gabarito e em seguida as tábuas. Removemos também os ferros que prendiam os painéis que serviram de suporte de sustentação para a cura do concreto. Na terceira imagem fizemos a armação de ferro, que serviu para a viga da cobertura. Em seguida (imagem 4) colocamos a ferragem no topo da armação para medir a altura que seria a viga. Com as medida moldamos com as tábuas e prendemos com ferros o vão das vigas, como pode ser visto na imagem 5. Preparamos o concreto e colocamos nos vãos com os moldes para fazer as vigas (imagem 6 e 7). Na fase final (imagem 8) fizemos a limpeza para facilitar o trabalho na próxima fase que será mostrada no slide seguinte.

Dificuldades
 Das dificuldades envolvidas no processo foiem remover os cabos de aço com as madeiras que seguravam os painéis, em torcer os ferros para fazer o molde das vigas e a última dificuldade era em jogar o concreto de modo que não desperdiçasse o material.

Autoria: equipe de alunos (2022).

Figura 15: Montagem da estrutura em madeira para a cobertura parabolóide.

Aula 6 - Execução da estrutura de madeira



Processo

Nesse dia a aula foi para darmos início a cobertura de madeira (parabolóide) A estrutura de madeira tem as seguintes dimensões: 98 cm de largura por 74,4 cm de altura e 122,8 cm na diagonal. Aproveitamos essa aula para já deixar cortado todas as madeiras e entender como seria encaixado na casinha. Para termos como guia usamos um exemplo que tinha exposto no nossoprédio.

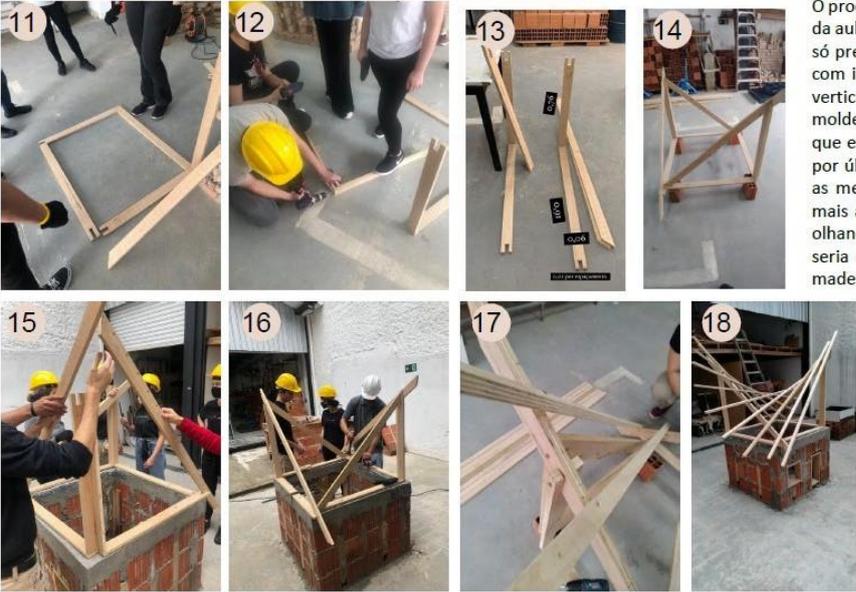
Dificuldade

O processo de entender como seria a estrutura da cobertura e como iríamos fazer, foi a maior dificuldade. Pois entender onde seria cada encaixe e como seriam eles era um pouco difícil, mas depois que entendido ficaria mais fácil.

Autoria: equipe de alunos (2022).

Figura 16: Montagem da estrutura em madeira para a cobertura parabolóide.

Aula 7 - Execução da estrutura de madeira



Processo

O processo começou já com as madeiras marcadas da aula anterior com os encaixes e as medidas. Foi só preciso fazer o gabarito da base da cobertura, com isso parafusamos os encaixes da base e das verticais. Conferimos às medidas e montamos os moldes dos triângulos no chão parater certeza de que estava estável e tudo certo com os encaixes, por último foi encaixado na casinha e conferimos as medidas e vendo quais pontas era para ficar mais alta e qual ponta ficariapara baixo, sempre olhando a direção do norte para decidir onde seria a sombra e por último colocamos as últimas madeiras na diagonais.

Dificuldade

De todo o processo da última aula as dificuldades foram as seguintes: os encaixes deram errado quando foram colocados na casinha, pois estavam tortos e com isso tivemos que desparafusar e arrumá-los, outra dificuldade foi em colocar as madeiras na diagonal.

Autoria: equipe de alunos (2022).

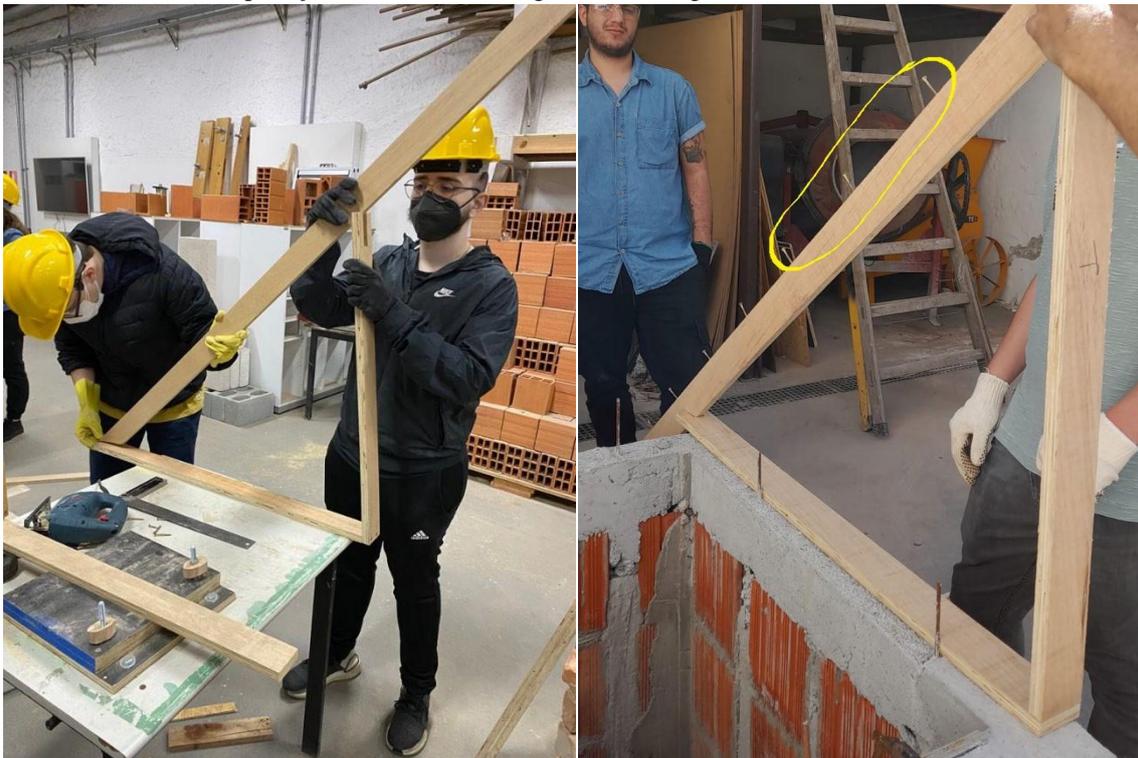
PONTOS ESPECÍFICOS SOBRE PRÁTICA & CONCEITO & RESULTADO CONSTRUTIVO

Nas pranchas apresentadas pelos alunos estão as atividades que conduzem a execução e a construção do módulo em CPC com estrutura para cobertura em parabolóide hiperbólico demonstrando, na experiência real, o olhar analítico e crítico da prática. No entanto, neste item apresentam-se três itens que se relacionam: a.) a busca constante que é o lecionar em canteiro; b.) o

experimentar a dinâmica integrativa: é trazer a todo momento a visão intrínseca do que o resultado construtivo é; e c.) a otimização entre fazer conceitos e estes serem conceitos praticados para o melhor resultado construtivo.

Um exemplo singelo, de constante uso e que é tomado como exigência é a prática da trigonometria através da maior fixação de paralelismo, proporcionalidade e a obtenção da ortogonalidade. Como é possível mostrar na **Figura 17** a seguir, para a obtenção da ortogonalidade entre montante e banzo inferior, assim como nas subdivisões para as fixações das ripas da cobertura.

Figura 17: Início da montagem em canteiro de obras da cobertura em parabolóide. Nota-se que o alinhamento das peças demandou conhecimentos e aplicações matemáticos em geometria e trigonometria.



Autoria: equipe de alunos (2022).

Quanto aos painéis, estes trazem também, na confecção da pré-moldagem, a locação da porta e da janela, portanto, já se caracteriza a especificação de marco para instalação posterior de contramarco, que são:

- Batente ou Marco de Porta: perfis retangulares (de madeira, metal, ou outro material) que estão presos junto à abertura na parede e permitem a fixação da folha.
- O contramarco é um contorno instalado nos perímetros laterais e superior do vão onde futuramente será colocada a esquadria (e configura-se como o acabamento).

Na **Figura 18**, do painel com a pré-moldagem da porta, pode-se notar que há uma defasagem demarcada que resulta em considerar o contrapiso e revestimentos que se compatibiliza ao painel CPC.

Figura 18: Painel CPC com aberturas pré-determinadas para janela e porta, além da “espera” para aplicação do contrapiso e dos respectivos revestimentos.



Autoria: equipe de alunos (2022).

Considerando-se que se desenvolve o estudo em escala reduzida, deve-se trazer detalhes específicos que muitas vezes o desenho de projeto pode não contemplar, ou que somente a interligação entre teoria e prática consegue evidenciar. Na relação entre os itens projetados é preciso considerar, inclusive, a própria eficiência do painel CPC. Logo, quando do suporte da cinta de amarração ou viga de fechamento que se executa em moldagem *in loco* há que atentar ao preenchimento dos vazios dos blocos. Então, apela-se para a utilização de buchas de plástico de reuso, **Figuras 19 a 21** a seguir, explicando-se sobre a possibilidade de uso de outros materiais inertes, assim como a indústria dos elementos pré-fabricados em concreto utilizam em vazios o EPS, como por exemplo os alvéolos de lajes alveolares e aberturas de esperas e shafts.

Essa mesma Figura também traz a forma de utilização de forma sanduiche como exemplo de prática comum para pequenas construções e a seguir a forma da cinta.

Figura 19: Montagem *in loco* dos vedos em alvenaria



Autoria: equipe de alunos (2022).

Figura 20: Montagem *in loco* dos vedos em alvenaria



Autoria: equipe de alunos (2022).

Figura 21: Fôrmas que receberão a estrutura de concreto da cobertura da casinha feita no canteiro de obras da FAU-Mackenzie



Autoria: equipe de alunos (2022).

BARRAS DE MADEIRA E O PARABOLOIDE COMO COBERTURA DO MODELO CPC

  10.56238/livrosindi202405-004

Sasquia Hizuru Obata
Lattes: 0632618039418340

Alexandre Augusto Martins
Lattes: 0770326563874257

CONCEITOS E DIRETRIZES PARA A ATUAÇÃO DOS ALUNOS

O exercício com barras de madeira sempre se mostrou como essencial por exigir o entendimento do trabalho com fibras compactadas – como o é a madeira maciça em desdobros, ou aglutinadas – como as placas disponíveis e mais utilizadas corriqueiramente na construção civil. Uma materialidade que não se mostra como homogênea e cristalina como o aço, ou mesmo como um monólito que se molda e se cria, como o concreto e as argamassas.

Uma característica importante das experimentações e atividades práticas com a madeira se refere ao trabalho com elementos que nos chegam em dimensões de seções e comprimentos que precisam ser considerados nos dimensionamentos e nos projetos. Porém, em canteiro se diz que devem ser trabalhados e feitos os “desdobrados”, “cortados”, e que não se pode simplesmente assumir como possíveis os elementos que se montam, mas que devem ser adequadamente trabalhados para torná-los úteis e aplicáveis às propostas das experimentações.

Portanto, o trabalhar com as peças de madeira, maciças, compensadas, coladas e as de OSB (*Oriented Strand Board* ou, em português, “chapas de tiras de madeira orientadas”), como as tábuas, caibros, sarrafos, ripas, pranchas e troncos roliços passam a ser momentos em que podemos desenvolver habilidades no uso de ferramentas com martelo, grossa, serrote, mas também como equipamentos eletromecânicos de processos fabris como serra de mesa, de montagem (como parafusadeira, furadeira e serra de fita de mesa e de mão).

Finalmente, e em sintonia ao aprendizado prático das construções com madeira, trata-se de obter nas atividades do canteiro seus odores, tato e peso no manipular o material que hoje é evidenciado e participante da transformação da materialidade para valores maiores de indicadores sustentáveis. Logo, lidar com o material que sequestra carbono até ser extraído, que ainda exige a atenção devido à fonte e procedência de manejo sustentável e que nas redes sociais vigoram e são celebridades as obras em madeira engenheirada (como a madeira laminada colada).

Entretanto, durante o uso e a prática, devem ser ainda valorizadas formas de produtos mais correntes e comuns.

Madeira Engenheirada

É possível definir “madeira engenheirada” como toda madeira extraída de seu meio original e que é destinada a algum tipo de processamento (ou de beneficiamento) industrializado, o qual não só implica novos produtos, mas permite um leque de usos e de aplicações não cabíveis às madeiras adotadas *in natura*.

Ao longo das etapas de transformação da madeira, normalmente são descartadas as partes com excesso de imperfeições (como nós, gretas, fendas, rachaduras ou trincas). O resultado tende então a alcançar índices comportamentais físicos e mecânicos mais elevados que os encontrados nos produtos brutos. Quando reforçadas com pregos, parafusos, adesivos ou colas especiais, as madeiras engenheiradas configuram novas possibilidades estruturais de alto desempenho e que trazem como vantagens: a.) qualidade assegurada pelo fabricante; b.) estabilidade e confiabilidade estrutural geral; c.) peças finais de perfis retos ou curvos (em uma ou em duas direções); d.) precisão milimétrica (aquilo que se projeta é aquilo que se produz e que se instala, isto é, não há margem para adaptações em canteiros de obras; e.) podem ser fabricados elementos extensos, se necessário – nesses casos, é preciso ter consciência dos fatores logísticos (transporte, armazenamento, instalação e/ou montagem); e f.) são relativamente leves e de fácil manuseio.

Madeira Laminada Colada (MLC)

Segundo a ABNT NBR 7190-1:2022 (Projeto de Estruturas de Madeira – Parte 1: Critérios de Dimensionamento), entende-se por Madeira Laminada Colada (MLC) para fins estruturais, peças de madeira engenheirada em processo industrializado de fabricação, compostas de lamelas coladas umas às outras e dispostas com as fibras paralelas ao eixo longitudinal da peça final.

De acordo com Valle (1999); Zangiácomo (2003) e Calil Jr. (2010), trata-se de um produto estrutural formado pela associação de perfis lineares de madeira selecionados e adesivados, sob pressão, com ligantes especiais. Nessa solução, as fibras das madeiras são dispostas em direções paralelas e longitudinais entre si, e as lâminas resultantes possuem espessuras de 1,5cm a 3,0cm (podendo, excepcionalmente, atingir 5,0cm). Essas mesmas lâminas são emendadas entre si com colas especiais nas extremidades para que formem peças de longos comprimentos capazes de vencer vãos de proporções consideráveis.

Assim, a adoção de produtos correntes e comuns para práticas e experimentações em canteiro passa a ser a porta de entrada de valorização da madeira para além das celebradas obras que figuram em sites, revistas e postagens nas redes sociais.

Para a cobertura do módulo e em consequência da desejada evolução de uma experimentação que se realizava como uma estrutura em parabolóide independente e sobre o solo, **Figura 22**, para uma estrutura e experimentação partícipe do conjunto modular e que se almejou primeiramente atender às atividades previamente definidas e se somar como estrutura de cobertura ao módulo de CPC.

Paraboloide Hiperbólico

Para Ching et al (2010), trata-se de uma superfície gerada através do deslocamento de uma parábola com curvatura para baixo ao longo de uma parábola com curvatura para cima. Quando a obtenção se dá através do deslocamento de um segmento linear cujas extremidades se apoiam em duas linhas transversais, pode-se defini-la como superfície transacional ou regrada.

Figura 22: Módulo Paraboloide de base 2,0m x 2,0m, montante vertical de 1,5m e diagonal de 2,5m como estrutura isolada e apoiada sobre o solo.



Autoria da proposta: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022).

Módulo Paraboloide sobre o Solo – uma estratégia de aprendizagem de integralização

As dimensões desenvolvidas de 2,0x2,0m de base e altura de 1,5m foram adequadas para a prática de construção do módulo sobre o solo, portanto, de dimensões que não se exigissem o uso de andaimes ou apoios complementares para as atividades dos alunos, e para que tivessem também disponível um amplo campo visual do sistema construtivo em desenvolvimento.

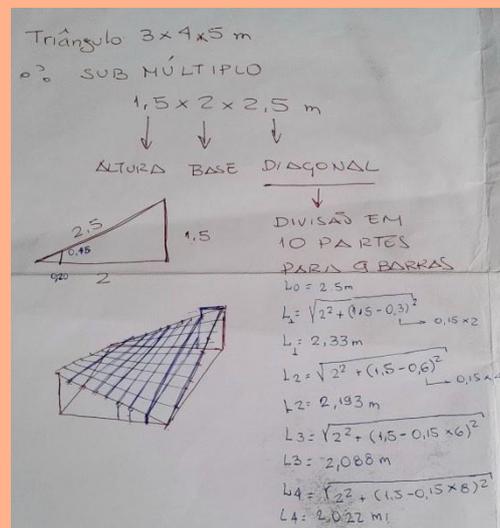
Quanto à geometria, procurou-se atentar-se à prática da proporcionalidade dos triângulos retângulos, ou triângulo Pitagórico, fundamental na vida em obras da construção civil e, assim, ser um tema de repertório no canteiro experimental.

Sobre realizar uma aprendizagem integral no canteiro experimental tomam-se algumas estratégias, como disponibilizar materiais na plataforma digital da componente, manter um grupo em rede social ou de comunicação online e síncrona - forma comum em obras, além de buscar atividade de transferir os conceitos para a execução.

A estratégia em canteiro de transferir o conceito na execução do Triângulo Pitagórico é muito comum o uso de linha com comprimento total, soma dos lados do triângulo retângulo, ação de integralização desenvolvida. Com isso, aproveita-se o momento para instrumentalizar os alunos com o ferramental básico que complementa a fixação do uso do Triângulo de Pitágoras como esquadros, régua de alumínio, trena etc.

O uso de quadro disponível, ou mesmo o chão com pedaços de tijolos para explicações são também bem corriqueiras. Isso torna possível levar algumas anotações para que os alunos possam, no “bater de olhos” recordar e aplicar na execução prática. Um exemplo desta anotação encontra-se a seguir, compartilhada durante a atividade no canteiro experimental.

Nota-se a validação do triângulo 3/4/5 para as dimensões propostas de 1,5/2/2,5 e as divisões na diagonal e a obtenção dos comprimentos das barras em nervuras.



Dentro do experimentar as atividades como um desenvolvimento de um sistema construtivo para a cobertura, procurou-se reforçar com os alunos que mesmo uma planta de geometria simples e totalmente ortogonal a possibilidade de se desenvolver uma cobertura com geometria complexa não é um exercer pelas dificuldades aparentes, mas, sim, uma busca contínua por encontrar possibilidades.

Deste exposto inicial há o ganho sob as formas geométricas e suas composições na prática, além do poder através do construir, praticar o sair da abstração simples do que é uma superfície complexa, sua formação geométrica e se construir como saber dos entrelaçamentos e das ligações entre elementos que para o funcionamento estrutural as relações entre elementos sejam, de fato, de interdependência.

Esta interdependência pode ser descrita como as próprias construções das camadas que constituem a superfície da cobertura em parabolóide, a saber: os quadros triangulares de sustentação principal em posições diametralmente opostas entre os topos dos montantes; barras inclinadas apoiadas nos banzos superiores como nervuras que poderão sustentar uma membrana, um sistema de placas de fechamento, ou mesmo régua como tiras que fecham os inteiros nervurados.

A condição de construção e de obtenção de uma estrutura de destaque é praticar, segundo Ching et all (2010), o aspecto exuberante e se celebrar a estrutura, propiciando explorar forma e materialidade. Esse aspecto de superfície em parabolóide torna-se assim candidata mais adequada para cascas com membranas de fechamento.

As membranas de fechamento e as coberturas estão se tornando mais correntes através de membranas poliméricas e de membranas estruturais que ultrapassaram a condição de uso em sistemas de impermeabilização, que eram cobertos por revestimentos, para serem protagonistas em sistemas de impermeabilização e cobertura de painéis e superfícies sem telhados, até painéis de concreto e painéis de CLT.

Madeira Laminada Colada Cruzada (CLT)

Segundo a ABNT NBR 7190-1:2022 (Projeto de Estruturas de Madeira – Parte 1: Critérios de Dimensionamento), entende-se por Madeira Laminada Colada Cruzada (MLCC) ou *Cross Laminated Timber* (CLT), para fins estruturais, painéis de madeira engenheirada em processo industrializado de fabricação, constituídos de lamelas de madeira maciça dispostas lateralmente formando camadas cruzadas ortogonalmente entre si.

Franco (2020) explica que as pranchas, placas ou superfícies de madeira laminada colada cruzada (CLT) surgem da união de tábuas sobrepostas em camadas perpendiculares (sempre em número ímpar), tal qual o que acontece com os compensados convencionais. Devido à orientação transversal de cada uma das camadas longitudinal e transversal, os graus de contração e de dilatação da madeira ao nível dos painéis são reduzidos a um mínimo irrelevante, enquanto as cargas estáticas e a estabilidade global da forma são consideravelmente melhoradas. O CLT tem sido chamado de “concreto do futuro”. Isso porque, em condições de uso adequadas, ele consegue alcançar ao menos a mesma resistência estrutural do concreto armado, porém, com propriedades físicas, mecânicas e sustentáveis mais eficientes. Durante a fabricação, o CLT deve ser preparado com madeira estrutural – conhecendo o limite de resistência de cada placa – já que a qualidade do painel final será o resultado da qualidade da madeira utilizada. Por se tratar de uma solução pré-fabricada, diferenças milimétricas tendem a ser problemáticas durante a instalação.

A definição do sistema de fechamento para superfícies em parabolóide tem a possibilidade ocorrer em superfícies de membrana e, se fixa pelas características das linhas em dupla curvatura, pela forma em sela.

Já a estrutura em barras que sustentará a superfície se classifica dentro dos sistemas estruturais apresentados por Engel (2001) como de vetor ativo em forma de sela, com montagem triangular e em linhas retas, de modo a redistribuir esforços e redirecionamento entre duas ou mais peças.

Como os sistemas de vetor ativo possuem a constituição por barras, no caso específico do caso construído em madeira, tem sua análise e sua concepção importantes no que concerne um multicomposto que repousa elementos entre si e sob mudanças de direções. Em leitura transversa, objetiva-se também a maior sustentabilidade que a madeira pode oferecer.

Sob a forma de um esqueleto estrutural à mostra e em sua transparência de conexões, vincula a obra pronta com a genialidade de dominar as formas e as forças através do que se construiu.

O PARABOLOIDE HIPERBÓLICO: CONHECIMENTO GEOMÉTRICO E PRÁTICA CONSTRUTIVA EM CANTEIRO EXPERIMENTAL

No processo de ensino e aprendizagem contemporaneamente conduzidos pelas correlações de usos de aprendizados pelas representações geométricas digitais, tem-se demonstrado como uma construção bem-sucedida e de resultados que se divulgam sobre etapas e avanços nos usos das ferramentas e dos softwares de computação gráfica.

Desta parte pode-se citar Gani (2020) sobre o ensino de geometria com ênfase no pensamento geométrico e na resolução de problemas através da especificidade dos programas digitais tridimensionais, evidenciando a oportunidade de ultrapassar o treinamento dos alunos usando métodos antigos e obsoletos, o que exige do usuário fazer a correlação entre os objetos que estão sendo representados e os instrumentos adotados para sua respectiva representação.

Destas duas condicionantes (entendimento gráfico e de modelagem pelo digital com o conhecimento instrumental com ferramentas e equipamentos tradicionais de representação manual gráfica) ou mesmo o seu hibridismo de digitalização de traçados manuais, permanecem em lacunas os fazeres construtivos manuais dos modelos e maquetes físicas, como uma diretriz de trazer e reconectar a habilidade motora às velocidades digitais de modelagens e de plotagens.

Reconectar as velocidades, digital e manual, traz a luz a talvez necessária condição de dar os tempos cognitivos entre representações e execuções como um processo que permite aproximações aos detalhes e especificidades das materialidades. Processo este descrito como “o ato de conhecer está na ação”, através dos conceitos de “conhecer-na-ação” e “reflexão-na-ação” (SCHÖN, 2007).

Partindo do conhecimento e domínio das representações gráficas de superfícies geométricas, alguns desafios são próprios para o exercício em canteiro experimental e que se alocam dentro do projeto pedagógico como uma componente projetual, por sua essência ser de fazer e suportar a evolução do melhor projetar. Em sendo assim, como desafiar o aprendizado que traga a carga técnica e conceitual de contemplar a geometria das formas, seu projeto enquanto representação edilícia e execução da fundamentação da prática construtiva?

Um dos primeiros desafios é a ação construtiva em canteiro de ser eficiente dentro do cronograma e tempo disponibilizado de dois módulos de cinquenta minutos cada, oferecidos semanalmente ao longo de um semestre letivo. Logo, dos fundamentos da geometria e das classificações das superfícies há o delimitar estrategicamente o que se experimentar.

De Rodrigues (1960) e a partir da classificação das formas de superfícies retilíneas e as propriamente curvas tem a adoção e escolha para experimentação em canteiro a condição de como ser mais eficiente e se ponderar sobre os métodos, os processos construtivos disponíveis e os desafios, assim como, as dificuldades com os materiais e com a mão de obra disponível.

Torna-se certo e mais clara a adoção das superfícies geradas por retas em contraposição às resultantes pelas formas cônicas, evitando-se cortes, emendas de barras para obtenção de superfície. Outra compatibilidade e aderência aos conceitos da geometria reside no fato de servir-se da atividade de canteiro para gerar a adesão de conhecimento sobre a subdivisão entre superfícies retilíneas desenvolvíveis que podem ser planificadas (helicóides, cônicas e cilíndricas) e as superfícies retilíneas reversas que não podem ser planificadas (hiperbolóides, paraboloides hiperbólicos, conóides, cilindróides etc). Ambas as classificações são respectivamente descritas a seguir:

São as superfícies que podem ser desdobradas sobre um plano, ou seja, podem ser planificadas sem rasgar a superfície, comportando-se como o papel. Possuem mapeamentos isométricos - mapeamentos entre superfícies que preservam o comprimento de qualquer curva, podendo ser mapeadas isometricamente no plano. (PIRES E CYBIS, 2013).

São superfícies retilíneas reversas não são planificáveis e não podem ser distendidas sobre um plano sem contração de nenhuma de suas partes, uma vez que as retas geratrizes se moverem e as diretrizes não pertencem ao mesmo plano, fato de se definir como retas reversas. (PIRES et al, 2013).

Destas definições sustentam apresentar no canteiro experimental o romaneio de corte de barras do parabolóide realizado sobre o solo, anteriormente descrito, tanto pelas condições matemáticas por simplificação e de como as extensões das barras devem ser dimensionadas.

Tal suporte de representações matemáticas e bases para a prática em canteiro experimental apoiam o conhecimento e a distinção pela execução de poderem as barras gerar superfícies curvas que sua projeção, sombra ortogonal como dito em aula, não corresponde à extensão da barra e, assim, por melhor entendimento, as superfícies retilíneas reversas não são planificáveis.

MÓDULO COMO BASE PARA INSTRUMENTALIZAÇÃO E MEDIÇÕES PARA CONFORTO AMBIENTAL

Crossref doi 10.56238/livrosindi202405-005

Loyde Vieira de Abreu Harbich
Lattes: 9845221974550386

Um dos desafios das avaliações de desempenho térmico no ambiente construído é verificar como determinado material ou solução da envoltória de um edifício se comporta no meio urbano, principalmente em um cenário de mudanças climáticas.

Salienta-se que o desempenho térmico pode ser definido como a capacidade de um edifício manter a temperatura interna em condições adequadas para o conforto humano, considerando fatores de isolamento térmico, ganho e/ou perda de calor por ventilação ou climatização (NBR 15575). Para isso, é necessário conhecer as propriedades específicas dos materiais como a capacidade de transmissão de calor, absorção e emissividade, bem como a quantidade de horas expostas ao sol e outras características do clima local.

O clima local é definido por condicionantes climáticas globais - radiação, altitude, latitude, ventos, massas de água e terra -, fatores climáticos locais – topografia, vegetação e superfície do solo - e os elementos climáticos - temperatura, umidade do ar, precipitações e movimento do ar (ROMERO, 2017). No entanto, o clima local pode ser modificado a partir da alteração das superfícies que alteram a capacidade de reflexão da radiação solar, mensurada pelo albedo (quantidade de radiação solar refletida por um corpo ou uma superfície), figura 23.

Figura 23: Causas do efeito das ilhas de calor

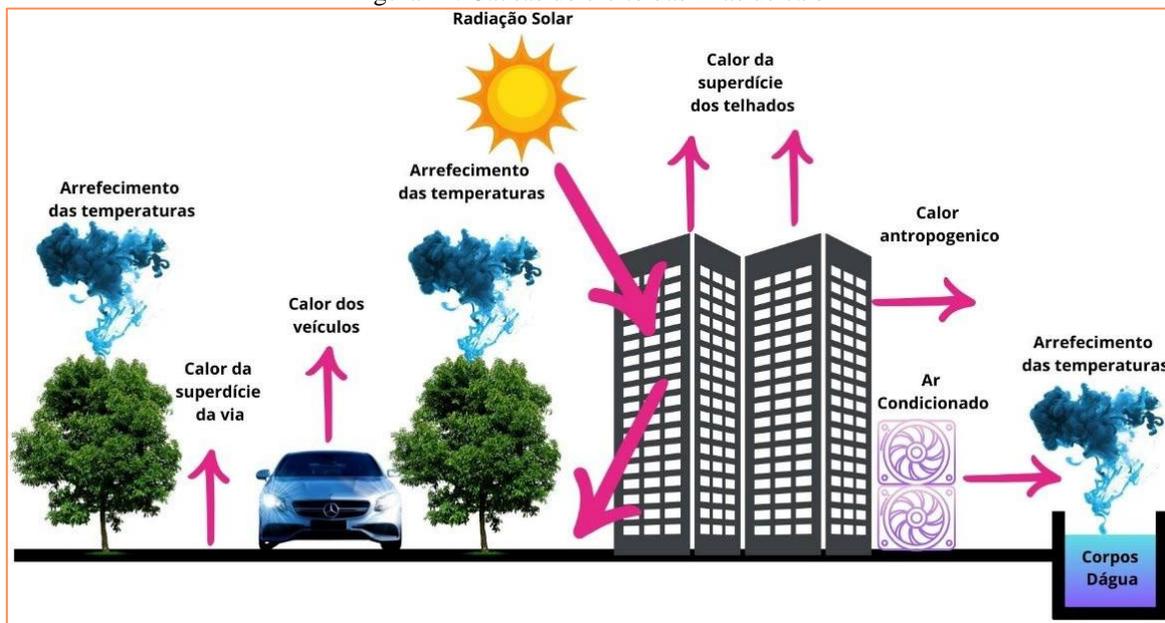


Fonte: Loyde Harbich (2023).

O adensamento das edificações, redução de áreas verdes e os materiais aplicados no meio urbano como concreto e asfalto alteram o clima local formando as chamadas ilhas de calor. Ou seja, a grande absorção de calor devido aos materiais das superfícies eleva as temperaturas nas regiões mais centrais, formando uma temperatura média mais alta do que nas áreas rurais próximas. E quando

as temperaturas do ar nas cidades aumentam, o consumo de energia para manter os ambientes confortáveis também aumenta, criando um pico de demanda (Santamouris et al. 2014), conforme a figura 24.

Figura 24: Causas do efeito das ilhas de calor



Fonte: Loyde Harbich (2023).

Neste contexto, a adequação dos materiais aplicados ao clima local faz muito importante em tempos de mudanças climáticas. Na tentativa de adequar as propriedades térmicas ao clima, existem alguns métodos de avaliação do desempenho térmico, destacam-se o CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment) apresentado por Borel em 1967 e por Croiset em 1972 (Frota e Shiffer, 2001) e no Brasil, a NBR 15575 (2021), Norma de Desempenho.

O método francês Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB) possui uma abordagem mais acessível quanto aos materiais utilizados e quanto à disponibilidade dos dados climáticos podendo ser realizando análises tanto para verão como para inverno. Segundo Frota e Schiffer (2001), na avaliação de verão são quantificados os ganhos e perdas de calor para determinar o balanço térmico considerando as trocas térmicas no ambiente. Neste caso o objetivo é que a temperatura interna seja inferior do que a externa. Já na avaliação de inverno somente as perdas térmicas são consideradas, pois a temperatura desejada no ambiente interno deve ser superior à externa. Esse método considera o regime permanente, ou seja, transferência de calor em uma direção.

Neste contexto, a adequação dos materiais aplicados ao clima local faz muito importante em tempos de mudanças climáticas. Na tentativa de adequar as propriedades térmicas ao clima, existem alguns métodos de avaliação do desempenho térmico, destacam-se o CSTB (Centre Scientifique

et Technique du Batiment) apresentado por Borel em 1967 e por Croiset em 1972 (Frota e Shiffer, 2001) e no Brasil, a NBR 15575 (2021), Norma de Desempenho.

O método francês Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB) possui uma abordagem mais acessível quanto aos materiais utilizados e quanto à disponibilidade dos dados climáticos podendo ser realizando análises tanto para verão como para inverno. Segundo Frota e Schiffer (2001), na avaliação de verão são quantificados os ganhos e perdas de calor para determinar o balanço térmico considerando as trocas térmicas no ambiente. Neste caso o objetivo é que a temperatura interna seja inferior do que a externa. Já na avaliação de inverno somente as perdas térmicas são consideradas, pois a temperatura desejada no ambiente interno deve ser superior à externa. Esse método considera o regime permanente, ou seja, transferência de calor em uma direção.

O método CSTB tem a premissa de obter todas as informações climáticas do local (dados climáticos locais, localização (cidade, longitude, latitude, altitude) e análise de insolação do edifício observando a presença de proteções solares e de edificações do entorno que possam obstruir a insolação direta. A partir dessa premissa, seleciona-se um ambiente localizado em uma situação crítica, com mais horas de insolação para ser analisado. As etapas de cálculo são:

1. Cálculo do coeficiente global de transmissão térmica da edificação, onde é calculado a U (transmitância) de toda a envoltória da edificação;
2. Cálculo do ganho solar, onde é calculado a contribuição de cada fachada de acordo com os materiais que a compõe;
3. Cálculo do ganho solar total, onde é calculado a contribuição de acordo com a orientação da fachada;
4. Ganhos de carga térmica devido à ocupação; onde é calculado a influência do calor devido a ocupação;
5. Total de ganho de carga térmica, onde são somados todos os ganhos de calor;
6. Perdas de calor devidas às diferenças de temperatura externas e internas (em função de Δt); onde é calculado as perdas de calor por cada fachada de acordo com os materiais que a compõe;
7. Perdas devido à ventilação, a partir do cálculo do número de renovações de ar pelo volume do ambiente em análise;
8. Balanço térmico [ganhos e perdas de carga térmica].

O objetivo desse exercício é que a diferença de temperatura interna e externa não seja maior que 5°C (Frota e Shiffer, 2001).

Já o método da NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece requisitos mínimos para o desempenho

de edificações habitacionais. Esta norma se baseou-se em temperatura das diferentes regiões climáticas e adotou limites de propriedades térmicas como transmitância térmica (U-valeu) mínima das paredes e coberturas, absorvância e taxas de ventilação.

A NBR 15.575, também classifica o desempenho térmico da edificação em três níveis a partir de medições “in loco”: Mínimo (M) que é o mínimo para aceitação, Intermediário (I) e Superior (S), de acordo com a região bioclimática estabelecida pela NBR 15.220-3 (ABNT, 2005). A Tabela 1 apresenta os critérios de avaliação do desempenho térmico para as condições de verão e inverno.

Tabela 1- Critérios de avaliação de desempenho térmico para condições de verão e inverno. (adaptado da NBR 15220- 3(ABNT, 2005)

VERÃO		
Nível de desempenho	Critério	
	Zonas 1 a 7	Zona 8
Mínimo	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$
Intermediário	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2^\circ \text{C})$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 1^\circ \text{C})$
Superior	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 4^\circ \text{C})$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2^\circ \text{C})$ e $T_{i,min} \leq (T_{e,min} + 1^\circ \text{C})$
$T_{i,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados; $T_{e,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados; $T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados; $T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados		

A análise do desempenho térmico de um material ou envoltória de um edifício pode ser realizado a partir da construção de um modelo ou protótipo em escala reduzida realizado ou por simulações computacionais a partir de modelos tridimensionais, evitando a construção de um edifício inteiro para poder analisar a eficiência de determinado material.

Existem muitos softwares de avaliação do desempenho térmico de materiais aplicados nos edifícios tanto para ambientes internos, tais como Design Builder, Energy Plus e outros aplicativos vinculados aos softwares de modelagem como sketchup, revit e archicad. A principal vantagem das simulações computacionais é o tempo que se economiza para desenvolver o modelo e a simulação, mas exige uma experiência anterior do analista no uso da ferramenta computacional e também, conhecimento prévio de dados específicos dos materiais, tais como a transmitância (U) e a resistência dos materiais (R). Além disso, é necessário avaliar a precisão de cada software.

No caso de experimentos envolvendo modelos físicos, a principal vantagem de se construir um modelo físico em escala reduzida é a materialização um projeto virtual em real para testar e validar um produto em condições reais. A principal desvantagem é o tempo e dinheiro investido no desenvolvimento de um modelo que será testado.

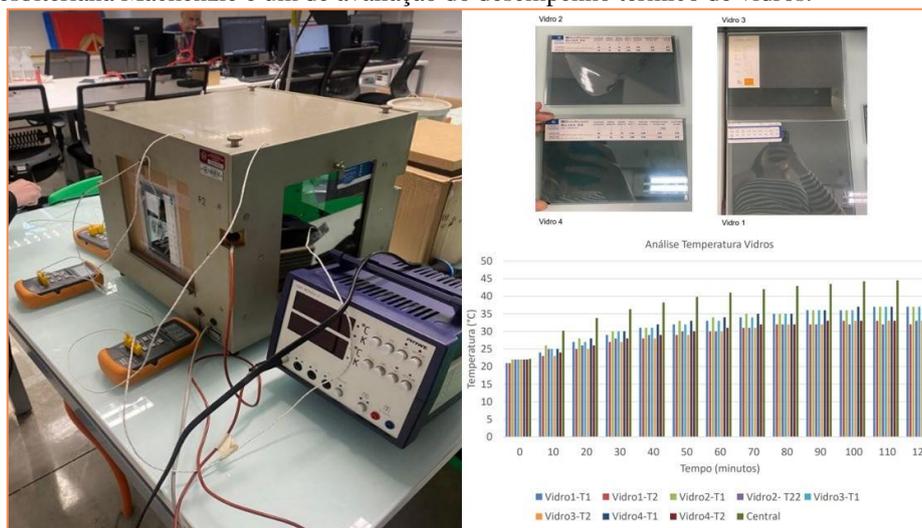
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE AVALIAÇÃO DE AMOSTRAS DE MATERIAIS NO LABORATÓRIO DE CONFORTO

No Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, os ensaios de desempenho térmico de diferentes materiais a partir de amostras de materiais podem ser realizados de 3 formas:

1. Amostra do material em uma câmara térmica;
2. Amostra do material em protótipo com uma lâmpada simulando o aquecimento solar;
3. Amostra do material em protótipo ao ar livre onde o modelo é aquecido pelo sol sob as condições climáticas locais.

A avaliação de desempenho de um material a partir de uma câmara térmica (figura 25) é realizada com a simulação de um aquecimento solar a partir de uma lâmpada instalada no interior da caixa. Quando a lâmpada é ligada, essa fonte de calor aquece a amostra do material selecionado para o teste. Para se coletar a temperatura superficial interna e externa do material, um termopar é instalado na face interna e na externa conforme na figura abaixo. Esse teste dura até 4 horas, pois chega um momento em que a temperatura superficial se estabiliza. Assim, é possível verificar o atraso térmico do material, ou seja, quanto determinado material é capaz de transmitir calor para a face externa. A câmara térmica permite ensaiar 4 materiais simultaneamente.

Figura 25: Câmara Térmica do Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie e um de avaliação do desempenho térmico de vidros.



Fonte: Loyde Harbich (2023).

A principal vantagem desse experimento é que a variável temperatura do ar está controlada. A desvantagem é que nessa simulação, não é possível verificar o desempenho do material em uma

envoltória, por exemplo.

A outra forma de avaliar o desempenho térmico de um material é simulando o aquecimento térmico a partir de uma fonte em um ambiente não controlado (figura 26). Neste ensaio, é instalado um termopar na parte interna e na externa do material e se verifica quanto que este material está transmitindo calor para a outra face.

A desvantagem desse ensaio é que a variável temperatura do ar do entorno imediato não está controlado, tornando o experimento não muito preciso. A vantagem desse experimento é que permite uma infinidade de possibilidades e adaptação às necessidades projetuais do aluno.

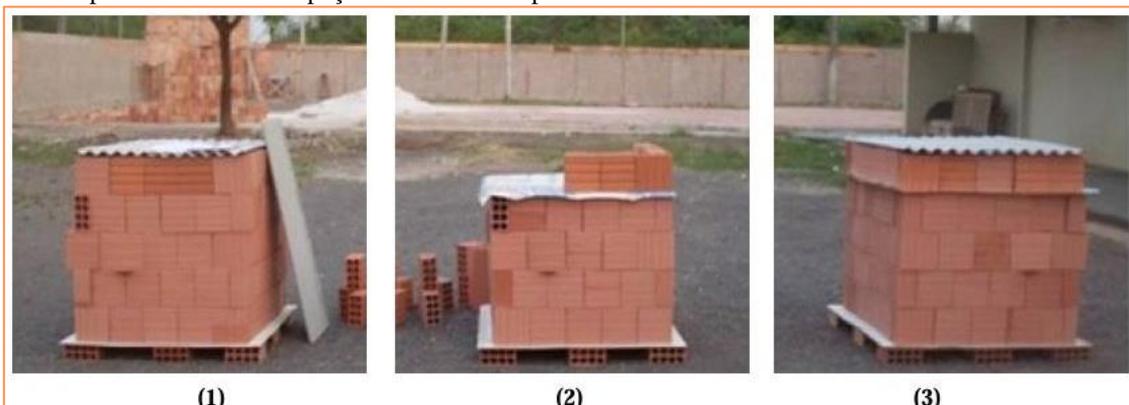
Figura 26: Lâmpada de aquecimento do Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie e u exemplo de resultado.



Fonte: Loyde Harbich (2023)

Já a avaliação do desempenho térmico a partir de modelos reduzidos, é a utilização de protótipo construído em uma área aberta livre de interferências no entorno imediato, mais próxima aos modelos de simulação, figura 27. É instalado no protótipo termômetros de superfície interna e externa na envoltória, também pode se instalar um termo-higrômetro interna e outro externo para comparação dos resultados.

Figura 25: Protótipo (1) sem forro, (2) com forro de embalagem longa vida e (3) com forro de embalagem longa vida e bandejas de isopor construído no espaço interno do Campus



Fonte: OLIVEIRA, 2011

A vantagem dessa metodologia é que é possível simular, não só o desempenho térmico, mas também o conforto térmico, de um material em modelo reduzido, sem a necessidade de construir todo o edifício, a forma inteira. A partir de dados medidos como a temperatura interna e externa de uma edificação, pode-se gerar equações preditivas com uma informação inicial quanto à temperatura a ser alcançada no ambiente interno de uma determinado local.

Esse método oferece um retrato do comportamento térmico de um ambiente com uma relativa precisão a partir da medição de poucas variáveis ambientais, dispensando as simulações computacionais (KRÜGER; GIVONI, 2002). Para a analisar os dados obtidos in loco coletados a partir de um termo-higrômetro no ambiente interno e outro no externo, sugere-se a utilização do método de medições “in loco” da Norma de Desempenho - NBR 15575 (ABNT, 2021) e também segundo o parâmetro somatório dos graus-dia, conforme destacado por Krüger e Givoni (2002). Para se analisar, o método mais indicado é o graus-dia, que tem como propósito verificar a necessidade de resfriamento ou aquecimento baseado no clima, sem considerar a proteção de envelopes de edificação, ou seja, ideal para testar um material. Considera-se que a soma das diferenças de temperatura do ar acima de um limite estipulado (temperatura base), por Goulart; Lamberts; Firmino (1998), para a cidade em que se irá testar materiais por este método.

Também, pode-se instalar no interior do módulo, o medidor de estresse térmico com o objetivo de avaliar o conforto térmico proporcionado a seres humanos. A partir desse dado coletado é possível calcular a temperatura Efetiva e o IBUTG, Índice de Bulbo Úmido - Termômetro de Globo, e classificar o nível de conforto interno.

Além disso, termômetros de temperatura superficial instalados nas faces externa e interna da envoltória dos edifícios buscam avaliar o desempenho térmico do material, como sugere Krüger *et al* (2019). O levantamento a partir de uma câmera térmica também é sugerido.

Conclui-se que os experimentos de campo e em laboratório do desempenho térmico são uma importante forma de materializar o projeto de arquitetura e urbanismo, tornando-o uma maneira mais próxima da realidade. Acredita-se que os modelos de campo sejam a forma mais completa de simular o desempenho e o conforto térmicos em escala reduzida. Acredita-se que a prática do canteiro de obras auxilia o aluno a visualizar as partes de um edifício e a poder especificar os materiais da envoltória de uma maneira mais consciente.

A avaliação do desempenho de amostras de materiais é uma abordagem concreta dos efeitos térmicos de um determinado material a partir da comparação dos resultados com os diferentes materiais. Os resultados dessas análises em laboratório podem auxiliar na especificação de materiais da envoltória de um edifício para garantir o conforto térmico interno e externos, reduzindo os efeitos negativos das ilhas de calor.

- ABNT. NBR 15.575: *Edifícios habitacionais – Desempenho*. Rio de Janeiro, Brasil Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.
- BURRY, M; BURRY, J. *Prototyping for architects*. Thames & Hudson. London, 2016.
- CALIL JR., C. *Estruturas de Madeira no Brasil: Estudos de Caso*. In: ENEM – Encontro Nacional de Engenharia de Madeiras, 2010. Universidade de Coimbra, Portugal. Disponível em: <http://enem.dec.uc.pt/apresentacoes/sessao1.2.pdf>. Acesso em 09.dez.2022.
- CARVALHO, C. G. e SILVOSO, M. M. *O canteiro experimental no desenvolvimento de tecnologias construtivas sustentáveis*. ANAIS IV EURO ELECS 2021. Disponível em <https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/download/2698/2405>
- CHING, F.D. K. Onouye, B.S., Zuberbuhler, D. *Sistemas estruturais ilustrados, padrões, sistemas e projeto*. Tradutor: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- DUALIBI, J. A. S. *Arquiteto Joan Villà: a construção da cerâmica armada*. Dissertação (mestrado em arquitetura e urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://adelpha-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/bb383c60-6916-4107-9a47-2ee58651995a/content>. Acesso em: 17.dez.2023.
- ENGEL, H. *Sistemas Estruturais*. Editorial Gustavo Gili S.A. Espanha, 2001.
- FERRO, S. (1982). *O canteiro e o desenho*. 2ª ed. São Paulo: Projeto Editores Associados.
- FRANCO, J. T. *A Madeira Laminada Cruzada (CLT) é o Concreto do Futuro?* Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/922665/a-madeira-laminada-cruzada-clt-e-o-concreto-do-futuro>. Acesso em: 09.dez.2022.
- GANI, D.C. (2021). *Geometrical Thinking: Solving a Problem on Graphic Representation*. In: Cheng, LY. (eds) ICGG 2020 - Proceedings of the 19th International Conference on Geometry and Graphics. ICGG 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1296. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63403-2_67
- GOULART, S. V. G.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. *Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras*. p. 1–345, 1998.7
- KRÜGER, E.L.; GIVONI, B. *Predicting thermal performance in occupied dwellings: a case- study in Curitiba, Brazil*. 2002. Journal Energy and Buildings
- KRÜGER, E.; DRACH, P. R. C.; TAMURA, C. A.; KAVISKI, F. *Desempenho térmico de cobertura vegetada sobre guarita de fibra de vidro*. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 10, p. e019026, 28 jul. 2019.DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8654277>
- LOTUFO, V., Lopes, J. M. (1982). *Geodésicas & Cia*. São Paulo: Projeto Editores Associados.
- MONTANER, J. M. *Dos diagramas às experiências, rumo a uma arquitetura de ação*. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2017.
- MONTANER, J. M.; MUXÍ, Z. *Residência estudantil da Unicamp. Joan Villà, construções para a*

sociedade. Projetos, São Paulo, ano 13, n. 154.02, Vitruvius, out. 2013. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/13.154/4895>. Acesso em: 17.dez.2023.

NASCIMENTO, A. C.; SILVOSO, M. M.; GONÇALVES, J. P. (2017). *O canteiro experimental como estratégia de ensino de estruturas*. In: Encontro Nacional de Ensino de Estruturas em Escolas de Arquitetura, 3, Ouro Preto. ENEA 2017: Anais; UFOP, disponível em < https://drive.google.com/file/d/1kCwF3bj22b5ICvI96hzi-cYcE5Z7v_zK/view >

OBATA, S. H., SAMPAIO, C. A., ALVIM, A. B., FEHR, L. (2020). *Experimentações da metodologia ativa em alvenaria e estruturas recíprocas*. Trabalho apresentado ao IV ENEEEA – Encontro Nacional de Ensino de Estruturas em Escolas de Arquitetura. Recife: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

OLIVEIRA, R. G, 2011, *Avaliação do Conforto Térmico de Protótipos de Ambientes Utilizando Materiais Recicláveis como Forro*, Eng. Mec. TCC, Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí, Tucuruí, Brasil, 77pp.

PIRES, J. F.; PEREIRA, A. T. C. *Modelagem paramétrica de Superfícies Curvas: superfícies retilíneas desenvolvíveis*. Slides de Aulas da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013. Disponíveis em <https://wp.ufpel.edu.br/oficinas/files/2020/04/superf%C3%ADcies-retil%C3%ADneas-desenvolv%C3%ADveis.pdf> Acesso em 18-12-2023.

PIRES, J. F.; NUNES, C. S. e HEIDRICH, F. E. *Modelagem de superfícies retilíneas não desenvolvíveis*. Material digitalizado referente a Oficina realizada no dia 15/04/2013 no Laboratório do Centro de Artes da UFPel, para o evento Alfa Gaviota. Disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/oficinas/files/2020/04/Modelagem-de-superf%C3%ADcies-retil%C3%ADneas-n%C3%A3o-desenvolv%C3%ADveis.pdf> Acesso 18-12-2023.

PISANI, M. A. J., CALDANA, V., CORREA, P. R., VILLÀ, J. AMODEO, W. (2009). *O Ensino do projeto de arquitetura e urbanismo: um canteiro experimental*. In IV Projetar 2009 – Projeto como investigação: ensino, pesquisa e prática. São Paulo: FAU-UPM.

PPC FAU Mackenzie (2022) Disponível em https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/5-graduacao/upm-higienopolis/arquitetura-urbanismo/PROJETO_PEDAGOGICO_ARQUITETURA_E_URBANISMO_2017.pdf Acesso em 21-06-2022

RODRIGUES, A. (1960) *Geometria Descritiva: Projetividades, Curvas e Superfícies*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico Ltda.

RONCONI, R. L. N. (2005). *Canteiro experimental: uma proposta pedagógica para a formação do arquiteto e urbanista*. PosFAUUSP, (17), 142-159. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i17p142-159>.

SANTAMOURIS, M., CARTALIS, C., SYNNEFA, A., KOLOKOTSA, D., *On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings—A review*. Energy and Buildings, Volume 98, 2015, Pages 119-124, ISSN 0378-7788,

SILVA, F. B.; CATELANI, W. S. *Painéis pré-fabricados de concreto e componentes cerâmicos*.

Téchne. Seção Sistemas Construtivos. Edição 155. Editora Pini, São Paulo, fevereiro 2010.

SCHÖN, D. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. tradução Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2007.

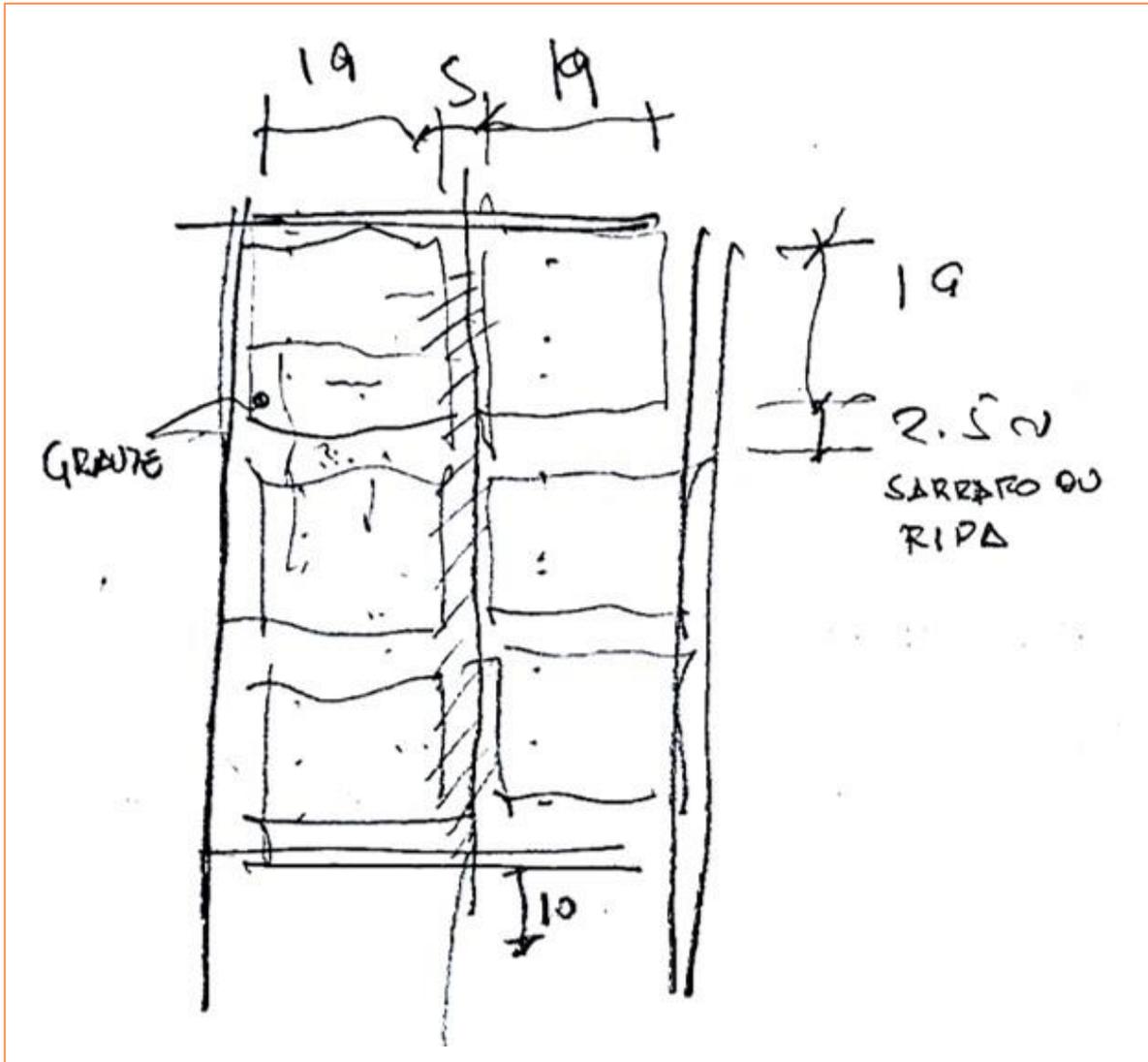
VALLE, A. *Rigidez de Ligação com Parafusos em Estruturas de Madeira Laminada Colada*. São Paulo, 1999. 194 f. Tese (Doutoramento em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1999. Disponível em: <https://giem.ufsc.br/files/2017/02/Rigidez-de-liga%C3%A7%C3%B5es-com-parafusos-em-estruturas-de-madeira-laminada-colada.pdf>. Acesso em: 10.dez.2022.

VILLÀ, J. (2002). *A construção com componentes pré-fabricados cerâmicos: sistema construtivo desenvolvido em São Paulo entre 1984 e 1994*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FAU-UPM.

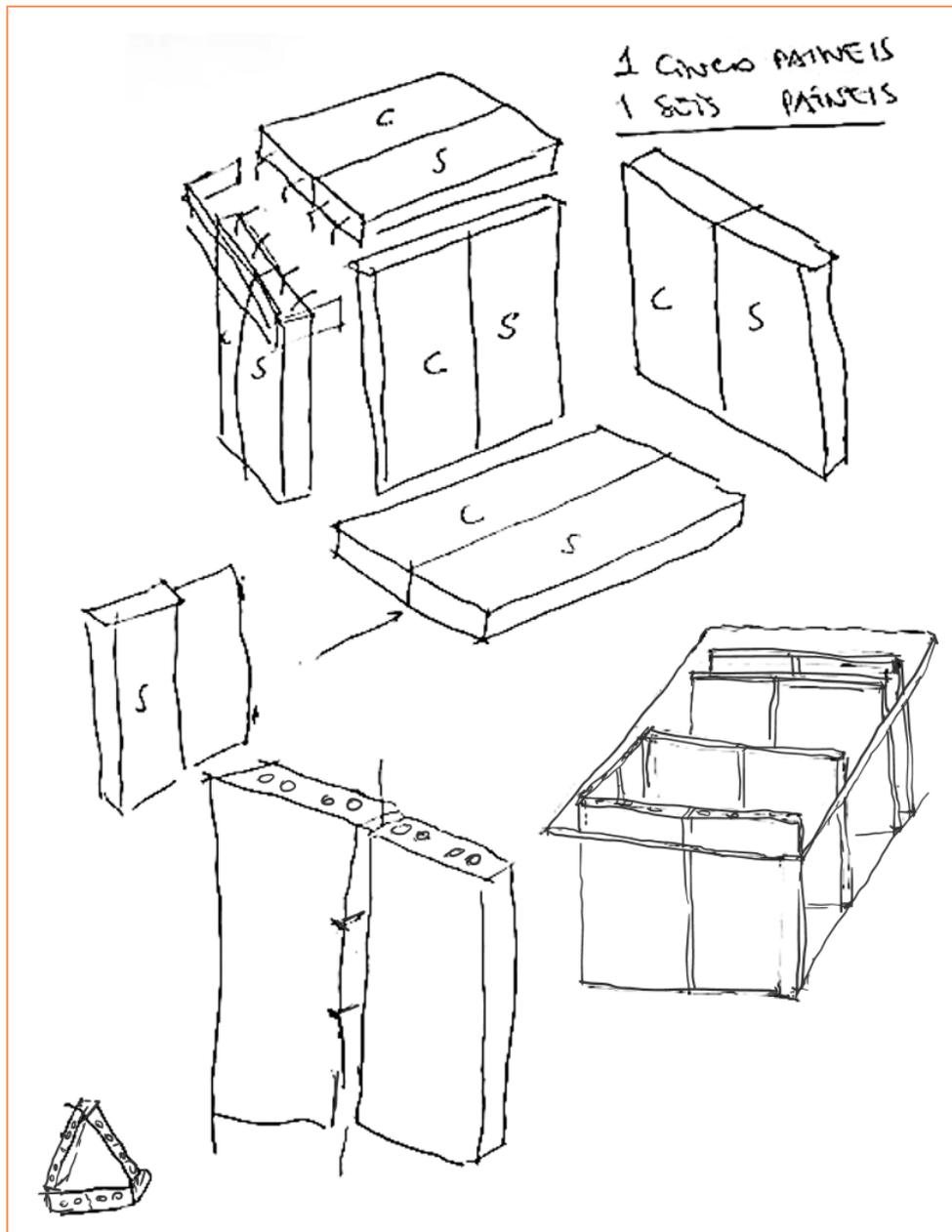
ZANGIÁCOMO, A. L. *Emprego de Espécies Tropicais Alternativas na Produção de Elementos Estruturais de Madeira Laminada Colada*. São Carlos, 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-26052006-150001/publico/2003ME_AndreLZangiacomo.pdf. Acesso em: 10.dez.2022.

CROQUIS

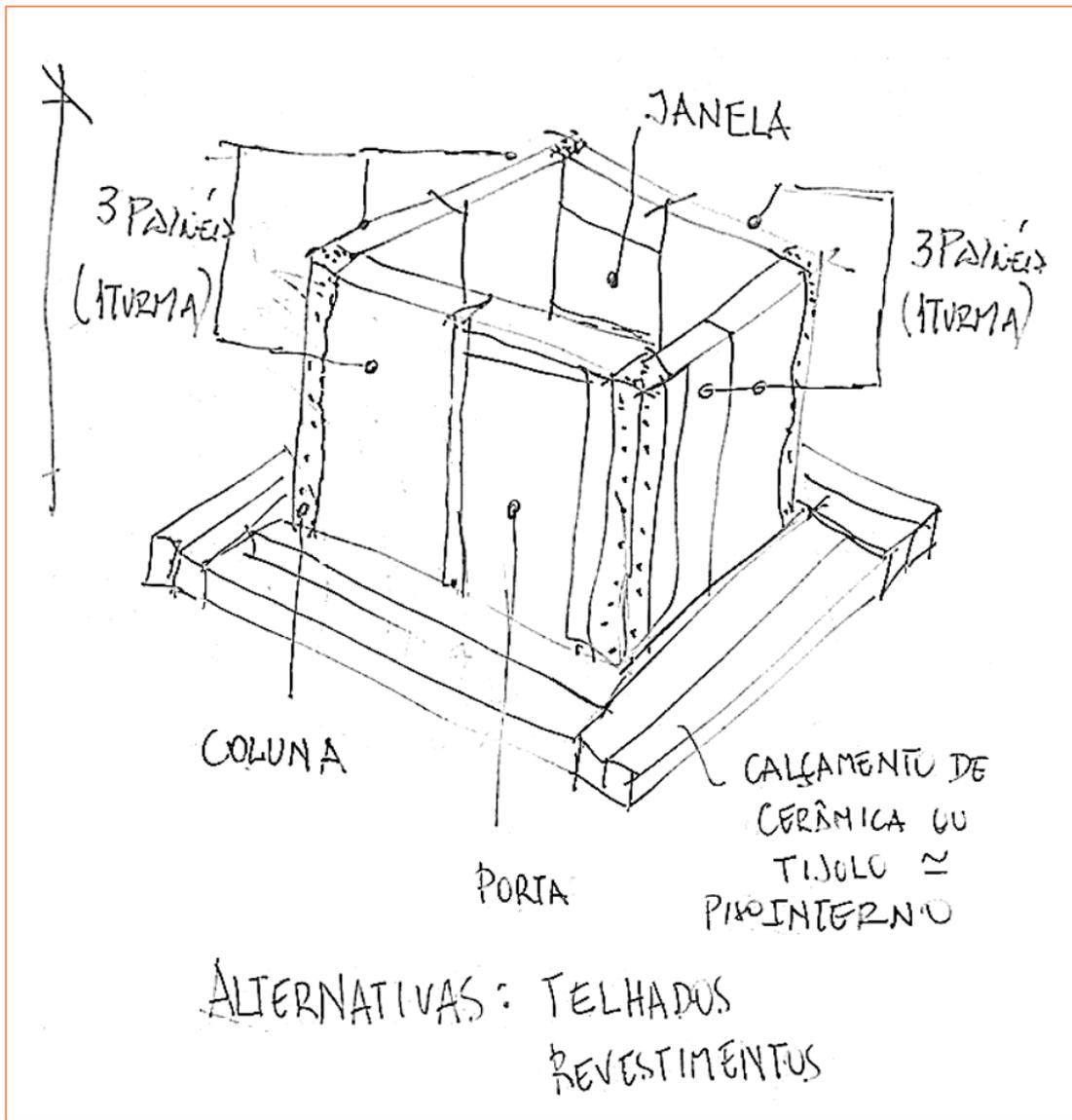
Conjunto de croquis, elaborados durante as aulas pelos professores do componente curricular “Prática de Canteiro: Experimentações”, oferecido em modo optativo para as turmas de 6º, 7º e 8º semestres.



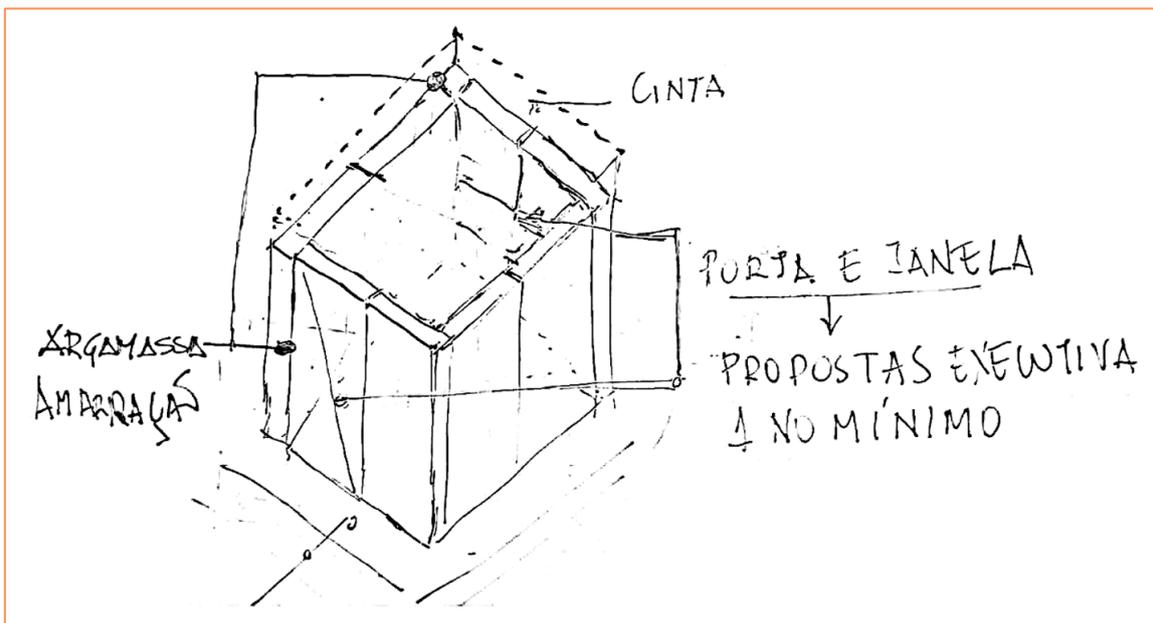
Autoria: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022)



Autoria: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022)



Autoria: Celso Sampaio e Sasquia Obata (2022)



APRESENTAÇÃO DE LISTAGEM DE FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

Esta listagem corresponde aos equipamentos e ferramentas mais utilizados nestas atividades e tornando-se importante e é prestativa para a melhor memorização e familiaridade com os nomes e suas características.

A apresentação de cada dum dos equipamentos e ferramentas é realizada em conjunto docentes e técnicos de laboratórios, sendo o manuseio e dicas práticas realizadas pelos técnicos:

- Eder Modesto (Técnico em edificações)
- Thiago Oliveira Leite (Arquiteto - <http://lattes.cnpq.br/8283817359020279>), sendo a autoria das imagens e identificações da listagem.

Ordem	Imagem	Identificação
1		Esquadro Metálico Profissional
2		Martelo
3		Trena Em Aço Emborrachada - 8m

4		Grampo Tipo Sargento Com Aperto Rápido
5		Alicate Torquês
6		Serra Circular De Mesa

7		Morsa de Bancada
8		Arco De Serra
9		Serra Tico-Tico
10		Parafusadeira e Furadeira

11		Parafusadeira e Furadeira
12		Serra Circular
13		Colher de Pedreiro
14		Enxada

15		Masseira Plástica
16		Caixa Plástica Para Massa
17		Linha Para Pedreiro - Nylon

18		Prego Com Cabeça
19		Lápis Para Carpinteiro
20		Arame recozido

BLOCO UTILIZADO NAS ATIVIDADES

	<p>Bloco Cerâmico De 8 Furos 09 cm x 19cm x 19cm</p>
---	---

REALIZAÇÃO:

SEVEN
publicações acadêmicas

ACESSE NOSSO CATÁLOGO!



WWW.SEVENEVENTS.COM.BR

CONECTANDO O **PESQUISADOR** E A **CIÊNCIA** EM UM SÓ CLIQUE.