

PRÁTICA DE CANTEIRO: EXPERIMENTAÇÕES

Celso Aparecido Sampaio

Mackenzie Presbyterian University/*celso.sampaio@mackenzie.br*/Brasil

Sasquia Hizuru Obata

Mackenzie Presbyterian University/*sasquia.obata@mackenzie.br*/Brasil

Edison Luchini Júnior

Mackenzie Presbyterian University/*edson.luchini@mackenzie.br*/Brasil

RESUMO

A Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie – UPM, estimula e apoia atividades de experimentações em canteiro de obras como estratégias para o aprendizado tectônico e de integração multidisciplinar. Por se tratar de disciplina optativa, o estudante pode contar com o fator de escolha e com isso um aprendizado mais imersivo, gerando diversas articulações com o projeto arquitetônico, o ensino de estrutura, da construção, da sustentabilidade e principalmente a combinação de projetar com vontades, aptidões e habilidades constituídas no fazer prático. Sob esta condição procuramos demonstrar no curso oferecido a estudantes matriculados a partir do meio do curso, as formas e o desafio do fazer no canteiro de obras, local para colher e poder se reposicionar diante das práticas educativas de enfrentamento da ampla e complexa ressignificação da atuação profissional do arquiteto e urbanista e de sua responsabilidade ambiental, cultural e social, mas também diante da ampliação de um campo de atuação cada vez mais diversos. As experimentações desenvolvidas por meio de metodologia ativa, ocorreram no primeiro semestre de 2022. Importante destacar que as escolas estavam em regime de ensino remoto desde março de 2020, provocando um distanciamento da prática do ensino presencial e convivência acadêmica no âmbito escolar. Com a experiência realizada nesta disciplina se comprovou avanços de estratégias ativas no ensino dos jovens estudantes no sentido de melhorar a formação e gerar integração das estruturas curriculares, tendo como tema os exercícios com alvenaria de tijolos, blocos cerâmicos, barras de madeira, bambu e reaproveitamento de resíduos.

Palavras-chave:

Arquitetura; reuso de materiais, sustentabilidade, replicabilidade, meio ambiente

ABSTRACT

The Mackenzie Presbyterian University - UPM encourages, supports, and integrates research and teaching in the outreach programs to disseminate academic production, turning studies into tangible and applicable solutions that face social inequalities and promote the sustainable development of society. The School of Architecture and Urbanism - FAU is accountable for the education of architects and urbanists committed to the future of our country, the neighboring countries and our planet. It stands out for knowledge innovation, especially within the applied research mode. With this in mind, in the first semester of 2022, the university offered undergraduate and graduate students a Special Topic course titled (De)Construct and Occupy: Reuse as a Social and Propositive Practice. It carried out experiments with discarded materials, especially from demolition sites, which could be reused or recycled to be used again in construction works, urban furniture or finishing material. As a methodology, the course adopted to collect material within a distance of a circle around the “Ocupação 9 de julho,” an occupation for housing purposes coordinated by the Movimento Sem Teto do Centro – MSTC (Downtown Homeless Movement). The Movement works with self-construction, a common practice in other cities in the Global South. The occupation will benefit from the experiments carried out, with the architectonic design and technical assistance for a multiple-use construction, by using the results obtained by students in the Canteiro Experimental-UPM (UPM Experimental Building Site) and adopting the concepts of a circular economy and reuse of discarded materials. Thanks to the “CIAM Agreement”, these practices can be applied in other Mercosur countries.

Keywords:

Architecture, reuse of materials, sustainability, replicability, environment

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem o intuito de apresentar o resultado de 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 com a participação dos seus docentes e estudantes, voltadas a 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, historicamente atenta a realidade das cidades brasileiras e dos nossos vizinhos latinoamericanos, 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, voltado principalmente a um aprendizado vivencial e imersivo no estabelecimento de uma maior aproximação dos estudantes com as principais tarefas de um canteiro tradicional da construção civil. Na FAU Mackenzie um estudo de 2009 desenvolvido por professores da escola ressaltava a importância do processo de fazer e pensar. As atuais instalações do canteiro experimental oferecem boas condições de trabalho com equipamentos, instrumentos, ferramentas e insumos repostos semestralmente, e dois técnicos capacitados para atenderem os professores e estudantes durante todo o dia, permitindo que os três períodos que funcionam o curso de arquitetura e urbanismo sejam contemplados com uma atenção adequada.

Importante remarcar, então, que se resgata nesta apresentação a importância deste fazer arquitetônico diante das práticas reflexivas consagradas e hegemônicas no ensino de arquitetura e urbanismo das últimas décadas. 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)

O novo Projeto Pedagógico de 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 proporciona aos estudantes da graduação, uma vivência imersiva no laboratório, 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, bambu, entre outros. As experimentações geram resíduos por avarias, conclusão dos exercícios ou pela produção excessiva de material, situação semelhante ocorre em obras da construção civil que empregam nossos estudantes, permitindo com isso ampliar a discussão sobre a importância da redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil (Baptista Junior, J. V., Romanel, C. 2013, p. 30), e da produção de resíduos oriundos dessa atividade que causam prejuízos ambientais e sociais.

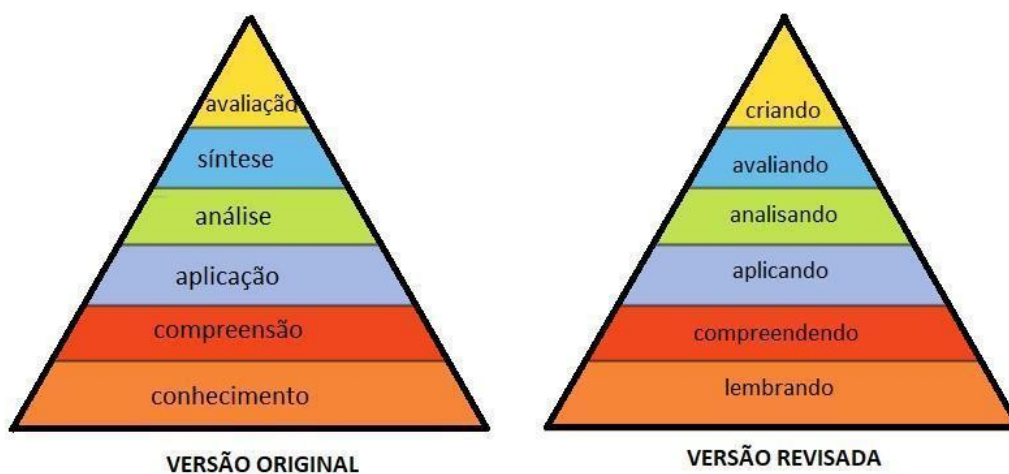
2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A disciplina foi organizada em aulas teóricas com a apresentação dos materiais, suas características e emprego, ferramentas, instrumentos e maquinário disponível no laboratório de canteiro experimental, a apresentação da dinâmica e cronograma das atividades, assim como os Equipamentos de Proteção Individual – EPI, exigidos durante toda a realização das tarefas nas aulas práticas. O maquinário com exigência técnica específica para manuseio, foi operado pelo técnico responsável que acompanha todas as aulas.

Alguns exercícios e demonstrações são realizados em apenas uma aula, e outros, ao longo de uma sequência de aulas. Ao aluno, os educadores procuram proporcionar três objetivos principais, classificados pela Taxonomia de Bloom, a partir do domínio: cognitivo, afetivo e psicomotor, tornando-o protagonista no processo de construção do seu conhecimento.

Neste sentido de formação da identidade profissional quanto à ressignificação do fazer e atuação do arquiteto é preciso o aprendizado significativo e de experiência, a qual se retoma as estratégias originais de Benjamin Bloom, 1956, e o modelo atualizado de Anderson, 1990 (KAPLAN e OWINGS, 2015); Figura 1, como se realiza nesta disciplina em canteiro da FAU Mackenzie. (Obata et al, 2020, p. 5).

Figura 1 **Taxonomia de Bloom.**



Fonte: Versão original de 1956 e na versão revisada de 1990 (KAPLAN e Owings, 2015).

Através da experiência prática são demonstradas possibilidades construtivas do Tijolo de

barro comum, do bloco cerâmico furado e a utilização de barras de madeira na construção de estruturas, como recíprocas e articuladas. A experimentação proposta aos estudantes tem a intenção de prepara-los para o entendimento sobre as possibilidades estruturais e construtivas do tijolo, blocos e da madeira, num processo que tem o fazer como suporte do conhecimento técnico e a criação livre, sempre atento as responsabilidades técnicas, sociais e ambientais

Fase 1: Construção de muro com tijolos de barro comum e amarrações variadas.

Fase 2: Montagem de painel de cerâmico armado com blocos de cerâmico furado.

Fase 3: Montagem de estruturas com barras de madeira e outros materiais.

A prática de aplicações das referências pode ser caracterizada como uma evolução de execuções em relação ao nível de dificuldade e também de maiores noções sobre distribuições de esforços e interação entre formas e a dependência de formas temporárias. Trabalhamos o desenvolvimento técnico e prático, estimulando um processo reflexivo e a atenção para conceitos como de economia circular e de reuso de resíduos de obra. Para melhor visualizar os objetivos traçados pela disciplina optativa em concordancia com o novo Projeto Pedagógico de Curso – PPC, montamos o quadro abaixo.

TABELA 1 – OBJETIVOS

Objetivos gerais	Objetivos específicos
Objetivo formativo de construir uma experiência pedagógica que extrapola as práticas em atividades além das salas de aula, amparada no tripé ensino, pesquisa e extensão, considerado central das matrizes de pensamento e proposição participativa e ativa da formação universitária, garantindo condições estratégicas de um aprendizado tectônico que com aderência aa	<ul style="list-style-type: none">● Buscar o entendimento de processos convencionais de ajustes de amarrações de tijolos cerâmicos;● atuar pelo aprendizado invertido: ideia de forma geométrica triangular com fornecimento e execução didática conjunta;● experimentar/implementar através de propostas de paredes vazadas a construção, invertendo a cronologia final para de execução do exercício – explicar como se faz;● experimentar com estruturas temporárias - cimbramentos de apoios para as alvenarias

<p>condicionantes da atuação profissional do arquiteto e urbanista.</p> <p>Apresentar aos estudantes as dimensões e as potencialidades da sustentabilidade socioambiental inerentes à prática da Arquitetura e Urbanismo voltados a superação das desigualdades sociais e um desenvolvimento sustentável, visando a replicabilidade com responsabilidade social e ambiental.</p>	<p>estruturais de superfícies em curva, tendo como referência os sistemas estruturais recíprocos - tomadas ideais de Da Vinci;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oferecer uma disciplina aplicada que possibilite aos estudantes experimentações com o reuso de materiais de obra no Canteiro Experimental, refletindo sobre a importância de reaproveitamentos e sua aplicação prática.
--	--

Fonte: Montagem dos autores, 2022.

Os estudantes são estimulados a buscar referências e exemplos iniciais para cada uma das atividades, o objetivo é o resgate de relações visuais com os materiais, que serão empregados a seguir. Proposto o primeiro exercício, busca-se estabelecer com os estudantes divididos em pequenas equipes, o desafio da construção com a divisão de atividades e evoluções sequenciais: entendimento dos processos convencionais, no caso do emprego de tijolos são apresentados ajustes de amarrações e as equipes; passam a atuar por um processo de aprendizado invertido, os muros são construídos sob a orientação dos professores e técnicos, que auxiliam e apresentam o preparo de materiais como umedecimento dos tijolos, preparo de argamassa, a execução da alvenaria com o emprego de instrumentos que auferem o alinhamento e o nivelamento da construção. Após a conclusão de todas as etapas, os estudantes apresentaram um projeto detalhado de como se constrói o muro que acabaram de executar, procura-se com isso desenvolver no estudante a prática da pesquisa e aprendizagem em obras. O exercício foi desenvolvido em três aulas semanais e na conclusão os estudantes desfazem o muro visando preservar o maior número possível de tijolos inteiros. Os resíduos são preservados e foram triturados para novo emprego, que trataremos a seguir.

No segundo exercício os estudantes são solicitados a construir painéis de cerâmica armada pelo Sistema de Construção com Pré-fabricados Cerâmicos – CPC. O sistema CPC foi desenvolvido pelo arquiteto Joan Villà no laboratório do Centro Universitário Belas Artes e

Unicamp, nos anos de 1980–1990 e apresentado em sua dissertação de mestrado defendida na FAU-UPM (Vilà, 2002), atualmente Vilà é professor de Projeto da FAU Mackenzie. O Sistema construtivo modular formado 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, sua produção demanda uma superfície horizontal na confecção dos painéis, adota-se um gabarito de madeira, reaproveitado. Os blocos cerâmicos são dispostos no gabarito preservando espaçamento de até cinco centímetros no sentido longitudinal e dois centímetros no sentido transversal, para ser preenchido com concreto e argamassa.

O Sistema foi experimentado largamente pelo arquiteto Joan Vilà 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 computo 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. (Vilà, 2002, p. 63)

Retomando os exercícios após a experiência com tijolos, discutiu-se com os estudantes a preocupação com construções racionalizadas, com baixo impacto ambiental e com alto poder de organização social, pela possibilidade da interação entre as pessoas envolvidas na construção que não requer qualquer conhecimento especializado. No repertório de conhecimento técnico procurou-se despertar nos estudantes a possibilidade de replicabilidade que o sistema permite, garantido pelo trabalho atento do arquiteto na concepção de alternativas a cadeia produtiva da construção civil, que consome recursos naturais, materiais, humanos e não-humanos.

Para exercitar o emprego do Sistema CPC, os estudantes recebem as informações sobre a utilização dos materiais como bloco cerâmico furado, argamassa, concreto e barras de ferro de 4mm e toda a apresentação do histórico e a aplicação destes componentes. Feita a execução dos painéis a partir da experiência de construção dos gabaritos com madeira, montagem da disposição

dos blocos furados, ferragem, concreto e argamassa, a tarefa segue com o uso destes, os estudantes constroem um prisma triangular a partir da união entre painéis de cerâmica armada, concretando o vértice do prisma, para isso executam forma de madeira e ferragem para união das peças, preparo e aplicação do concreto.

A importância de processos de industrialização na obra, que facilitem o trabalho manual e a revisão sobre a mecanização atual de canteiros, vem sendo objeto de trabalho de muitos arquitetos que estudam e trabalham com experiências autogestionárias, desde os anos de 1970, a realidade brasileira e de muitos países latinoamericanos sustentada pela escassez de recursos, coloca a principal produção da construção civil feita nas grandes cidades pelo processo de autoconstrução, ou pela prática social de construir coletivamente, por ajuda mútua, movimentos sociais no Brasil e na América Latina unem-se pela pauta do mutirão desde os anos de 1990 com a criação da SeLVIP (Secretaria Latinoamericana de Vivenda Popular), uma rede integrada por organizações sociais de hábitat no Brasil, Uruguai e Argentina, que promovem políticas e práticas concretas de autogestão de moradia e hábitat.

Realizada a execução dos painéis que proporcionaram a reflexão sobre o emprego do sistema e da experimentação em canteiro, os estudantes são solicitados a apresentarem um projeto detalhado onde explicam todo o processo e a construção do prisma que acabaram de executar, procura-se com isso reforçar a importância prática da pesquisa e aprendizagem em obras. Estuda-se com o desdobramento do exercício, a sua aplicação em objetos ou construção de mobiliário que garanta uma utilização prática, evitando o desperdício e colocando o estudante em contato com a realidade que poderá fazer uso do seu trabalho.

O terceiro exercício com estruturas em madeira tomam como referência os sistemas estruturais recíprocos - tomadas dos ideais de Da Vinci os parabólicos e geodésicas experimentadas por Vitor Lotufo (Lotufo, Lopes, 1982). Os estudantes recebem apresentação de estruturas recíprocas em madeira, como eficiência estrutural, como interação e integração construtiva, bem como, a possibilidade de reuso de barras, com isso objetivou-se criar o embasamento prático e conceitual, que as estruturas como sistemas são de fato associação de elementos adequados para uma edificação, e as formas recíprocas fornecem uma demonstração clara de ordenamento de sobreposição e encaixe entre barras, que podem entrar em colapso por uma única instabilidade local – demonstrando figurativamente através de analogia que a necessidade de protagonismo para a construção de estruturas exige conhecimento e

responsabilidades.

Os estudantes optaram por construir uma parabolóide hiperbólica, e iniciaram os trabalhos após pesquisa sobre sua construção, com a montagem de um modelo executado a partir de palitos de madeira, procurando com isso entender o processo construtivo, desenvolveram a seguir testes com madeiras, para definir o formato e a escala da construção, definida a base a partir de um quadrado de 200 x 200 cm, foram preparadas réguas extraídas de um painel de madeira compensada com 240 cm de comprimento, cada uma, aproveitando a dimensão comercial do material e com isso evitando desperdício. A montagem sem entalhes deu-se pela fixação entre barras com o emprego de parafuso TA 4,5x600mm, permitindo o reuso das barras para criação de outras formas, mas também para entenderem a possibilidade de repetitividade e replicabilidade de módulos possíveis. Ao final a estrutura foi desmontada, permitindo o reuso dos materiais.

Ao final os resíduos produzidos durante todo trabalho, passaram por trituradora disponível no canteiro e foram confeccionados tijolos a base desses resíduos, os tijolos foram destinados para uma entidade filantrópica para serem empregado em pisos de jardim e guia para canteiros de hortas.

Os resultados partiram das condições de utilização, comportamento, propriedades materiais, detalhamentos e processos projetuais, além de conduzir a afinidade tecnológica, estética, plástica e de atendimentos práticos sustentáveis, para absorção das relações de forma e função.

Nestes exercícios a estratégia didática foi um desafio pela divisão em equipes e superarem a resistência de trabalhos em grupo provocada pelo isolamento forçado a partir da pandemia de COVID, que nos obrigou ao ensino remoto, e pela busca de execuções que exigia maiores investimentos em estudos e detalhes, bem como, há que se darem condições práticas pelo docente e laboratorista da atuação colaborativa para que consigam projetar e executarem a forma desejada.

Entre os objetivos pedagógicos perseguidos com os exercícios e a atividade final, buscou-se também despertar nos estudantes o reconhecimento de que as práticas da cadeia produtiva da construção civil, consomem recursos naturais e materiais, gerando resíduos e descartes. Não incorporam conceitos de economia circular, ciclo de vida dos produtos, descartes controlados e logística reversa, fundamentais para redução dos impactos ambientais gerados por seus processos produtivos.

3. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados deste trabalho pautado a partir de três atividades principais, constituíram-se na formulação das condições de utilização, comportamento, e propriedades dos materiais empregados, detalhamento de processos executivos e da necessária antecipação do projeto, além de conduzir a afinidade tecnológica, estética, plástica e de sustentabilidade, para absorver as relações formais e de emprego que se visualiza na prática.

Nesta execução a estratégia didática foi um desafio, pois há que se dar condições práticas e uma delimitação prévia de dimensões e materiais, os resultados são formas derivadas do trabalho dos estudantes que atuaram encontrando soluções. Para isto contou-se com uma estruturação essencial de segurança e instrumental em canteiro, além de um plano de atividades com flexibilidade para se adequar a eventuais imprevistos de aprendizado em menor grau que a expectativa programada.

Vemos que a inovação está na oferta de disciplina optativa, que conta com o fator da escolha do estudante, e abrange com isso um aprendizado imersivo no aperfeiçoamento do fazer, onde o exercício da construção alimenta o saber intelectual que associa o ato da concepção aos modos de produção do objeto.

Consideramos também, que a experiência de aprendizagem proporcionou aos estudantes a possibilidade de contato direto com os materiais básicos da construção civil, de trabalhar de forma organizada e em equipes estabelecendo uma relação horizontal na realização das tarefas, proporcionando um fazer coletivo de responsabilidades individuais. Durante a realização dos exercícios ficou perceptível a constituição de uma noção clara de sustentabilidade e replicabilidade, proporcionada pela vivência e superação das dificuldades com aquisição de novos conhecimentos, e sobre a importância da redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil, reduzindo a produção de resíduos oriundos dessa atividade que causam prejuízos ambientais e sociais.

Figura 2 Muro de tijolos - Exercício de alvenaria.



Fonte: Foto Celso Aparecido Sampaio, 2022.

Figura 3 Montagem de painéis de cerâmica armada



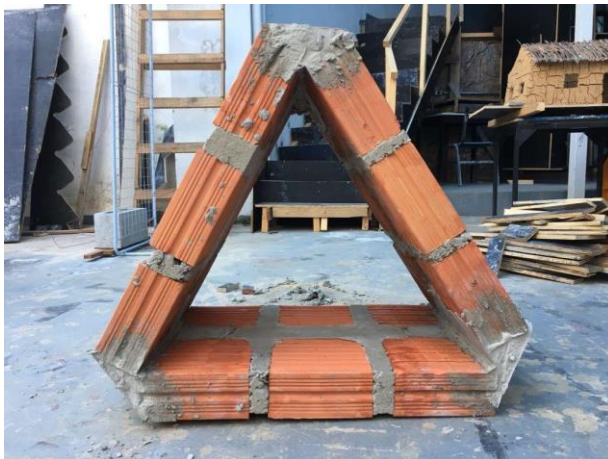
Fonte: Foto Celso Aparecido Sampaio, 2022.

Figura 4 Montagem de painéis de cerâmica armada



Fonte: Foto Celso Aparecido Sampaio, 2022.

Figura 5 Montagem de painéis de cerâmica armada



Fonte: Foto Celso Aparecido Sampaio, 2022.

Figura 6 **Montagem de estrutura de madeira em barras**



Fonte: Foto Sasquia Hizuru Obata, 2022.

Figura 7 **Reaproveitamento de materiais - produção de tijolos – formas**



Fonte: Foto Sasquia Hizuru Obata, 2022.

Figura 8 **Reaproveitamento de materiais - produção de tijolos**



Fonte: Foto Sasquia Hizuru Obata, 2022.

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a direção e aos coordenadores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo por todo o suporte e o apoio recebido e o reconhecimento e o estímulo da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Agradecemos aos Técnicos Eder Modesto de Sousa e Alberto Teles dos Santos pelo apoio a frente do canteiro experimental e aos estudantes do curso de arquitetura e urbanismo que realizaram o curso da disciplina optativa de prática de canteiro: experimentações, no semestre 2022-1.

5. REFERENCIAS

- Baptista, Júnior. V., Romanel, C. (2013). *Sustentabilidade na indústria da construção: uma lógica para reciclagem dos resíduos de pequenas obras*. In Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Mangement), v. 5, n. 2, p.27–37. Jul/dez. 2013.
- Ferro, S. (1982). *O canteiro e o desenho*. 2ª ed. São Paulo: Projeto Editores Associados.
- Kaplan, L., Owings, W. (2015). *Educational Foundations*. Cengage Learning. 2ª ed., Stamford.
- Lotufo, V., Lopes, J. M. (1982). *Geodésicas & Cia*. São Paulo: Projeto Editores Associados.
- 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).

Resolução conama nº 307 (2002). *Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil*. Disponível em <https://bitly.com/cdMAdOf>.

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.

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.