



PRÁTICAS PROJETUAIS E CONSTRUTIVAS ASSOCIADAS NO ENSINO DA CONSTRUÇÃO COM TERRA

Marcela Silviano Brandão Lopes¹, Rejane Magiag Loura², Sofia Araújo Lima Bessa³

Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

¹marcelasbl.arq@gmail.com; ²rejaneml@gmail.com; ³salbessa@ufmg.br

Palavras-chave: educação, modulação, alvenarias. (termo muito amplo)

Resumo

O presente trabalho pretende discutir processos pedagógicos voltados para a aproximação entre a prática construtiva e a prática projetual a partir de uma disciplina que teve como elemento articulador o bloco produzido a partir de resíduos sólidos, rejeitos de mineração e a terra. Esse bloco também foi considerado para a elaboração de um projeto arquitetônico para a sede de uma rádio comunitária de uma ocupação urbana autoconstruída. O contexto das ocupações trouxe para a sala de aula a discussão sobre a autoconstrução e os desafios para a melhoria dessa prática, no que diz respeito à redução do desperdício no canteiro, a partir dos pressupostos da coordenação modular. A disciplina foi desenvolvida com a alternância de aulas experimentais e de aulas teóricas. Além dos conhecimentos técnicos relativos à resistência do material, à estanqueidade, ao conforto termo-acústico, também foram apresentados os princípios da coordenação modular. Os alunos produziram blocos de terra comprimida e adobes com resíduos nas aulas práticas e construíram estruturas elementares. Espera-se que os alunos da disciplina tenham sido sensibilizados pela importância de se buscar a articulação entre a construção, o projeto e a realidade social das ocupações urbanas autoconstruídas com enfoque em tecnologias que tenham a terra como premissa construtiva.

1. INTRODUÇÃO

Na história da arquitetura é possível observar que a revolução industrial foi um marco evolutivo nos sistemas construtivos a partir do século XIX. Anteriormente a esse período, as construções eram feitas com materiais locais, manufaturados artesanalmente. Diferentes culturas desenvolveram sua arquitetura baseadas na disponibilidade e abundância dos materiais locais, criando diferentes tipologias construtivas adequadas à geografia e ao clima da região com baixo impacto ambiental (Ghattas, 2016).

No Brasil, as técnicas vernáculas predominantes foram baseadas em construções com terra, como adobes e taipa de pilão, principalmente (Mendes; Verríssimo; Bittar, 2008).

Com o avanço da tecnologia construtiva entre os séculos XVIII e XIX, aliado a revolução industrial, o aumento da utilização de recursos naturais cresceu de forma desordenada e predatória. Os sistemas construtivos adotados atualmente se mostram insustentáveis e incapazes de sanar o déficit habitacional e de infraestrutura (Ghattas, 2016).

A terra é considerada um dos mais antigos materiais construtivos, tendo deixado vestígios em inúmeras regiões e civilizações. Estima-se que um terço da população mundial habita ou trabalha em edificações construídas com terra (Minke, 2015) e grande parte das cidades coloniais brasileiras foi erguida através de seu uso.

O presente trabalho trata de uma experiência realizada na Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), na qual se buscou essa aproximação a partir da articulação entre duas disciplinas inseridas em departamentos diferentes: Departamento de Projetos e o Departamento de Tecnologia.

O elemento articulador dessa experiência foi o bloco produzido a partir de resíduos sólidos e rejeitos de mineração, que, além de ser fabricado e testado ao longo do processo, deveria ser também o material a ser considerado para a elaboração do projeto arquitetônico da sede

de uma rádio comunitária de uma ocupação urbana autoconstruída. A ocupação escolhida foi a Eliana Silva, cuja coordenação pertence ao movimento de luta dos bairros, vilas e favelas um movimento de luta pela moradia (MLB), importante parceiro do projeto de extensão "Artesanias do Comum"¹ e do projeto de extensão "Mídias Comunitárias"², ambos da Escola de Arquitetura da UFMG. Tais projetos desencadearam outro projeto de pesquisa, intitulado "Resíduos sólidos nas ocupações urbanas autoconstruídas: sustentabilidade sociocultural associada às políticas públicas"³.

Antes de discorrer sobre a experiência pedagógica propriamente dita, vale situar o por quê da incorporação da autoconstrução nessa experiência. Primeiramente, por meio dos projetos de extensão e pesquisa acima mencionados, percebeu-se que a necessidade de se ampliar o leque das tecnologias construtivas usadas nos territórios autoconstruídos. Apesar de se reconhecer os saberes locais e cotidianos presentes ali, ainda predomina a adoção do sistema convencional, baseado na estrutura de concreto armado e vedação em alvenaria de bloco furado, e em muitas das edificações não há um apuro construtivo associado ao esquadro, prumo e alinhamento.

Nesse ponto, introduzir a alvenaria estrutural como opção construtiva nesses territórios pode ser um caminho para que seja incorporado os cuidados técnicos necessários à uma boa execução. O segundo motivo se refere à identificação do hábito de se aproveitar materiais descartados na construção civil, como, por exemplo, esquadrias, peças sanitárias, restos de cerâmica ou granito. Em certa medida, tal prática se aproxima da intenção da reciclagem, sendo possível presumir que há ali uma disponibilidade à introdução de tecnologias voltadas para a sustentabilidade ambiental de baixo custo.

Por fim, entende-se que nesses territórios há um importante ganho sociocultural com a adoção de opções tecnológicas que se utilizem da terra como elemento constituinte, por resgatar saberes tradicionais muitas vezes esquecidos pela população que ali mora e que, em muitos casos, vieram de cidades do interior do Brasil, nas quais o uso desse material na construção ainda é uma tradição e um saber passado entre gerações. A realidade das ocupações urbanas autoconstruídas é ainda muito distante da prática profissional dos arquitetos, o que é muito preocupante, se considerarmos a realidade das cidades brasileiras.

Vale ressaltar que a adoção do sistema construtivo convencional (vedação com blocos cerâmicos) não é um fato recorrente apenas nos espaços autoconstruídos. É possível detectar tal "preferência" mesmo nos projetos arquitetônicos feitos por profissionais, e isso inclui os projetos desenvolvidos nas escolas de arquitetura. O ensino do desenho arquitetônico, por exemplo, parte da hipótese de que as paredes de uma edificação possuem uma medida abstrata, dada de antemão e completamente desvinculada do sistema construtivo que vai concretizar o projeto idealizado.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal da disciplina foi o de articular a prática construtiva com a projetual, a partir de propostas tecnológicas associadas à reciclagem de resíduos sólidos e à sustentabilidade socioambiental. O contexto das ocupações urbanas autoconstruídas trouxe para a sala de aula a discussão sobre a autoconstrução e os desafios para a melhoria dessa prática, no que diz respeito à redução do desperdício no canteiro, a partir dos pressupostos da coordenação modular.

¹ vinculado ao grupo de pesquisa INDISCIPLINAR

² vinculado ao grupo PRAXIS

³ financiamento obtido por meio do EDITAL CNPq/ MCTI Nº 01/2016, Ciências Humanas, Sociais e Sociais Aplicadas

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A proposta de disciplina consistiu na articulação de dois tipos de conhecimentos relacionados à saberes necessários para construção do ambiente, sendo organizados em dois módulos ministrados concomitantes: módulo tecnológico (MT) e módulo projetual (MP).

Os módulos foram ministrados por professoras de departamentos distintos, departamento de projetos (PRJ) e departamento de tecnologia do design, da arquitetura e do urbanismo (TAU), ambos ligados ao curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMG. Por razões burocráticas, foi necessário que cada módulo fosse registrado no sistema de matrícula como uma disciplina separada ligado ao respectivo departamento, cujos códigos foram TAU025 e PRJ052. Os alunos tiveram que se matricular em ao mesmo tempo em ambas as disciplinas, que contaram com 15 vagas cada. Cada disciplina dispunha de 30 horas de aula cada e foram desenvolvidas nas salas de aulas da EAUFMG (MP/PRJ052) e no Núcleo de pesquisas em materiais sustentáveis – NPMS (MT/TAU025), laboratório de ensino e pesquisa ligado ao TAU e situado na Fazenda Modelo da UFMG, em Pedro Leopoldo (40 km distante do centro de Belo Horizonte).

A articulação entre os dois módulos deu-se, principalmente, por meio do bloco de terra comprimida (BTC). O MT teve como princípio norteador proporcionar aos alunos atividades práticas partindo do desenvolvimento do BTC e chegando em práticas construtivas de elementos de vedação. Já no MP os alunos elaboraram um projeto arquitetônico para a sede de uma rádio comunitária de uma ocupação urbana autoconstruída, situada na cidade Belo Horizonte.

No MT foi possível desenvolver também atividade práticas ligadas a produção de adobe. Essas atividades não tiveram ligação direta com as atividades do MP, mas foram muito relevantes para colocar em perspectiva e trazer para o ambiente didático a produção da arquitetura vernácula no Brasil. Na tabela 1 pode-se observar a articulação entre os dois módulos (disciplinas) ao longo do semestre.

Tabela 1. Organização das atividades didáticas

Disciplina	Aula	Assunto	Local
MT+MP	1	Apresentação da disciplina e conceitos básicos dos sistemas construtivos	EA
MT+MP	2	Preparação de elementos construtivos: coleta do solo, preparação dos materiais	NPMS
MP	3	Desenvolvimento de propostas arquitetônicas com o uso dos elementos produzidos a partir dos resíduos de minérios	EA
MT	3	Preparação de elementos construtivos: moldagem e cura	NPMS
MP	4	Desenvolvimento de propostas arquitetônicas com o uso dos elementos produzidos	EA
MP	4	Preparação de elementos construtivos: moldagem e cura	NPMS
MP	5	Desenvolvimento de propostas arquitetônicas com o uso dos elementos produzidos	EA
MT	5	Construção dos protótipos	NPMS

MP	06	Desenvolvimento de propostas arquitetônicas com o uso dos elementos produzidos	EA
MT	6	Construção dos protótipos	NPMS
MT+MP	7	Avaliação geral	EA

As duas primeiras aulas foram conjuntas. Nesse momento inicial, os alunos tiveram aulas sobre as técnicas de construção com terra, tipos de solo, produção de elementos construtivos, ensaios de laboratório, modulação e arranjos formais com blocos para alvenarias.

A partir da terceira aula, os módulos foram dados separadamente, em semanas alternadas, cada uma com seu conteúdo específico, e seguiu dessa forma até o último encontro (7ª aula), o qual foi dado em conjunto novamente.

3.1. Módulo tecnológico: TAU025

Durante as atividades do MT, os alunos puderam vivenciar e desenvolver todas as etapas necessárias para uma construção com terra, desde a retirada e o peneiramento do solo até à produção de prismas de alvenaria com encaixes e amarrações. Com os componentes construtivos em terra, os alunos tiveram a oportunidade de produzir adobes e BTCs.

Durante as atividades didáticas foram demonstradas aos alunos, duas abordagens para composição dos materiais usados para produção dos componentes. Na abordagem tradicional, fez-se estabilização do solo para adobe e BTC com areia, conforme proporções mostradas na tabela 2. Já na abordagem inovadora, optou-se por substituir a areia no adobe, por resíduos de construção e demolição (RDC) e no BTC por rejeito de minério de ferro (RMF).

Desta forma foi possível dar materialidade e alternativas à discussão acerca da escassez da areia. Para a estabilização química do BTC utilizou-se o cimento CP IV, para estabilização química, por ser o de maior disponibilidade na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Para produzir os adobes, ainda foi adicionado um teor de 10% (em volume) de capim braquiária seco naturalmente e cortado em pedaços de 10 cm.

Tabela 2. Proporção dos materiais – adobe e BTC

Materiais	Adobe-A	Adobe-B	BTC-A	BTC-B
Solo	75%	75%	45%	45%
Areia média lavada	25%	-	45%	-
RCD	-	25%	-	-
RMF	-	-	-	45%
Cimento CP IV	-	-	10%	10%

Para produzir os adobes ainda foi adicionado um teor de 10% (em volume) de capim braquiária seco naturalmente e cortado em pedaços de 10 cm. A massa foi homogeneizada com os pés pelos alunos. A quantidade de água variou em função da trabalhabilidade da massa. Os BTCs foram produzidos em uma prensa hidráulica, modelo PH4C 40x40 T da Hidral-Mac e todos os materiais secos foram mensurados em balança com resolução 10 g e homogeneizados em uma argamassadeira industrial com capacidade para 60 kg de mistura. O percentual de água utilizado variou em torno de 10% do total da massa seca.

Após a secagem dos elementos construtivos, os alunos iniciaram a produção de encaixes e amarrações de alvenaria (5ª e 6ª aulas). Para tal, os alunos produziram uma argamassa de assentamento com cal hidratada (CH-I), terra e areia com a mesma proporção de terra:areia (3:1) utilizada nos adobes mas com 10% de cal, o que resultou no traço 1:2,25:6,75 (cal:areia:terra) em volume.

3.2. Módulo Projetual: PRJ052

Para dar início ao módulo projetual, foi feita a seguinte apresentação: 1) indissociabilidade entre espaço projetado e ambiente construído; 2) pressupostos da coordenação modular, horizontal e vertical e das amarrações das paredes em T, L e cruz; 3) possibilidades formais para as aberturas e coberturas (arcos, abóbodas, etc.); 4) elementos estruturais para as aberturas (cintas, vergas e contravergas); 5) cuidados com as instalações prediais; 6) desafios de se incorporar na representação do projeto arquitetônico e seu processo construtivo.

O projeto a ser desenvolvido foi de uma rádio e uma biblioteca comunitária, em um terreno com dimensões 8m x 8m, com um desnível suave em relação à rua. Para isso, a turma foi dividida em grupos de 3 alunos.

Apesar da apresentação dos pressupostos da coordenação modular, alguns grupos optaram por iniciar seus projetos sem considerar o uso do BTC, o que os levou ao redesenho tão logo perceberam que as medidas dos espaços projetados não poderiam estar dissociadas do tamanho do bloco. Rapidamente, também se deram conta que o projeto não poderia ser desenvolvido por meio de plantas apenas e que as elevações eram necessárias, afinal as decisões relativas às amarrações em T ou L precisavam ser feitas desde o início do desenho arquitetônico.

Tratava-se de um raciocínio em três dimensões, no qual o processo construtivo deveria ser pensado juntamente com o projetual, e isso era novo para os alunos, acostumados a fragmentar o processo de projeto e dissociá-lo da sua execução. Os grupos, então, decidiram abandonar o croqui no papel e o desenho no *autocad* e migraram para o *sketchup* (figura 1). Um dos grupos optou por construir módulos de isopor com as medidas do bloco e testar manualmente as amarrações pretendidas

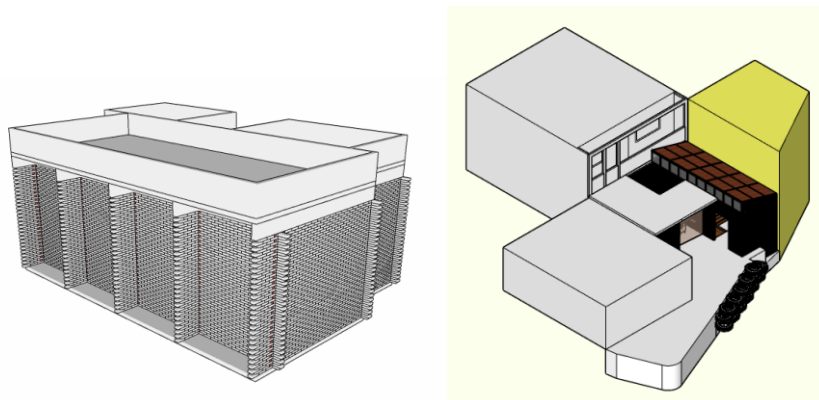


Figura 1. Desenvolvimento dos projetos pelos alunos

A aula seguinte a essa foi de prática construtiva no NPMS, e, com os blocos já produzidos, os alunos puderam construir na escala 1:1 algumas fiadas e novas amarrações entre as alvenarias. Essa atividade trouxe para o módulo projetual um entendimento mais direto sobre o funcionamento do bloco e novas possibilidades de arranjos entre eles (figura 2).



Figura 2. Desenvolvimento dos projetos pelos alunos (acervo das autores)

Outro desafio encontrado pelos alunos deu-se em relação à cobertura da edificação e suas aberturas. A incorporação de soluções formais mais adequadas ao funcionamento do bloco não foi adotada de imediato. A opção por janelas e portas retangulares foi a mais recorrente, e, com relação à cobertura, muitos grupos tendiam pela laje plana impermeabilizada, em uma clara intenção de tentar simplificar essa etapa. Entretanto, os alunos tiveram que se ater com o caminho das águas pluviais e o posicionamento da caixa d'água. Além disso, como o terreno possui dimensões muito pequenas, a ventilação precisou ser pensada juntamente com os telhados, e desníveis e zenitais foram sendo aos poucos incorporadas ao projeto.

Por fim, a representação do projeto também foi objeto de discussão e de experimentações. Como a autoconstrução foi incorporada à disciplina, a linguagem a ser explorada não poderia ser a do desenho técnico, para muitos autoconstrutores (e mesmo para alguns pedreiros da construção civil) trata-se de uma linguagem cifrada de difícil entendimento. O desenho precisava ser tridimensional, e as etapas da construção deveriam ser explicitadas, como em um manual ou guia, em um esquema tipo passo-a-passo.

Essa mudança na representação do projeto era importante não só para o autoconstrutor, mas os próprios alunos, ao desenharem as etapas da construção, tiveram que aprender sobre detalhes construtivos, muitas vezes invisíveis em outros sistemas construtivos. Importante ressaltar que tais detalhes são muitas vezes esquecidos no desenvolvimento dos projetos nas disciplinas curriculares.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo-se do pressuposto que somente se concebe uma boa solução quando se entende como o espaço será construído, é de fundamental importância que os alunos de arquitetura e urbanismo tenham acesso a conteúdos eminentemente práticos associados às disciplinas projetuais. A interação dos alunos com as questões projetuais debatidas em atividades práticas representou um ganho de entendimento e apreensão construtiva significativo no desenvolver das atividades dos módulos tecnológico e projetual.

Logo na segunda aula, quando os alunos precisaram retirar o solo, peneirar e fazer testes expeditos (teste do vidro) foi perceptível o impacto que as atividades surtiram no processo de entendimento do espaço construído. O tempo despendido, o esforço físico, a análise tátil e visual do solo levou aos alunos uma nova compreensão da arquitetura de terra como tecnologia possível e tangível.

Na produção dos adobes, os alunos puderam vivenciar a prática em sua forma mais artesanal, analisar a consistência do solo, avaliar a quantidade de materiais adicionados, a moldagem dos elementos e realizar o acabamento final (figura 3).



Figura 3. Produção dos adobes (acervo das autoras)

Durante a moldagem e a produção dos BTCs, os alunos puderam perceber que a quantidade de água adicionada e a proporção terra:areia alterou a consistência da mistura dos adobes para os blocos compactados, que necessitariam de menos água e de uma mistura mais seca. Ao contrário dos adobes, os BTCs puderam ser transportados ao local de armazenamento (cura em ambiente de laboratório, protegidos de incidência direta do sol) onde ficaram por 15 dias. Na figura 4, podem-se perceber as diferenças de tonalidade e de textura dos BTCs produzidos com RCD e com RMF.



Figura 4. BTCs produzidos com RMF (esquerda) e com RCD (direita) (acervo das autoras)

Após a secagem (parcial) dos BTCs e dos adobes, os alunos já iniciaram a construção de encaixes e de amarrações à semelhança das alvenarias convencionais e puderam trabalhar outros conceitos, como prumo, modulação e estabilidade, tão importantes na construção de vedações. Alguns alunos tiveram dificuldades técnicas à primeira vista, principalmente em relação às amarrações possíveis, contando com blocos e meio blocos. Logo perceberam como seria importante que os BTCs também tivessem um bloco especial (1 bloco e meio) para melhor travamento de encontros em T. Ou seja, não basta produzir elementos em terra crua pensando na sustentabilidade das construções sem que haja um planejamento/paginação anterior à essa etapa que evite o desperdício e o corte desnecessário de blocos. Na figura 5, pode-se perceber o esforço dos alunos na montagem das amarrações.



Figura 5. Produção das amarrações com BTCs e adobes (acervo das autoras)

Com relação aos avanços percebidos ao longo do módulo projetual, a incorporação do BTC no desenvolvimento das propostas provocou um raciocínio projetual mais complexo e amplo, no qual os ditos detalhes construtivos passaram a ser pensados e resolvidos desde o início do processo.

Quem, como e quais são as etapas de uma construção foram sendo percebidas como parte integrante do projeto arquitetônico. O projeto arquitetônico, além de traduzir boas ideias espaciais, precisa ser executivo e, conseqüentemente, atento ao meio ambiente já construído e em transformação. Espera-se que esse entendimento seja levado sempre para as disciplinas de projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aproximação das atividades tecnológicas com as atividades de projeto no curso de Arquitetura e Urbanismo é cada vez mais importante e urgente para que se possa dar mais materialidade a assuntos tratados, em via de regra, de forma abstrata. Normalmente desenvolvidas de forma dissociada incorrem num alto risco de não produzir aprendizado de fato para os alunos.

Percebe-se que ao final do processo, os alunos se tornaram tecnicamente capazes de decidir pela construção em terra tendo em vista as demandas construtivas e projetuais desse tipo de solução. Muitos mitos negativos sobre o uso da terra foram desmontados. Foi possível, também, apresentar a complexidade ligada a esse sistema construtivo, seus desafios tecnológicos, campos possíveis de pesquisa e negócios.

Além disso, a articulação dessas disciplinas à realidade das ocupações urbanas autoconstruídas é fundamental para a interlocução da academia com a população mais pobre do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ghattas, M. H. (2016). Sensibilização e capacitação: dois lados de uma mesma moeda. VI Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. TerraBrasil 2016. Anais... Bauru: Terra Brasil/UNESP, p.

Mendes, C.; Veríssimo, C.; Bittar, W. (2008). Arquitetura no Brasil - de Cabral a Dom João VI. Rio de Janeiro : Imperial Novo Milênio.

Minke, G. (2015). Manual de construção com terra: uma arquitetura sustentável. São Paulo: B4 Editores

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio dado pelo CNPQ e Proex/UFMG (EDITAL CNPq/ MCTI Nº 01/2016, Ciências Humanas, Sociais e Sociais Aplicadas)

AUTORES

Marcela Silvano Brandão Lopes, doutora em "teoria, produção e experiência do espaço" pelo npgau da escola de arquitetura da UFMG . Professora adjunta da mesma instituição. Engenheira civil (UFMG) 1986, arquiteta urbanista (faculdades integradas Izabela Hendrix), 1995. Pesquisadora dos grupos indisciplinar e praxis da EAUFMG. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/7044369167732210>

Rejane Magiag Loura, doutora em ciências s técnicas nucleares, EEUFMG, 2012; mestre em ciências e técnicas nucleares, EEUFMG, 2006; arquiteta e urbanista EAUFMG 2003. Professora adjunta do departamento de tecnologia do design, da arquitetura e urbanismo. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/1205543668318518>

Sofia Araújo Lima Bessa, doutora em engenharia urbana, mestre em arquitetura, urbanismo e tecnologia; arquiteta-urbanista e técnica em edificações; professora do departamento de tecnologia do design, da arquitetura e do urbanismo (TAU) da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (EAUFMG). Coordenadora do Núcleo de Pesquisas em Materiais Sustentáveis - NPMS (Fazenda Modelo/ UFMG). Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/1142385823563089>.