



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO



FRANCISCO JOSÉ FORTES PEREIRA

**O potencial de maquetes físicas processuais para a aprendizagem de projeto
arquitetônico**

OURO PRETO

2023

FRANCISCO JOSÉ FORTES PEREIRA

O potencial de maquetes físicas processuais para a aprendizagem de projeto arquitetônico

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Ferreira de Arruda

Coorientadora: Prof.^a. Dra. Giselle Oliveira Mascarenhas

OURO PRETO

2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

P436p Pereira, Francisco José Fortes.
O potencial de maquetes físicas processuais para a aprendizagem de projeto arquitetônico. [manuscrito] / Francisco José Fortes Pereira. - 2023. 56 f.: il.: color..

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Ferreira de Arruda.
Coorientadora: Profa. Dra. Giselle Oliveira Mascarenhas.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Arquitetura e Urbanismo .

1. Modelos arquitetônicos. 2. Projeto arquitetônico - Ensino. 3. Modelos arquitetônicos - Maquete de relevo. 4. Modelos arquitetônicos - Maquete de volume. I. Arruda, Guilherme Ferreira de. II. Mascarenhas, Giselle Oliveira. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 72:711.4

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

Francisco José Fortes Pereira

O potencial de maquetes físicas processuais para a aprendizagem de projeto arquitetônico

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Arquiteto e Urbanista

Aprovada em 24 de agosto de 2023

Membros da banca

[Doutor] - Guilherme Ferreira de Arruda - Orientador(a) (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Doutora] - Claudia Maria Arcipreste - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Antônio Esteves

Guilherme Ferreira de Arruda, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 24/08/2023



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Ferreira de Arruda, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/10/2023, às 11:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0599406** e o código CRC **271CCBDE**.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho foi possível por um conjunto de fatores dos quais muitas pessoas fizeram parte, tanto agora, recentemente, como lá atrás. Não poderia deixar de agradecer algumas delas:

Aos meus filhos, Danilo e Laura, pois diante dos obstáculos, segui em frente, sempre pensando em ser para vocês um exemplo de superação, e não de alguém que deixa de lutar por seus sonhos quando ainda há tempo. Vocês foram motivação para mim nessa jornada.

À minha esposa, Marília, pelo incentivo - sempre reforçando que todo o esforço valeria à pena - e pela compreensão da minha ausência durante esta graduação.

À minha mãe, Valdete, por sempre querendo o melhor para mim, ter percebido que o caminho da arquitetura era o melhor para eu seguir e ter me incentivado para que isso acontecesse.

Ao meu pai, José Geraldo (in memoriam), por ter me ensinado a buscar, através das viagens, imagens, sons, gostos, cheiros e texturas, para serem guardadas em um "museu particular" que existe dentro de cada um de nós - memória - e tão importantes de serem revistas quando se projeta em arquitetura.

Ao meu orientador, Guilherme Arruda, por ter me direcionado nesse processo final do curso de Arquitetura de maneira não impositiva, me levando a reflexões de forma bastante natural, e sendo sempre muito atencioso e motivador, como só quem realmente sabe ensinar é capaz.

À minha coorientadora Giselle Mascarenhas, pelas valiosas contribuições durante todo o processo desse trabalho de conclusão de curso.

À professora Cláudia Arcipreste, que contribuiu para o enriquecimento deste trabalho.

“Assim, estamos aqui neste curso para brincar. Brincar no sentido mais legítimo da dignidade humana, que é a parte lúdica e erótica da vida; que está muito ligada a toda a descoberta científica, à personalidade de qualquer pessoa que trabalhe sério e tenha a consciência da dignidade da criança, que é independente e criativa enquanto brinca. Ou seja, ela é capaz de estar alegre porque sabe tudo, tudo! O exemplo mais caricato e interessante disso é a figura do malabarista, uma pessoa que consegue fazer aquilo que parece impossível.”

(Paulo Mendes da Rocha)

RESUMO

Neste trabalho, a partir da percepção do pouco uso de maquetes manuais de estudo entre estudantes de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Ouro Preto, procurou-se compreender o papel da modelagem manual tridimensional no ensino de projeto arquitetônico, principalmente diante do aprimoramento e supervalorização dos meios digitais, bem como buscou-se alternativas para que modelagens manuais se tornem mais presentes no cotidiano dos estudantes, principalmente nas disciplinas de projeto arquitetônico. Assim, foram seguidas três etapas principais e consecutivas: na primeira os referenciais teóricos e exemplos de arquitetos que usam ou usaram maquetes manuais deram suporte à segunda, onde foram realizadas experimentações com enfoque nas representações de relevo e de volumes, com materiais e técnicas alternativas às tradicionais maquetes de sobreposição e colagem de papelão, principalmente quanto à maleabilidade. Alguns resultados foram bastante satisfatórios quanto à capacidade de levar os alunos a reflexões sobre diversas possibilidades projetuais, sem que houvessem custos elevados ou grande demanda de tempo. Na terceira são apresentadas, passo a passo, instruções que auxiliam na construção dos modelos testados.

Palavras-chave: Maquetes físicas de estudo; Ensino de projeto arquitetônico; Maquete de relevo; Maquete de volume; Maquete processual; Modelagem arquitetônica

ABSTRACT

In this work, from the perception of the little use of manual study models among students of Architecture and Urbanism at the Federal University of Ouro Preto, we sought to understand the role of three-dimensional manual modeling in the teaching of projected design, mainly in view of the improvement and overvaluation of digital media, as well as seeking alternatives so that manual modeling becomes more present in the daily lives of students, especially in project design disciplines. Thus, three main and consecutive stages were followed: in the first, theoretical references and examples of architects who use or used manual models supported the second, where experiments were carried out with a focus on representations of relief and volumes, with materials and techniques alternative to those traditional alternatives models of superimposition and cardboard collage, mainly in terms of malleability. Some results were quite advanced in terms of their ability to lead students to reflect on different design possibilities, without high costs or great demand for time. In the third stage, instructions are approved, step by step, to help build the tested models.

KEYWORDS: Study physical models; Teaching of architectural design; Relief model; Volume Mockup; model process; architectural modeling.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	MAQUETES NO PROCESSO PROJETUAL	11
2.1	Maquetes físicas: tipos, meios, equipamentos e materiais	11
2.2	Maquetes físicas x maquetes digitais	15
2.3	Maquetes para os Arquitetos	18
2.4	Maquetes manuais processuais no ensino	22
3	EXPERIMENTAÇÕES	26
3.1	Relevo	27
3.1.1	Modelagem de relevo com papel paraná sem colagem	29
3.1.2	Modelagem de relevo com a “ferramenta carimbo”	30
3.1.3	Modelagem de relevo a partir da “maquete de preenchimento”	32
3.1.4	Modelagem de relevo com massinha de modelar	35
3.1.5	Considerações sobre os estudos relativos ao relevo	37
3.1.5.1	Comparativo custos e tempo para construção	37
3.1.5.2	Comparativo possibilidades de transformação	39
3.1.5.3	Potencial para o aprendizado	40
3.2	Volumes	43
3.2.1	Modelagem de relevo com massinha de modelar	44
3.2.2	Potencial para o aprendizado	45
4	CONSIDERAÇÕES	49
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE 1 – Passo a passo Modelagem de relevo com a “ferramenta carimbo”	54
	APÊNDICE 2 – Passo a passo Modelagem de relevo a partir da “maquete de preenchimento”	55
	APÊNDICE 3 – Passo a passo Modelagem de relevo com massinha de modelar	56

1 INTRODUÇÃO

Ao me aproximar da conclusão do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto), fazendo uma retrospectiva do ensino e da aprendizagem de projeto arquitetônico, me chamou atenção quão pouco a maquete física foi utilizada de forma processual, ou seja, como uma ferramenta para a geração de possibilidades projetuais e não como uma forma final para apresentação. Isso me levou à busca de respostas e de alternativas para que as modelagens tridimensionais manuais sejam mais presentes no ensino de Arquitetura, especialmente nas disciplinas de Projeto arquitetônico.

As maquetes manuais para estudos de soluções projetuais devem apresentar algumas características que as diferem das maquetes de apresentação, principalmente relacionadas à facilidade de alterações e ao tempo necessário para essas transformações. No entanto, as mesmas técnicas e materiais das maquetes feitas para se alcançar um volume final pré-determinado, em que não há necessidade de constantes modificações em uma mesma etapa, são normalmente usadas nos estudos de soluções projetuais. Isso pode contribuir muito para que haja, nos cursos de arquitetura, certa rejeição das modelagens manuais, que são tão importantes no processo projetual.

O desenvolvimento de alternativas que sejam mais adequadas ao tipo de maquete voltada para os estudos projetuais, podemos supor, tornará mais atrativa as modelagens manuais, bem como contribuirá para que o aluno tenha maior facilidade de aprendizado, de forma mais lúdica e prática. Assim, este trabalho de conclusão de curso almeja, como objetivo geral, contribuir para o aprimoramento do ensino e da aprendizagem de projeto arquitetônico a partir do uso de maquetes físicas processuais, junto às representações digitais. Já como objetivos específicos, buscaremos:

- Analisar a importância do uso de maquetes físicas de estudo em meio à disponibilidade e supervalorização dos meios digitais para representação arquitetônica.
- Buscar alternativas que possibilitem maleabilidade nas maquetes de relevo e de volumes, para que haja maior interface do terreno com as volumetrias.
- Propor metodologias para a confecção de maquetes de estudo e para modificações das mesmas a fim de possibilitar o desenvolvimento do processo criativo.

Este trabalho está organizado em três partes principais. No capítulo dois, através de referências buscadas em sites, livros, artigos, monografias, e documentários abordamos alguns tipos de maquetes mais conhecidas atualmente; apontamos características de meios físicos e digitais que estão mais relacionadas a determinadas etapas do exercício projetual; buscamos em reconhecidos arquitetos exemplos da importância do uso de maquetes de estudo e ainda a relevância deste tipo de modelagem manual para o aprendizado de projeto arquitetônico.

O capítulo três é dedicado às experimentações, sendo quatro modelagens de relevo e uma de volume, apontando em cada uma delas os seguintes fatores: materiais e custos; tempo gasto para a construção; facilidade de construção do modelo manual e facilidade de alteração. Há ainda um comparativo entre essas maquetes de estudo. O desenvolvimento dessa pesquisa foi feito em conexão com a disciplina Projeto Arquitetônico 3, ministrada pelos professores Cláudia Maria Arcipreste e Guilherme Ferreira de Arruda.

Por fim, nos apêndices, há um passo a passo de como fazer as modelagens manuais por nós desenvolvidas: a ferramenta carimbo; a maquete de preenchimento e a modelagem com massinha de modelar.

Para que não haja equívocos em relação a alguns termos aqui adotados, que podem comprometer o entendimento do texto, seguem alguns esclarecimentos:

Ao usar o termo “**modelagem**” estamos nos referindo à criação de formas tridimensionais para investigações de possibilidades em projetos de arquitetura, ou seja, para a produção de formas provisórias, que podem ser manuais ou digitais. Quando houver apenas a palavra modelagem, sem o adjetivo manual ou digital - ou ainda sem um termo relacionado, como Software de modelagem - estaremos fazendo alusão à modelagem manual.

Em relação à palavra “**modelo**”, por se tratar de um termo com amplos significados, usaremos as expressões modelo manual (ou físico) ou modelo digital para indicar modelos tridimensionais arquitetônicos.

Já com os termos “**maquete processual**” e “**maquete de estudo**”, queremos indicar a representação arquitetônica de um objeto em três dimensões, mas sem uma forma final preestabelecida e inalterável, ou seja, deve servir para testar soluções projetuais, podendo ser modificada quantas vezes se desejar.

Com o termo **falsos platôs** queremos dizer: planos horizontais criados a partir das curvas de nível. Isso não significa que não possam existir terrenos dessa forma, que tenham passado por processos de terraplenagem. No entanto, estamos considerando aqui, para fins didáticos, o **terreno real** como aquele que não apresenta esses platôs, ou seja, o terreno natural.

2 MAQUETES NO PROCESSO PROJETUAL

A busca pela compreensão da importância do uso de maquetes físicas de estudo na aprendizagem de projeto arquitetônico levou-nos à procura de respostas em quatro tópicos: no primeiro pesquisamos brevemente características de alguns tipos de maquetes físicas mais conhecidas atualmente; no segundo buscamos entender as potencialidades das modelagens manuais em relação aos meios digitais; no terceiro recorremos a arquitetos renomados que usam maquetes para entender como modelagens manuais agregam valor arquitetônico a seus projetos; no quarto analisamos as maquetes manuais processuais no ensino.

2.1 Maquetes físicas: tipos, meios, equipamentos e materiais

Apesar do foco desta pesquisa nas modelagens de relevos e de volumes, existem vários outros tipos, que inclusive podem ser usados para experimentações (disposições espaciais) em maquetes de relevo. O especialista em representações manuais tridimensionais, Criss Mills, autor de *“Projetando com Maquetes”* (2007), aponta nesta obra diversas maneiras de se fazer uso da maquetaria. De maneira sucinta, listamos: de relevo; preliminares, para o entendimento inicial das espacialidades, sem grande preocupação com escalas; de diagramas, quando se quer entender a organização espacial e seus possíveis fluxos; de conceito, para criar uma ideia a ser seguida no projeto; de volumes, sem aberturas; de cheios e vazios, para entendimento das espacialidades entre áreas construídas e não construídas; de desenvolvimento, para a busca de elementos secundários, como esquadrias e acabamentos; de apresentação, para demonstração do resultado final; de paisagem, com pessoas, vegetação e mobiliário em dado terreno; de interiores, para estudo da disposição de móveis, painéis, etc.; de seção, que mostra elementos como em um corte; de fachadas; estruturais e de detalhes.

Várias dessas possibilidades podem ser feitas isoladamente, mas em muitos casos são complementares. Na maquete da imagem abaixo pode-se perceber mais fortemente o relevo, os cheios e vazios, parte da estrutura da cobertura e ainda pode ser usada para o estudo de elementos secundários, como de insolação. (ver Fig. 1)

Figura 1 - Maquete física



Fonte: Lanfer Arquitetura (2023)¹

As maquetes físicas podem ser feitas através de diferentes meios. Em casos onde não haja o auxílio de máquinas de cortes e dobraduras comandadas por computadores, pode ser feito o uso de ferramentas que auxiliam no processo, desde uma simples tesoura ou estilete (ver Fig. 2) até serras circulares. Dependendo do objetivo e da etapa do estudo podem ser usados materiais fáceis de serem manipulados, como uma simples folha de papel, dobrada ou cortada de acordo com o objetivo.

Figura 2 - Corte com estilete para montagem de maquete



Fonte: Vivadecora (2023)²

Já com o auxílio de máquinas de corte CNC (sigla para controle numérico computadorizado) (ver Fig. 3) são realizados cortes em pranchas de papelão, de MDF, de acrílico, de polímeros variados, de acordo com o desenho feito em programas como CAD e

¹ Disponível em: <https://lanfer.arq.br/2012/02/fazendo-maquetes-de-arquitetura.html/> Acesso em: 02 fev. 2023

² Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/como-fazer-uma-maquete/> Acesso em: 14 fev. 2023

CAM. Com as peças cortadas o restante do trabalho passa a ser manual, do posicionamento à colagem ou apenas encaixe.

Figura 3 - Máquina CNC



Fonte: Maxdesign (2023)³

Pode-se também utilizar Impressoras 3D. Um arquivo digital tridimensional é enviado ao software da impressora. De acordo com coordenadas x, y e z o equipamento vai se movimentando liberando um material aquecido que se solidifica em contato com o ar. O objeto é feito com a sobreposição de camadas. (ver Fig. 4)

Figura 4 - Maquete feita com impressora 3d



Fonte: Eduardo Rodrigues Arquitetura (2023)⁴

³ Disponível em: <http://maxdesign.com.br/letras-em-mdf/conheca-tres-dicas-para-cuidar-de-seu-router-cnc/>
Acesso em: 14 fev. 2023

⁴ Disponível em: <https://www.eduardorodrigues.arq.br/projetos/maquetes-3d/> Acesso em: 02 Ago. 2023

Existem também as peças industrializadas de sobrepor ou encaixáveis. Normalmente usadas como brinquedos, elas podem ser de dois tipos, os que propõem uma forma final indefinida e os que já especificam a forma final.

Quando a forma final é indefinida, os blocos (ver Fig. 5), normalmente quadrados ou retangulares, podem ser empilhados ou encaixados sem necessidade de respeitar um ordenamento na montagem.

Figura 5 - Bloco de madeira



Fonte: freepik (2023)⁵

Quando a forma final é definida (ver Fig. 6) deve haver uma ordem de montagem pré-estabelecida para que os blocos venham a representar, em escala reduzida, alguma forma já definida, podendo ser alguma arquitetura mundialmente conhecida. Este tipo de maquete não é tão interessante quando se tem foco no processo.

Figura 6 - Bloco de montar tipo quebra cabeça



Fonte: EixoBSB (2023)⁶

⁵ Disponível em: https://br.freepik.com/fotos-premium/a-escada-de-blocos-de-madeira-como-um-conceito-de-planejamento-risco-e-estrategia-nos-negocios_12853391.htm Acesso em: 16 fev. 2023

⁶ Disponível em: <http://eixobsb.com/decor/mostra-reune-maquetes-de-11-residencias-de-zanine/> Acesso em: 16 fev. 2023

Maquetes para estudos são eficazes à medida que possibilitam experimentações, e mais ainda quando se pode modelar de acordo com o formato que se quer. Portanto, dos meios apresentados acima, o mais indicado para a observação de ideias para o desenvolvimento de projetos é aquele em que cada parte do volume pode ser alterada com facilidade. Não é obrigatória a adoção de um único tipo de material para o estudo de um dado projeto. Um volume rígido feito em impressora 3D representando uma casa tipo container pode ser deslocado diversas vezes em uma maquete topográfica de papelão, a fim de se verificar a melhor posição para implantação. Diversos meios podem ser escolhidos para diversas situações.

A construção de maquetes físicas manuais pode ser realizada com diversos equipamentos. Listamos aqui alguns muito utilizados: lápis ou lapiseira; tesoura; estilete; régua de aço; cola branca; adesivo em spray; cola para polímero; esquadro; pinça; alicate; lixa; arco de serra; furadeira; serra elétrica. Outros vários equipamentos podem ser utilizados, de acordo com o que se deseja projetar, ainda que a função principal não seja o uso em maquetes ou trabalhos manuais. Um exemplo seria o uso do secador de cabelos para secar mais rapidamente algum componente. Portanto, não podemos afirmar que um ou outro equipamento não será usado.

Em relação aos materiais alguns dos mais usados são: Papel paraná, isopor⁷; laminados de madeira; cartolinas lisas e rugosas; papeis de vários tipos; cola branca; adesivo em spray; cola para polímero, alfinete. Assim como acontece com os equipamentos, diferentes materiais podem ser usados de acordo com o que se quer representar, ainda que não tenha como finalidade representações volumétricas. Um exemplo é a utilização de esponjas de cozinha para a representação de copas de rvores. A representação de terrenos é feita principalmente com placas de papel paraná ou isopor, sobrepostas e coladas.

2.2 Maquetes físicas x maquetes digitais

As representações das propostas dos arquitetos são feitas através de meios físicos ou digitais e isso acontece não apenas porque a ideia daquilo que se deseja projetar deve ser entendida por outras pessoas, como construtores, mas também porque pranchetas, materiais de maquete ou softwares servem como auxiliares na organização dos pensamentos, que não surgem na mente de forma definitiva, sem que haja necessidade de rearranjos. Assim, deve haver uma constante interação entre o que se pensa e o que vai sendo representado e vice versa.

⁷ O nome do produto  Poliestireno Expandido, mas usaremos o nome da marca Isopor, por ser facilmente identificada ao produto.

Segundo a arquiteta e docente Renata Marangoni (2011, p. 13), “[a] imagem mental é instável e sem detalhes, e registrá-la pode colaborar com a materialidade do que foi imaginado”.

O desenho feito à mão é uma das mais antigas formas de registro desenvolvidas pelo homem, transferindo para um meio físico – paredes das cavernas - aquilo que era apreendido por sua visão. A necessidade de suportes mais eficazes levou ao surgimento de blocos de pedras, de madeiras, de argilas, até o desenvolvimento do papiro e do papel e, bem recentemente, dos meios digitais.

O desenvolvimento de programas computacionais de arquitetura tornou-se uma alternativa ao processo manual, principalmente em relação ao fator tempo. Programas para desenhos tridimensionais permitem visualizações de vários ângulos de um projeto apenas com um toque no mouse, bem como alterações de cores e acréscimo de elementos em poucos minutos ou segundos. De acordo com o arquiteto e docente Gilfranco Medeiros Alves:

No processo de desenho à mão, em caso de alteração o desenho precisa ser refeito a cada atualização, o que demanda tempo; enquanto que no modelo digital (maquete eletrônica) as alterações podem ser feitas em quantidade e em tempo muito mais curtos e próximos ao do pensamento projetivo, sempre com aproveitamento dos desenhos anteriores. (ALVES, 2009, p.14).

Deve-se ressaltar, no entanto, que para determinadas etapas dos projetos o desenho à mão livre pode ser mais rápido e fácil de ser alterado, principalmente em fase inicial, quando ainda não se tem bem definida uma ideia e os traços podem inclusive sobrepor uns aos outros. Essa possibilidade de fácil alteração é também – ou deveria ser – uma característica das maquetes de estudo, permitindo, de forma rápida, a percepção visual e tátil das soluções para o projeto. No entanto, as maquetes manuais são geralmente associadas a representações capazes apenas de gerar visualizações realistas, por isso, passíveis de serem substituídas por softwares.

No século passado, era comum a utilização de maquetes físicas que buscavam o maior grau de realismo com o intuito de ser uma importante ferramenta de compreensão e representação da arquitetura proposta do projeto. Porém, com o passar do tempo e a evolução da tecnologia, novas possibilidades surgiram, e entre elas podemos citar os softwares voltados para a modelagem eletrônica e visualização 3D de projetos, que vieram com o intuito de facilitar esse processo e assumir aos poucos essa função. (LETICOVSKI, 2022, p.13).

Tal percepção, da possibilidade de substituição de meios analógicos por meios digitais na prática de projeto arquitetônico, considera mais aspectos técnicos e menos fatores ligados à criatividade.

Enquanto desenhos feitos manualmente permitem a liberdade do traço, os softwares apresentam ferramentas que podem direcionar o pensamento do projetista. Desenhando à mão livre cada novo traço pode facilmente ter qualquer formato. Já nos programas de computador

tende-se a usar as ferramentas mais “tradicionais”, como retas, círculos, polígonos..., principalmente quando há pouco domínio do programa.

Para Madalena Grimaldi de Carvalho e Glaucia Augusto Fonseca, Docentes da UFRJ, apesar de tantas possibilidades ligadas ao uso de computadores, deve haver certos cuidados ao adotar os softwares para projetar.

O uso do computador facilita e dá maior velocidade e precisão, permitindo visualizações mais próximas da realidade, colocando à disposição do arquiteto múltiplas visadas, o que permite uma melhor análise dos aspectos negativos e positivos da criação. Contudo, desenhos assistidos por computador devem ser utilizados, pelos estudantes, com reservas, pois a falta de domínio adequado de um software pode limitar sua capacidade criativa (...). (CARVALHO e FONSECA, 2007, p.525)

A ausência da prática manual nas universidades, no entanto, pode também levar ao inverso: quando há pouca habilidade em desenhos e maquetes, os softwares podem ser ferramentas valiosas.

É importante que ferramentas manuais não sejam excluídas dos processos de projeto, assim como as digitais, tendo em vista o potencial das mesmas. O importante é conhecer a potencialidade de cada uma para cada etapa do processo projetual. O arquiteto, doutor em Engenharia de Produção, Paulo Afonso Rheingantz, aponta a importância da linguagem analógica, mas não descarta os meios digitais:

A comunicação ou linguagem analógica, mais ambígua e imprecisa, está associada às relações, às artes e às subjetividades. [...] A comunicação ou linguagem digital, mais precisa e abstrata, está associada ao conhecimento científico e tecnológico. [...] A possibilidade de abandonarmos ou atrofiarmos em demasia a linguagem analógica é preocupante, uma vez que implica abrir mão de nossa subjetividade e, por decorrência, de nossa humanidade. [...] Acredito que a chave do dilema entre processo digital ou analógico na arquitetura e no ensino de projeto esteja no equilíbrio entre as duas linguagens, que não são contraditórias. Elas são complementares. Precisamos das duas. (RHEINGANTZ, 2016, p. 99)

O arquiteto Finlandês Juhani Pallasma, professor na Universidade Aalto e autor do clássico livro “Os Olhos da Pele: a Arquitetura e os sentidos” (2011), aponta a importância do contato tátil com o objeto.

[...] A criação de imagens por computador tende a reduzir nossa magnífica capacidade de imaginação multissensorial, simultânea e sincrônica, ao transformar o processo de projeto em uma manipulação visual passiva, em um passeio na retina. O computador cria uma distância entre o criador e o objeto, enquanto o desenho à mão e a elaboração de maquetes convencionais põem o projetista em contato tátil com o objeto ou o espaço. ” (PALLASMA, 2011, p. 12)

É a partir dos modelos manuais que se tem a real noção da materialidade do objeto, já que nos processos digitais o mesmo é simulado a partir de linhas que, conectadas, formam o todo. Isso faz com que o estudante tenha como referência apenas contornos e não a matéria,

como se não houvesse um peso a ser considerado; como se não existissem os efeitos da gravidade.

As maquetes físicas manuais podem ser, então, uma importante ferramenta pedagógica capaz de manter a conexão entre o aluno e o mundo real, quando ao abrir a porta de casa ele sente a maçaneta em suas mãos, sente o sol ou a chuva tocar seu corpo, percebe a aspereza de uma parede... Cada elemento do projeto é uma extensão da vivência do projetista, inclusive de seu próprio corpo em relação com o mundo. Deixar de usar os sentidos corporais na atividade projetual seria limitador.

É preciso, portanto, que processos manuais não sejam excluídos das atividades projetuais, da mesma forma que não se pode ignorar os meios digitais. O importante é que se conheça as potencialidades de cada um para que se possa escolher o melhor para cada etapa do projeto.

(...) o que vai determinar o meio utilizado é o que será projetado e suas finalidades. Em alguns casos, os projetos apresentam formas criadas no próprio computador com tal liberdade que tornam o modelo físico muito difícil de ser executado. Cabe ao arquiteto, portanto, saber em qual momento utilizar o modelo físico e em qual aplicar ferramentas computacionais (SIGRIST, 2010, p. 9).

A exclusão de ferramentas manuais no aprendizado de Arquitetura tende a comprometer o processo criativo, assim como a não utilização de meios digitais tende a comprometer o tempo de entrega de determinado projeto, bem como os aspectos visuais de apresentação e ainda a criar uma falta de conexão com o mercado (mundo real).

Portanto, a partir das análises feitas aqui sobre maquetes físicas ou digitais, podemos afirmar a importância das modelagens manuais nos cursos de arquitetura, principalmente nos períodos iniciais, mas sem abandono dos programas computacionais.

2.3 Maquetes para os Arquitetos

Ao longo da História da arquitetura diversos arquitetos fizeram uso de modelos manuais, mas é a partir do Renascimento que surge a ideia da maquete para a concepção da arquitetura, e não apenas como representação. Alberti, em sua obra "De re aedificatoria" [entre 1443 e 1452], propunha que os arquitetos deveriam usar maquetes na concepção da obra, mas que fossem facilmente manipuláveis, passíveis de alterações.

Ele era a favor de modelos sem elementos decorativos, visto que eles eram capazes de mostrar claramente a simplicidade das partes da obra. Alberti ressaltava o uso do modelo como ferramenta de projeto, deveria sofrer acréscimos, diminuições, alterações, e não simplesmente um produto final para a apresentação da obra. (BASSO, 2005, p.67)

Por alguns séculos, no entanto, não foi recorrente o uso desse tipo de maquete.

No Barroco, com a ascensão da burguesia e os novos processo de colonização, a complexidade comercial exigia mais precisão nos modelos de representação. A maquete teve um crescimento progressivo, tornando-se um instrumento privilegiado para a representação das idéias. Com as demandas industriais do período Neoclássico, a maquete adquiriu um caráter de inovação, atingindo somente as classes mais abastadas das sociedades. Nesse período, a maquete cai em desuso (MARANGONI, 2011; APUD ROZESTRATEN, 2007)

Em fins do século XIX o uso da maquete de estudos ganhou notoriedade a partir da construção da Igreja Sagrada Família, em Barcelona, pelo arquiteto Antônio Gaudí.

No caso dos modelos para testes, denominados modelos de ensaio, vale lembrar que eram produzidos somente depois de terem sido criados na mente. Gaudí utilizou com frequência esses modelos geométricos moldados pela gravidade com gesso, arames e cordas para testar e definir melhor a forma de seus projetos, o que proporcionou uma nova arquitetura, sendo notório o reconhecimento dos estudos produzidos para a Sagrada Família. (Marangoni, 2011, p.23)

Atualmente, com o surgimento e aprimoramento de softwares, modelagens tridimensionais são usadas não apenas como representação, mas como ferramenta de criação, sem as quais dificilmente seria possível a execução de projetos com formas muito complexas. No entanto, mesmo diante das possibilidades dos meios digitais, muitos arquitetos, alguns considerados mestres do processo criativo, recorrem às maquetes físicas.

O arquiteto Frank Gehry usa processos analógicos e digitais. Em “Esboços de Frank Gehry” (POLLACK, 2005), documentário que retrata o processo de criação adotado pelo mundialmente reconhecido arquiteto, é fácil perceber a importância do uso de maquetes físicas e processos digitais em um mesmo projeto. Autor de obras icônicas possíveis com o auxílio da computação, como o Museu Guggenheim em Bilbao, na Espanha e a Casa Dançante em Praga, na República Checa, Gehry recorre a modelos manuais para tomar decisões antes do uso dos softwares. (ver Fig. 7)

Figura 7 - Frank Gehry fazendo testes com maquete manual



Fonte: Archdaily (2023)⁸

⁸ Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/903351/os-melhores-materiais-para-fazer-suas-maquetes-de-estudo/5bc110b5f197cc171200004d-os-melhores-materiais-para-fazer-suas-maquetes-de-estudo-imagem> Acesso em: 12 jul. 2023

O renomado arquiteto Rem Koolhaas também utiliza maquetes manuais nos processos projetuais. A arquiteta Albena Yaneva acompanhou o desenvolvimento de projetos de seu escritório (ver Fig.8) e registrou o processo criativo, descrito aqui pela arquiteta Camilla Ghisleni:

Albena Yaneva, arquiteta nascida na Bulgária, passou dois anos acompanhando o processo de projeto do OMA de Rem Koolhaas, sintetizando tudo o que viu no livro *Made by the Office for Metropolitan Architecture: An Ethnography of Design* (2009). Nessa obra ela afirma que o processo de projeto do OMA parte de uma experimentação coletiva em volta de uma mesa repleta de maquetes, no qual o próprio Koolhaas raramente desenha por si só. O projeto no OMA acontece em diferentes mesas, que contém várias maquetes em diversas escalas - da edificação inteira ou de partes dela. Essas mesas são então, uma importante ferramenta cognitiva, conexões organizacionais no processo de projeto. (...) Um dos estagiários entrevistados por ela na época afirmou que são feitas em média 30-50 maquetes de estudo por projeto e é, por meio delas, que Koolhaas consegue acompanhar as modificações dos desenhos sendo capaz de entender e captar as informações em segundos. (GHISLENI, 2022, p.5)

Figura 8 - Estudo do OMA para um edifício multiuso na Holanda



Fonte: Revista Projeto (2023)⁹

O arquiteto brasileiro Paulo Mendes da Rocha adotava maquetes também como forma de encontrar boas soluções projetuais (ver Fig. 9). Sobre o uso dos modelos manuais ele escreveu:

[...] Não tem nada a ver com as maquetes profissionais, do maquetista que tem a função de mostrar a ideia já pronta. Esse é um objeto que pode ser encomendado para ser exibido, e tem seu valor. A maquete aqui é um instrumento que faz parte do processo de trabalho; são pequenos modelos simples. Não é para ninguém ver. (ROCHA, 2007, p. 22)

⁹ Disponível em: <https://revistaprojeto.com.br/noticias/oma-inaugura-o-maior-edificio-da-holanda-com-160-mil-m/> Acesso em: 05 ago. 2023

Figura 9 - Paulo Mendes da Rocha na oficina de maquetes, em 2006



Fonte: Comover-arq.blogspot¹⁰

Outro arquiteto brasileiro que é exemplo no uso de maquetes de forma processual é Marcos de Azevedo Acayaba. Segundo as arquitetas Jessica Salmaso e Simone Helena Tanoue Vizioli (2013):

Acayaba afirma que no desenvolvimento do Pavilhão Pindorama, projeto premiado com o Cubo de Bronze na Bienal Internacional de Arquitectura de Buenos Aires (1985), a maquete foi muito importante, pois lhe revelou a forma e de que maneira a circulação se daria entre os espaços, que conformaria o pátio. Segundo ele, o modelo físico foi elaborado de maneira muito simples e rápida, com volumes separados, de papelão pintado com tinta guache. (SALMASO, 2013, p.8)

Os exemplos de renomados arquitetos que fazem uso de maquetes de estudo são importantes principalmente por mostrar que a criação de bons projetos arquitetônicos, muitas vezes icônicos, não estão restritos ao uso de softwares em todas as etapas projetuais.

Observando edifícios como o Museu Guggenheim, em Bilbao, com seus volumes “retorcidos” (ver Fig. 10), associamos imediatamente as formas à tecnologia dos softwares, e de fato o computador auxilia muito na representação de formas complexas, no entanto, as modelagens manuais tem a capacidade de colocar o arquiteto frente a uma simulação da realidade que não se restringe ao campo visual; é possível tocá-la, se deslocar observando-a de diferentes ângulos, aproximando-se ou afastando-se dela, tendo uma melhor noção do peso de cada um de seus elementos. A criatividade nesse caso está associada a vários sentidos corporais, tão essenciais em arquitetura.

¹⁰ Disponível em: <http://comover-arq.blogspot.com/2013/11/artigas-em-curitiba-2-casas.html> Acesso em: 07 ago. 2023

Figura 10 - Maquete do Museu Guggenheim



Fonte: UFBA¹¹

É preciso que os alunos, especialmente nos períodos iniciais, percebam a arquitetura não apenas como imagens; é preciso sentir a arquitetura em todas as suas dimensões.

2.4 Maquetes manuais processuais no ensino

No artigo “O lugar da maquete física em tempos de BIM”, a autora, Camilla Ghisleni (2020), narra a história de um estagiário de arquitetura que, cursando disciplinas intermediárias, é contratado por um determinado escritório por suas habilidades em softwares de modelagem mas que, ao ser solicitado a fazer manualmente a representação do corte de uma parede, apontando camadas de reboco, pintura, etc., mostrou-se incapaz.

O abandono dos processos manuais parece bastante recorrente nas universidades, onde o uso de softwares ganha protagonismo no desenvolvimento de todas as etapas do projeto e, quando a maquete é usada, muitas vezes é apenas para representar o produto final, como em uma apresentação para um cliente. Segundo Renata Marangoni essa situação é bastante recorrente no Brasil:

No Brasil, a maquete não tem sido um instrumento valorizado na produção de conhecimento e materialização de uma idéia durante a formação profissional. O que mais se observa é a maquete para demonstração do produto ao cliente. Em boa parte dos cursos de Arquitetura e Urbanismo no país, a maquete é utilizada apenas para a apresentação final do projeto e, por vezes, nem é executada pelo próprio aluno. Não é difícil observar um estudante focado apenas na solução do projeto em planta, no desenho 2D, sem conseguir avançar na proposta, cujos problemas poderiam ser mais facilmente detectados se utilizasse da maquete física desde a etapa inicial de projeto. (MARANGONI, 2011, p.3)

¹¹ Disponível em: <https://cronologiadourbanismo.ufba.br/apresentacao.php?idVerbete=1335#prettyPhoto> Acesso em: 07 ago. 2023

É justamente nas etapas iniciais de projeto, especialmente nos períodos iniciais dos cursos de arquitetura, que o uso de ferramentas manuais, incluindo as maquetes, é indispensável como forma de instigar o aluno a desenvolver um pensamento crítico independente dos parâmetros da máquina. O desenvolvimento desse tipo de pensar, de forma crítica, é um dos pilares dos cursos de arquitetura. De forma geral, as disciplinas de projeto são baseadas no método de aprendizado a partir da reflexão daquilo que se vai construindo, que se vai modificando. Segundo Emerson José Vidigal:

O espaço do ensino em ateliê varia de curso para curso, nacional e internacionalmente, mas pode-se afirmar que se há algo comum nesse campo é a ideia de que se aprende refletindo sobre a própria ação de fazer projetos, seja individual ou coletivamente. (VIDIGAL, 2010, p.30)

A ausência de maquetes físicas processuais nas atividades de projeto arquitetônico vai na contramão do modelo reflexivo adotado pelas universidades. Alguns aspectos, no entanto, podem colaborar para tal situação.

É comum que os alunos aprendam a fazer maquetes durante as próprias aulas de projeto, no entanto, muitas vezes os planos de ensino dessas disciplinas reservam pouco tempo para tais modelagens, o que pode levar ao pouco uso a fim de não comprometer o ensino de todo o conteúdo. Diante dessa situação é comum as modelagens manuais tornarem-se uma escolha do aluno e não uma obrigação. Uma alternativa seria ter uma disciplina exclusiva de maquete.

Assim como se dedica tempo ao aprimoramento das habilidades de desenho, domínio da geometria, modelos em ambientes virtuais e perspectivas, em disciplinas específicas a estes temas, porque não ter a construção de modelos reduzidos como disciplina? Afinal, também é uma habilidade fundamental ao exercício da profissão de arquiteto e urbanista. (FERREIRA e SILVA, 2007, p.10)

No curso de Arquitetura da Universidade Estadual de Goiás (UEG) a disciplina de maquete, que era optativa, quando passou a ser obrigatória, possibilitou os seguintes ganhos, segundo os docentes Ferreira e Silva:

- sistemas estruturais – ensaios sobre a compreensão da distribuição de esforços em modelos estruturais. Atualmente nesta disciplina, o estudante é levado a compreender a ação dos esforços estruturais, a partir do próprio comportamento do material empregado na construção dos modelos (...);
- planejamento urbano – maquetes de diagnóstico e/ou propostas de áreas urbanas;
- projeto de arquitetura – propostas mais consistentes e fundamentadas por um processo mais investigativo de sucessivas experimentações para a obtenção de um resultado estético satisfatório. (FERREIRA e SILVA, 2007, p.12)

A ausência do ensino obrigatório de maquetes pode levar apenas alguns alunos a buscar nas modelagens manuais soluções para seus projetos. Aqueles que não estão familiarizados ou não se sentem seguros na utilização dos processos manuais tridimensionais tendem a não frequentar os ateliês ou laboratórios, que são usados apenas por aqueles alunos que

supostamente teriam uma habilidade nata. De acordo com Vidigal (2010, p.32), “geralmente, espera-se que os alunos de ‘talento nato’ ou capacidade de intuição dirijam-se no sentido de aprendizado de modo autônomo.”.

No entanto, a criação de uma disciplina “isolada” de maquetes pode fugir do propósito principal que se espera das modelagens nos cursos de arquitetura, que é a reflexão do aluno diante dos problemas apresentados ou que vão surgindo durante o projetar, ou seja, as maquetes manuais de estudo devem poder ser facilmente transformadas, em curto tempo, não havendo necessidade de conhecimentos aprofundados. Isso as distingue dos modelos de apresentação. Assim, o importante é que existam nos cursos de Arquitetura boas alternativas - maneiras de modelar - para testar possibilidades espaciais, diferentes daquelas adotadas para representar ideias pré-concebidas e que os Planos de Ensino das disciplinas estabeleçam um tempo adequado para as modelagens, não as considerando simplesmente um meio de representação alternativo, dentre outros usados para se chegar a uma solução final de projeto.

O uso de maquetes pode ser comprometido, principalmente por iniciativa dos alunos, devido à ideia de que o tempo necessário para construção das mesmas seja muito superior ao tempo gasto nos processos digitais. Isso torna-se um obstáculo principalmente quando os prazos de entrega de soluções projetuais são os mesmos para modelos manuais ou digitais e, muitas vezes, o aluno que decide fazer maquete tem também que fazer todo o processo igual ao daquele aluno que optou por não usar modelos físicos, ou seja, apresentação de pranchas de desenho manuais ou digitais, sendo este último quase sempre a escolha dos discentes. Assim, a maquete seria vista como um esforço extra desnecessário.

A questão de custos pode contribuir também para o pouco uso de modelos manuais. Ao executar uma maquete, normalmente o estudante não tem os materiais estocados. Ter que comprá-los representa um custo imediato muitas vezes inviável e, em determinadas localidades, pode ser difícil encontrar os itens necessários no comércio local. Além disso os materiais podem se deformar ao serem desmembrados para a construção de novos volumes, e as medidas quase sempre são distintas entre uma maquete já feita e uma em construção. A mudança de escala, de 1/100 para 1/125 já seria motivo para a troca do isopor na construção de maquetes topográficas. Essas questões devem ser pensadas ainda como inseridas em um contexto onde a relação do homem com a natureza tem sido cada vez mais levada em consideração ao se projetar. Materiais mais facilmente reaproveitáveis contribuiriam para a redução de sobras.

Todos esses fatores levantados contribuem para que as maquetes manuais não sejam vistas como forma de encontrar soluções projetuais, mas sim como produto para apresentação, conforme relatado por Ferreira:

Se até mesmo no meio acadêmico maquete é vista como maneira de apresentar e, apresentação pressupõe um projeto finalizado, resolvido, isso ocorre porque a maquete vem deixando de ser (gradativamente) uma experimentação, uma modelagem. (FERREIRA e SILVA, 200?, p.5)

Há, no entanto, um fator que está diretamente associado aos aspectos aqui levantados – conhecimento nato, tempo e custos – e que pode contribuir para o uso de maquetes processuais, foco desta pesquisa de TCC: A trabalhabilidade dos materiais; a facilidade com que são manipulados, tendo suas formas alteradas.

Enquanto maquetes manuais de apresentação pressupõem um conhecimento aprofundado de técnicas de manipulação e conhecimento dos materiais, maquetes manuais de estudo devem ser feitas sem grande rigor estético, pois devem ser modificadas a todo instante. Por isso materiais mais maleáveis tendem a ser mais eficientes quando pensados em termos de metamorfoses das formas e contribuem ainda para desmistificar a ideia de que para estudar possibilidades de projeto através de maquetes é preciso ter habilidades natas.

Materiais facilmente moldáveis podem também proporcionar redução no tempo de construção de cada volume. Maquetes são usualmente feitas a partir do recorte e da sobreposição de materiais como papelão ou isopor, escolhidos de acordo com a espessura que melhor represente, em escala, a altura das curvas de nível. Um bom exemplo são as representações de relevo: para uma maquete na escala de 1/100, com as curvas do terreno a cada um metro, pode-se usar uma placa de isopor de 1cm, ou duas de 0,5 cm. Maquetes compostas por estes elementos apresentam formas bem delimitadas, tornando fácil a identificação de cada cota do terreno (ainda que com a criação de platôs), mas assumem características de permanência, de representação e não de experimentação, e um dos motivos é a dificuldade de se alterá-las tantas vezes quanto se desejar, aumentando o número de experimentações, de possibilidades.

Quanto aos custos, materiais que podem ser manipulados e reutilizados para a criação de outras formar a partir da fácil associação de suas partes tendem a tornar todo o processo mais viável economicamente, desde que esses materiais não tenham custos muito maiores que aqueles usados nos processos tradicionais, como papelão, isopor, etc., ou que a quantidade de vezes que se pode usar proporcione um valor menor proporcionalmente à quantidade de uso.

A construção de maquetes com os tradicionais materiais, como papelão e isopor não significa, no entanto, que o processo não seja processual, e sim que pode levar ao pouco uso pelos alunos devido aos fatores acima mencionados - habilidade, tempo e custos. Portanto, buscamos nas experimentações a seguir alternativas que contribuam para para que haja maior uso de maquetes de estudo nos cursos de arquitetura.

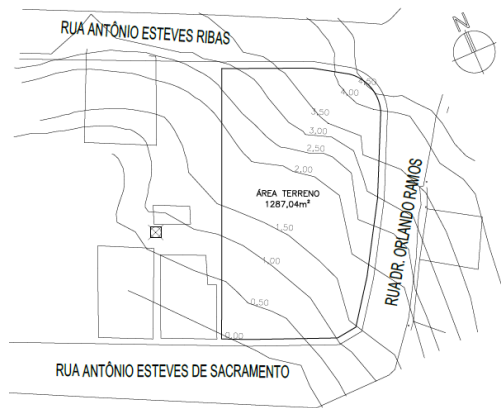
3 EXPERIMENTAÇÕES

A busca de materiais não convencionais e da forma de utilizá-los não pressupõe a criação de um método que exclua materiais e técnicas tradicionais entre estudantes de arquitetura. O que desejamos é a ampliação de possibilidades para o estudo projetual através de modelagens tridimensionais manuais, principalmente considerando os fatores já levantados: habilidade, tempo e custos. Parte dos experimentos foram testados junto aos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFOP, na disciplina Projeto Arquitetônico 3, ministrada pelos professores Cláudia Maria Arcipreste e Guilherme Ferreira de Arruda e na disciplina de Topografia, ministrada pela professora Giselle Oliveira Mascarenhas.

Na disciplina Projeto arquitetônico 3, a partir da apresentação de um terreno real, que é visitado pelos alunos, devem ser desenvolvidas propostas para uma edificação de uso misto – residencial/comercial. O processo acontece de forma que cada etapa do projeto possa ter mais de uma solução, podendo o aluno inclusive voltar às alternativas menos recentes e a partir delas seguir outros caminhos. Essa forma de aprendizado contribui para a desmistificação do gênio criador em arquitetura e coloca em evidência a importância do processo projetual, que se transforma a todo momento, possibilitando diferentes alternativas, de acordo com uma visão crítica dos próprios alunos, estimulada pelos professores. O uso de maquetes manuais processuais para esse tipo de aprendizagem requer materiais que possam facilmente ser mudados de forma.

O terreno escolhido para o desenvolvimento dos projetos na disciplina Projeto Arquitetônico 3 – e que também serviu de referência para as experimentações - apresenta testada para três ruas e uma diferença de cotas de 4,5 metros (ver FIG.11), fazendo com que o relevo se torne um parâmetro importante nas decisões a serem tomadas.

Figura 11 - Planta do terreno com curvas de nível



Fonte: Imagem elaborada pelo autor a partir de arquivo DWG cedido pelos professores da disciplina Projeto Arquitetônico 3.

3.1 Relevô

O esboço para um projeto de arquitetura, urbanismo ou paisagismo é iniciado após o conhecimento de algumas características do local onde se pretende realizar transformações, e um dos parâmetros mais essenciais de se conhecer, ainda que seja em uma primeira observação, é o relevo, pois a organização espacial com a disposição de um ou mais objetos depende da variação de sua posição em todos os sentidos espaciais, não sendo possível excluir a forma do terreno, que oferece ao projetista possibilidades únicas, quando comparadas a outros locais com relevos diferentes.

Desconsiderar as cotas do terreno, projetando volumes que se encaixam em lotes planos, significaria abdicar das potencialidades que a arquitetura tem em integrar ambientes naturais e construídos. Isso não quer dizer que não haja bons projetos que requeiram a terraplenagem, mantendo toda a área em uma mesma cota, mas que em cada caso o estudo das possibilidades que o relevo oferece é fundamental.

Terrenos com grandes variações de cota são muitas vezes desvalorizados e acabam em alguns casos sofrendo transformações radicais que não contribuem para uma qualidade arquitetônica. No entanto, excelentes projetos são realizados utilizando justamente características topográficas integradas aos volumes construídos. Um bom exemplo da importância de se estudar a topografia do terreno é a Casa das Canoas (ver FIGs. 12 e 13), projetada por Oscar Niemeyer em 1951 e construída em 1953. Nela o arquiteto explorou possibilidades advindas das características topográficas, conforme suas palavras:

Minha preocupação foi projetar essa residência com inteira liberdade, adaptando-a aos desníveis do terreno, sem o modificar, fazendo-a em curvas, de forma a permitir que a vegetação nelas penetrasse, sem a separação ostensiva da linha reta.(...) A minha primeira preocupação foi não mexer nesse terreno, adaptar-me aos desníveis nele existentes. Daí haver localizado os quartos na parte mais baixa do mesmo e as salas em cima. (...) (NIEMEYER, 1982)

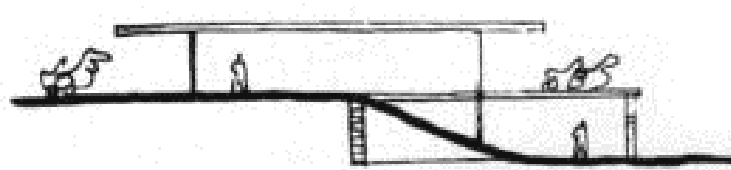
Devido às características próprias do terreno, principalmente à declividade, e ao entendimento de tais aspectos como fundamentais em arquitetura, a casa das Canoas foge à tradicional disposição de ambientes íntimos no andar superior e ambientes sociais no andar inferior. Isso mostra como a arquitetura não é estática, sendo cada caso uma nova possibilidade projetual.

Figura 12 - Casa das Canoas - pavimento superior



Fonte: Archdaily (2023)¹²

Figura 13 - Croqui Casa das Canoas



Fonte: Archdaily (2023)¹³

¹² Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/01-14512/classicos-da-arquitetura-casa-das-canoas-oscar-niemeyer/14512_15183?next_project=no Acesso em: 17 jun. 2023

¹³ https://www.archdaily.com.br/br/01-14512/classicos-da-arquitetura-casa-das-canoas-oscar-niemeyer/14512_15183?next_project=no Acesso em: 17 jun. 2023

Para que se possa tirar proveito das várias possibilidades oferecidas por qualquer terreno é necessário, então, estudos das muitas alternativas, para que se escolha a que pareça mais adequada para determinada demanda. Através das maquetes de relevo processuais é possível compreender, de forma mais próxima à realidade, essas possibilidades. A fim de que essa ferramenta, as maquetes, tenham um maior potencial no processo de aprendizado, principalmente entre alunos dos primeiros períodos dos cursos de arquitetura, procuramos soluções para que as mesmas se tornem mais processuais. A seguir serão apresentadas quatro estratégias distintas de modelagens.

3.1.1 Modelagem de relevo com papel paraná sem colagem

Em um primeiro momento de testes das modelagens percebemos a importância de se trabalhar com representações soltas – não coladas – a fim de permitir maior movimentação das camadas que representam as curvas de nível. Este tipo de modelagem segue até certo ponto o mesmo caminho tomado para construção das tradicionais maquetes de sobreposição e colagem de papelão, mas aqui não se usa cola, deixando cada uma das partes somente apoiada na anterior.

Dados e observações a partir da construção e manipulação:

Materiais x custos: papel paraná 2,4 mm (R\$16,00 a placa de 1 x 2 m) – usamos aproximadamente 40%.

Tempo gasto: O maior tempo gasto é para recortar as placas de papel paraná – neste caso, 2,4mm, é bem trabalhoso pra ser cortado. O papel paraná pode ser substituído por EVA, ou isopor, pois são materiais menos densos, portanto mais fáceis de serem cortados.

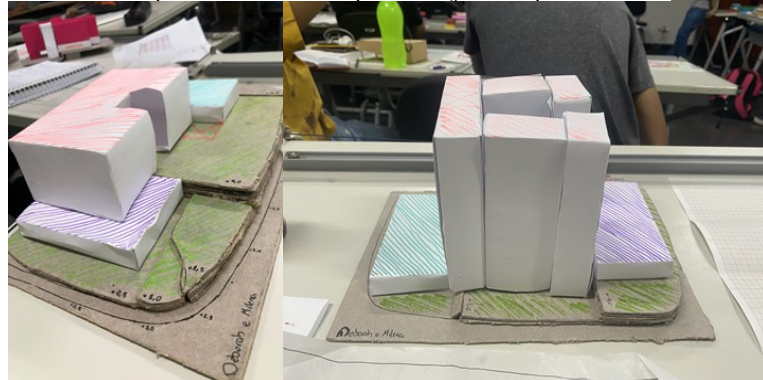
Facilidade de construção: é bem fácil a construção desse tipo de modelo manual de relevo, já que basta recortar e sobrepor cada representação (platôs) das alturas do terreno.

Facilidade de alteração: suprimir certas partes dos platôs é bem simples, bastando cortar determinada camada. No entanto, acrescentar, como acontece em aterros, é um pouco mais difícil, já que deve haver o encaixe da parte existente com a que será colocada.

É importante também destacar que as alterações são feitas a partir da remoção do material para que seja cortado, ou seja, parte do experimento de movimentação de terra não acontece no próprio terreno representado. Isso faz com que haja uma perda do contato tátil do aluno com o terreno como um todo, perdendo-se assim a percepção imediata das consequências de determinadas ações; somente com o retorno do material cortado é que se nota a necessidade de aumentar ainda mais um platô, ou de criar um acesso mais próximo a determinada parte do

edifício, etc. Portanto, testamos, a seguir, outro tipo de modelagem que permite maior movimentação do material, feita na própria representação do terreno.

Figura 14 - Estudo de volumetria com alteração de relevo desenvolvido por alunos da disciplina Projeto Arquitetônico 3

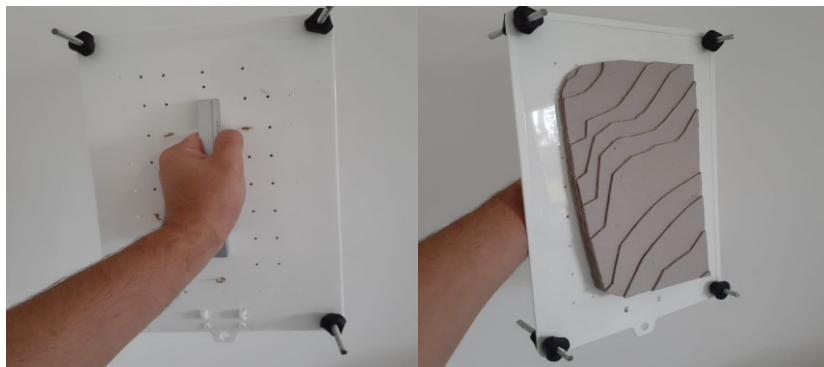


Fonte: Imagem cedidas pelo professor Guilherme Arruda (2023)

3.1.2 Modelagem de relevo com a "ferramenta carimbo"

A busca de um material mais maleável, mas capaz de se agregar gerando formas bem definidas levou-nos aos testes com areia cinética, um material muito utilizado por crianças para a criação de volumes com formatos variados, como animais e casas, a partir de sua introdução em formas de plástico. Conhecida popularmente como areia de modelar ou areia mágica, ela tem capacidade de aderir a si mesma, possibilitando assim ser moldada. Desenvolvemos então uma ferramenta que funciona como um carimbo, a fim de se criar o modelo manual desejado. (passo a passo de como fazer no apêndice 1, p.54).

Figura 15 - Ferramenta usada para modelagem de maquete de relevo



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 16 - Modelagem com areia cinética



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Dados e observações a partir da construção e manipulação:

Materiais x custos: placa de poliestireno no tamanho 33cm x 23cm (usamos a placa de uma prancheta de desenho) - (R\$25,00); barra roscada de aço $\frac{1}{4}$ (R\$7,00); manípulo com porca rosca interna $\frac{1}{4}$ (R\$22,00 8 unidades); puxador para móveis (R\$5,00); Gancho com rosca (R\$1,20 6 unidades); papel paraná 1,2 mm (R\$8,00 a placa de 1 x 2 m) – usamos aproximadamente 40%; cola branca (R\$7,50 tubo de 250g – usamos menos de 15%) areia cinética (R\$67,00 1,4 Kg, já considerando possíveis acréscimos - aterros). Os gastos relativos à ferramenta são feitos uma única vez, já que para usá-la basta conectar a maquete do terreno. A areia cinética também pode ser usada em vários projetos.

Tempo gasto: considerando a ferramenta já pronta, o maior tempo é gasto para a construção da maquete de papel paraná, que se assemelha ao tempo necessário para fazer a maquete tradicional com sobreposição e colagem de papelão; a diferença é que esta será espelhada. Prontas estas etapas, a modelagem é bem rápida.

Facilidade de construção: a construção da ferramenta carimbo exige certas técnicas e ferramentas específicas, como a perfuração da placa, com furadeira e brocas corretas, além do corte da barra roscada, onde a ausência de técnica pode impedir o manípulo com porca de ser enroscado. A maquete de relevo não requer técnicas apuradas nem grandes habilidades. A modelagem de relevo com a areia cinética é bem simples, bastando uma única observação para que se aprenda a fazer.

Facilidade de alteração: com uma lâmina de estilete é possível remover ou acrescentar areia, diminuindo ou aumentando a área de um platô. No entanto, modificações para a criação de relevos diferentes de platôs – com ângulos variados - fazem com que se perca sentido o uso da ferramenta, que se baseia nos platôs como referência das curvas de nível. Uma vez que um

platô inteiro é desfeito, se perde as referências das cotas, o que é problemático já que não existem ali outros referenciais, a não ser que se represente também com areia cinética o entorno do terreno em suas respectivas cotas. Mas assim, não há necessidade de todo trabalho para criação dos platôs, bastando ter o entorno como referência, principalmente como área não passível de modificação. Assim, testamos um novo tipo de modelagem que tem como pontos de referência as altimetrias dos entornos do terreno (calçadas e lotes vizinhos), não se baseando em platôs.

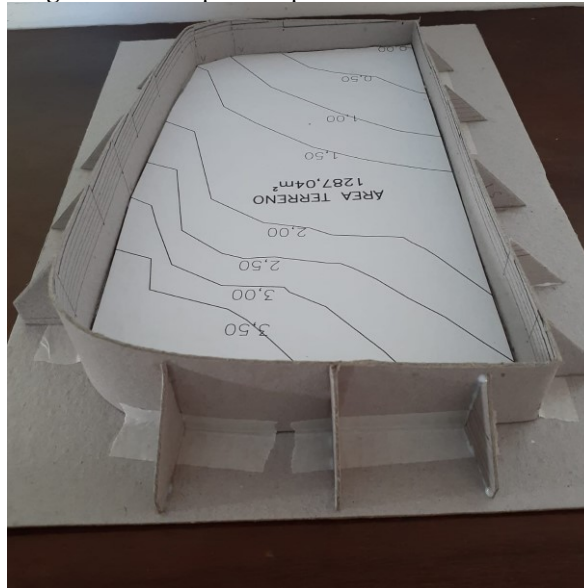
Figura 17 - Remoção de areia com lâmina de estilete



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

3.1.3 Modelagem de relevo a partir da “maquete de preenchimento”

O uso da areia cinética, mostrou-se um ótimo material para modelagem de relevo, levando-nos a outra experimentação com este material: a “maquete de preenchimento”, para a modelagem do relevo. (ver Fig.18) - (passo a passo de como fazer no apêndice 2, p. 55).

Figura 18 – Maquete de preenchimento

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Essa maquete de estudo consiste na construção de um envoltório de papel paraná que irá conter a areia. O importante nesse caso é que as cotas relativas às linhas divisórias do terreno sejam respeitadas, na escala estipulada. A areia cinética irá preencher todo o espaço, tendo como referência os limites do terreno em escala reduzida, que podem ser considerados, didaticamente, passeios ou mesmo lotes vizinhos. Nesse caso, as experimentações são feitas a partir da areia contida no terreno representado, independente das curvas de nível. Isso é bom porque as curvas de nível e os platôs criados a partir delas acabam levando os alunos a pensar as implantações sempre nessas cotas, que geralmente são de meio em meio ou de um em um metro, quando na realidade essas não são as únicas opções e, muitas vezes, nem as melhores. Além disso, pode-se considerar as cotas negativas (abaixo da cota inferior do terreno), aumentando, assim, consideravelmente as possibilidades.

Em casos que a área representada seja muito extensa, e partes centrais do terreno apresentarem grandes variações altimétricas em relação aos limites do mesmo, cotas de referência podem ser identificadas a partir da marcação e introdução de palitos (tipo de churrasquinho) na areia. (ver Fig. 19)

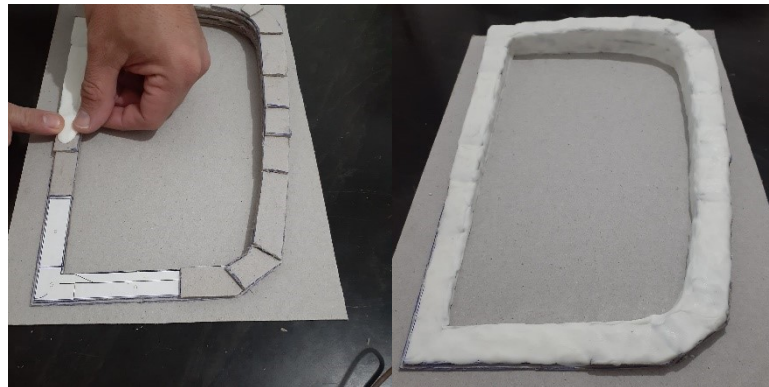
Figura 19 - Identificação de cota



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Há ainda a possibilidade de construir a maquete de preenchimento a partir da sobreposição e colagem de papel paraná, e posterior moldagem dos passeios ou terrenos vizinhos com biscoit.

Figura 20 - Maquete de preenchimento



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Apesar da areia cinética ter se mostrado boa para a modelagem, outros materiais podem ser usados para representar o terreno, tais como areia de construo, massinha de modelar e terra, a depender do tipo de relevo, das demandas arquitetônicas e da compatibilidade de materiais do relevo e dos volumes. Por exemplo: um bloco de massinha de modelar ao ser apoiado na areia irá reter partículas desse material, necessitando de um elemento que os separe, que pode ser uma folha fina de papel, no formato da base do bloco. Já materiais iguais, como massinha de modelar, podem ser usados tanto para o relevo quanto para os volumes.

Dados e observações a partir da construção e manipulação:

Materiais x custos: papel paraná 1,2 mm (R\$8,00 a placa de 1 x 2 m) – usamos menos de 25%; cola branca (R\$7,50 tubo de 250g – usamos menos de 5%); barbante (R\$3,00 o rolo – usamos um pedaço pequeno); areia cinética (R\$67,00, 1,4Kg, já considerando possíveis acréscimos - aterros). A areia cinética pode ser usada em diversas modelagens a partir da ‘‘maquete de preenchimento’’, contribuindo assim para a redução de custos.

Tempo gasto: a construção das bordas do terreno representado pode ser um pouco demorada, já que dependendo da escala que será utilizada, deve-se buscar maior precisão em relação às cotas. Passada essa etapa o processo é mais ágil, bastando preencher o interior com a areia. Já o processo de sobreposição e colagem de papel paraná pode ser mais rápido considerando o tempo gasto enquanto se constrói, mas o tempo final é mais demorado devido à secagem do biscuit.

Facilidade de construção: esse tipo de maquete, caso se opte por usar apenas uma placa de papel paraná verticalmente acompanhando os limites da planta do terreno requer maior precisão para se estabelecer corretamente as cotas, ou seja, um trabalho mais minucioso. Já a sobreposição e colagem de papel paraná é mais fácil de ser feita, já que requer menor precisão, uma vez que a própria espessura do papel indicará as cotas do terreno representado.

Facilidade de alteração: por se tratar de um modelo manual que não considera a cota de cada ponto do terreno, mas apenas dos limites do mesmo, é bem fácil de ser alterado.

O modelo manual a partir da ‘‘maquete de preenchimento’’ se aproxima mais do terreno real já em uma primeira visualização, sem os falsos platôs que a representação das curvas de nível pode induzir, e a manipulação  imediata, ou seja, não há necessidade de retirar uma parte da maquete, alterá-la e retornar com ela. Com as próprias mãos se faz as modificações, havendo uma grande percepção tátil. Pode-se até mesmo, em alguns casos, testar intervenções no terreno ao redor de um bloco de edificação sem precisar retir-lo. Isso é bastante útil quando se pretende projetar em um lote onde já existe uma edificação que não será demolida.

A seguir testamos um outro tipo de maquete de estudos, utilizando massinha de modelar.

3.1.4 Modelagem de relevo com massinha de modelar

Nessa experimentação a representação é feita a partir da planificação da massinha para que seja usada como platô, que surge - não no terreno real - a partir de cada curva de nível. (ver Fig 21) - (passo a passo de como fazer no apêndice 3, p. 56).

Figura 21 - Maquete de relevo com massinha de modelar



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Colocado o último platô, pode-se cobrir tudo com uma nova camada de massinha, bem fina, para que existam marcações das curvas de nível, mas sem os falsos platôs.

Figura 22- Maquete de relevo com massinha de modelar



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Dados e observações a partir da construção e manipulação:

Materiais x custos: utilizamos 750g de massinha (R\$40,00); duas tiras de papel paraná 2,4 mm (R\$16,00 a placa de 1 x 2 m – usamos menos de 2%); um rolo reto para massa em aço inoxidável (R\$40,00). No caso desse tipo de modelagem os materiais e ferramentas podem ser usados em vários experimentos, diluindo assim os custos.

Tempo gasto: estando com as régua de papelão cortadas, o tempo para as planificações na massinha e os cortes para representação das curvas de nível, bem como a montagem

(sobreposições) é semelhante ao tempo gasto para o corte e montagem de maquetes tradicionais de sobreposição de papel paraná ou similar.

Facilidade de construção: o processo é bem simples e não requer habilidades iniciais. A partir da observação é possível fazer. Deve-se atentar para a maleabilidade da massinha; a manipulação deve ser feita com cuidado para não esticar a massinha planificada aumentando a área que será representada.

Facilidade de alteração: a representação de movimentações de terra – retirada ou aterro – pode ser feita através do corte com estilete ou paleta de plástico, no entanto, como se trata de material maleável, com as manipulações, a massinha tende a ir se deformando, principalmente nas bordas. Isso torna esse modelo manual, principalmente no acréscimo de material, menos uniforme cada vez que sofre alterações.

3.1.5 Considerações sobre os estudos relativos ao relevo

Os quatro experimentos apresentados acima tem potencial em relação ao processo projetual na etapa de movimentação de terra. No entanto, determinados aspectos observados fazem com que algumas não se aproximem tanto quanto outras do que estamos buscando: alternativas que tornem o uso de maquetes processuais mais presentes no cotidiano de alunos dos cursos de Arquitetura, seja por questões – principalmente – de “habilidade”, tempo e custos.

3.1.5.1 Comparativo custos e tempo para construção

Existem os custos imediatos e aqueles que são diluídos de acordo com a quantidade de modelagens que se faz. No caso da maquete de estudos com papel paraná sem colagem os valores gastos são referentes a cada projeto, e em cada um pode haver pequenas variações, dependendo de acréscimos representando aterros. Pode-se ainda economizar comprando o material com medida mais próxima do que se vai gastar, no entanto em algumas localidades só se encontra folhas grandes. Uma outra alternativa é o uso de caixas de mercadorias, que podem ser encontradas em alguns tipos de comércio, principalmente em supermercados.

A maquete de estudos com a ferramenta carimbo já apresenta uma situação diferente, sendo os custos iniciais elevados, tanto com a compra de elementos para a montagem da ferramenta em si, como com a aquisição da areia cinética. No entanto, a partir destes gastos iniciais, é possível fazer inúmeras modelagens. Mas ainda assim os custos não ficarão abaixo

daqueles relativos à maquete de estudos com elementos soltos, já que se usa também papel paraná além de cola.

A maquete de preenchimento exige gastos iniciais com papel paraná e areia cinética. Assim como as anteriores, o papel paraná será preciso para cada novo terreno, mas a areia cinética poderá ser usada muitas vezes, diluindo assim o custo, como acontece com a ferramenta carimbo.

A modelagem com massinha também tem custos iniciais que irão se diluir a partir da construção da segunda maquete. Nesse caso, até o papelão gasto inicialmente servirá para fazer outras representações. A massinha, no entanto, pode não ter uma duração tão longa.

Avaliando apenas os custos iniciais, a modelagem com papel paraná sem colagem é a mais barata, mas quando se considera o custo a partir do uso para representação de diferentes terrenos ou mesmo para estudos de variadas possibilidades em mesmo lote, há uma redução dos custos das outras três a cada nova modelagem. Também a mesma areia ou massinha usadas por um grupo de alunos pode ser usada por outros, já que são materiais maleáveis que podem ser facilmente deformados para assumir novas formas.

Já em relação ao tempo, a modelagem com papel paraná não é muito demorada para construção, já que basta recortar o material de acordo com as curvas de nível. Para as alterações gasta-se um pouco mais de tempo em casos de representação de aterro, pois deve-se cortar o material de forma que seja complementar às camadas existentes. O processo é um pouco mais rápido se não houver precisão, ou seja, caso não seja completamente preenchido um platô, podendo haver fendas na junção da placa "original" e da que foi colocada.

Quanto à construção, a modelagem com a "ferramenta carimbo" é bem mais demorada devido à montagem da ferramenta e, ainda que já se tenha ela pronta, já que serve para qualquer projeto, a confecção da maquete espelhada, que deve ser feita para cada novo terreno representado, exige um tempo maior que a da maquete com elementos soltos. No entanto, uma vez concluída estas etapas, o tempo para modificações é bem rápido, mais do que com papel paraná sem colagem.

A maquete de preenchimento, quando construída apenas com uma placa de papel paraná usada verticalmente acompanhando os limites do terreno pode ser um pouco demorada para quem tem pouca prática no uso de maquetes ou até para quem costuma fazê-las, mas não está acostumado a trabalhar com representações que requeiram precisão. A outra maneira de construí-las, em camadas de papel paraná, como não requer tanta precisão, já que as cotas são definidas pela altura do material, tenderia a ser mais rápida, no entanto o biscoito usado para tornar mais real a representação pode demorar um dia para secar. Porém, assim que está pronto

o envoltório que receberá a areia, as transformações são muito rápidas, mais ainda que na ferramenta carimbo.

Quanto à maquete com massinha de modelar, o tempo gasto é bem próximo do que se gasta na maquete com papel paraná sem colagem, tanto na construção quanto nas alterações. Porém, dependendo da escala, pode ser necessário fazer muitas placas de massinha, o que tornaria o tempo gasto bem maior).

Pode-se afirmar, portanto, que a construção mais rápida é a de elementos soltos, mas o menor tempo gasto para transformações é a da maquete de preenchimento.

3.1.5.2 Comparativo possibilidades de transformação

A maquete de estudos com papel paraná sem colagem, para ser transformada, necessita do corte das placas de papelão, mas as espessuras das camadas não se modificam, sendo, nesse ponto, bem diferente das movimentações de terra reais, onde se pode retirar quantidades de materiais em espessuras diferentes daquelas representadas pelas curvas de nível, que geralmente são de um em um metro ou a cada 50 centímetros, ou seja, essa técnica induz o aluno a manter platôs em cotas múltiplas da espessura do papel. Também é difícil representar, sem um trabalho bem elaborado e minucioso e ainda sem uso de cola, partes do terreno inclinadas, como rampas, taludes ou talvegues, bem como é trabalhoso retornar uma ideia anterior após o papelão ser cortado.

A modelagem com a ferramenta carimbo, apesar de usar areia cinética, um material facilmente manipulável, também tem como referência os falsos platôs criados a partir das curvas de nível. Assim, apesar de toda maleabilidade da areia, alterar o terreno de forma que os falsos platôs deixem de existir leva à perda do sentido do uso desse tipo de modelagem, já que as cotas não serão mais identificadas, ou seja, o uso dessa ferramenta é semelhante à modelagem com papel paraná, baseada em platôs, só que mais fácil de modificar devido à maleabilidade da areia e à possibilidade de se refazer facilmente a representação do terreno quantas vezes se desejar.

A modelagem a partir da maquete de preenchimento, ao contrário das duas analisadas anteriormente, como não se baseia na representação das curvas de nível, induzindo o falso entendimento que existem platôs, pode facilmente ser transformada a partir de ângulos variados. Devido ao fato dessa maquete ter as referências das cotas dos limites dos terrenos, as modificações do relevo, ao manipular a areia, sempre terão como referência cotas que não podem ser alteradas, dos passeios e terrenos vizinhos. Essa liberdade de movimentação em

variadas direções e ângulos também não acontece na modelagem com massinha de modelar, pois como ela é feita a partir da sobreposição de camadas horizontais, ainda que por fim se coloque uma “capa” de massinha que faz a representação se aproximar, em escala, do terreno real, quanto à visualização, qualquer corte que represente uma movimentação de terra deixará expostos os platôs.

A possibilidade de movimentar com facilidade a terra – representada nestes experimentos com papel paraná, areia ou massinha –  essencial para um processo aberto a possibilidades. A maquete de preenchimento neste quesito mostrou-se a melhor alternativa pois permite ao aluno maior liberdade de experimentações, já que não se prende  criação de falsos platôs que são moldados entre cada duas curvas de nível. Além disso, a manutenção dos limites do terreno, inalteráveis mesmo com as transformações ocorridas com as movimentes de terra no lote, auxilia bastante para que se tenha a todo instante uma referência espacial que  útil para se pensar soluções de implantação, bem como para a comparação das diferentes alternativas projetuais, que podem, inclusive, fazer uso da retirada de terra abaixo da cota zero.

3.1.5.3 Potencial para o aprendizado

Cada um dos experimentos possui características que em maior ou menor grau contribuem para que haja um processo de conhecimento a partir das experimentações. No entanto, um dos pontos alcançados com a maquete de preenchimento tende a contribuir de forma mais significativa para uma melhor compreensão do terreno que está sendo representado em escala reduzida e para a maior aproximação entre o projeto e o que de fato deverá ser a implantação da edificação na realidade. Essa característica alcançada com a maquete de preenchimento é a representação de uma massa de material com formato semelhante à realidade (ver Fig. 23), e não de um escalonamento uniforme em relação às cotas, com a criação de falsos platôs.

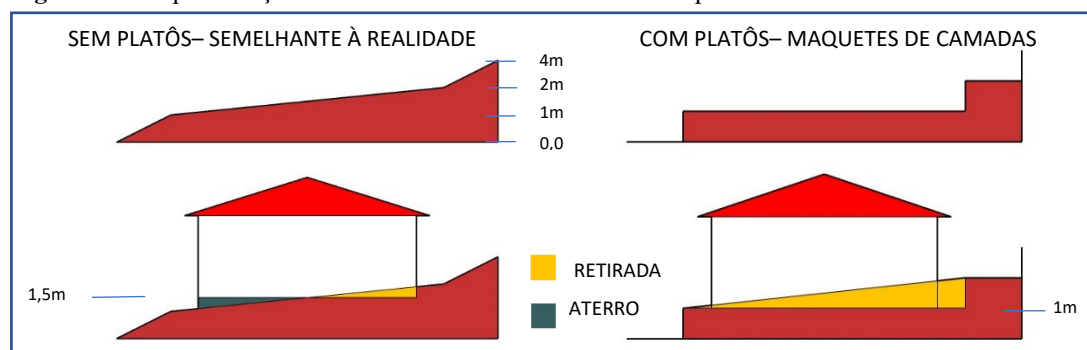
Figura 23 - Maquete de preenchimento modificada por alunos da disciplina Projeto Arquitetônico 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

As tradicionais maquetes de relevo, com sobreposição de camadas de papelão ou outro material, tendem a condicionar, nos projetos, as implantações das edificações nos planos horizontais criados a partir das curvas de nível, no entanto esses platôs não existem. Considerá-los significa projetar sem ter como referência a realidade, e isso pode implicar em graves consequências, como demonstrado na figura abaixo (figura x).

Figura 24 - Representação em corte: terreno real x terreno com platô



Fonte: Elaborado pelo autor

Nestes exemplos, considerando hipoteticamente que este corte sirva para todos os pontos do lote em um mesmo sentido, a imagem da esquerda mostra como a escolha da cota de acordo com características reais do terreno, inclusive da relação com passeios ou lotes vizinhos, pode ser mais facilmente exequível e apresentar melhores qualidades arquitetônicas. É possível,

inclusive, na maquete de preenchimento, ter noção da quantidade de terra que deverá ser retirada do terreno ou acrescentada para a implantação de determinado edifício.

Um outro ponto importante é a possibilidade de representação de implantação abaixo da cota zero, que não é possível ou é difícil de se fazer nas maquetes de papelão em camadas. Quando não há essa possibilidade em modelagens de relevo, o aluno é induzido a criar alternativas projetuais que não considerem retiradas de terra abaixo desse ponto, que geralmente é o nível do passeio ou da rua.

Figura 25 - Representação de retirada de material para implantação abaixo da cota zero - feita pelos alunos da disciplina Projeto arquitetônico 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Há ainda outra questão, não menos importante, que é a liberdade de investigação a partir da observação do entorno (passeio ou rua – divisa com a área externa) do terreno representado e não da cota de cada ponto do mesmo, facilitando os estudos das possibilidades de acessos. Como se trata de maquete processual é mais importante gerar possibilidades, ainda que depois se verifique que são inexecutáveis, do que ficar preso a questões pontuais de topografia. O conhecimento prévio do terreno, a partir de visitas e pesquisas sobre a região, junto à representação do lote em escala reduzida, dá uma boa base para testar soluções. A verificação da exequibilidade ou não das possíveis soluções pode ser imediata, como ocorreu no experimento da disciplina Projeto arquitetônico 3 (figura 25), onde se verificou que seguindo a proposta haveria necessidade de criar muros de arrimo junto às calçadas e ao terreno vizinho, mas também, até complementarmente, essas verificações devem continuar posteriormente,

quando a imaginação já fluiu livremente pensando várias alternativas. Aí sim os programas de computador podem ser ótimas alternativas.

Figura 26 - Modelagem de terreno por alunos da disciplina Projeto Arquitetônico 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A importância para o aprendizado está também no fato de que uma mesma maquete de preenchimento pode ser usada por vários alunos, ou seja, usarão a mesma escala, o que permite observações das alternativas criadas pelos colegas, podendo levar à reflexões sobre possibilidades em suas próprias modelagens.

3.2 Volumes

A sensação que temos ao nos aproximarmos de um edifício é diferente caso ele seja alto ou baixo, largo ou estreito, com ou sem marquise: a sombra produzida, a ventilação, a obstrução da visão do entorno, tudo isso é imediatamente percebido por nosso corpo, sem necessidade de pararmos para refletir; absorvemos isso instantaneamente, quer sejamos profissionais na área de arquitetura ou não. Mas são os arquitetos, principalmente, que devem pensar como os volumes impactam diretamente a vida das pessoas que usufruirão de um determinado espaço, e a demanda atendida em um certo projeto não deve implicar a repetição cega em outros.

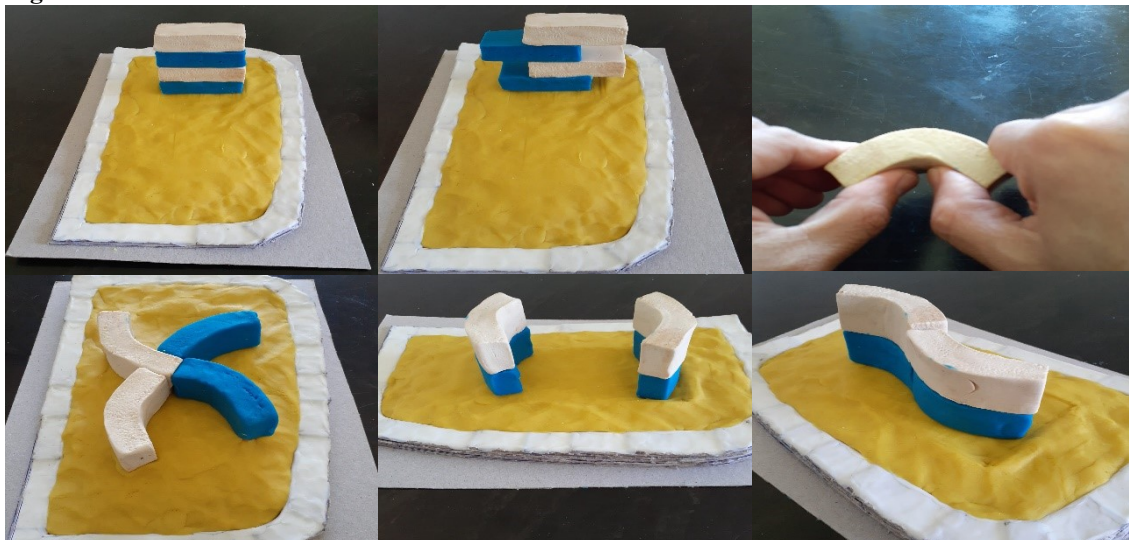
As maquetes processuais de volumes devem auxiliar nas tomadas de decisão durante o desenvolvimento dos projetos e, para isso, devem possibilitar a experimentação de formas variadas. No entanto, as tradicionais modelagens com papelão, isopor ou material semelhante são normalmente feitas a partir de formas quadradas ou retangulares cortadas e unidas em suas

extremidades com cola, formando cubos, para serem agrupados a outros blocos feitos dessa mesma maneira, criando um movimento puxa-empurra até atingir a forma desejada, que até pode ter qualidade, mas ao se deixar de experimentar outras formas, até mesmo mais orgânicas, perde-se outras possíveis soluções, quiçá até mais condizentes com o programa. Portanto, experimentações com materiais que permitam modelagens capazes de gerar formas mais livres, mais facilmente manipuláveis para gerar volumes com formatos muito variados, quando comparadas aos planos, tem o potencial de ampliar as alternativas projetuais, especialmente importantes no início dos cursos de arquitetura. Portanto, apresentamos a seguir a experimentação de modelagem de volumes com massinha de modelar.

3.2.1 Modelagem de volume com massinha de modelar

Esse tipo de modelagem é feito como no tópico 3.1.4, através da planificação da massinha de modelar e recorte no formato desejado, mas pode também ser usada livremente para a criação de formas variadas que, inclusive, podem se associar a outros materiais como papel paraná. A abóbada de um edifício, por seu formato arqueado, pode ser difícil de ser representada com certos materiais em forma de planos, mas com a massinha fica fácil. Assim também acontece com alvenarias curvas ou outros elementos que não apresentem superfícies planas.

Figura 27 - Estudo de volumes com massinha de modelar



Fonte: Elaborado pelo autor

Os custos para a construção desse tipo de maquete são os mesmos apresentados no tópico 3.1.4 (Modelagem de relevo com massinha de modelar), apesar de poder haver maior variação na quantidade de massinha, mas conforme já mencionado, como a massinha pode ser

usada por alunos distintos, inclusive em diferentes períodos do curso, os custos tendem a ser menores que os da modelagem com papel paraná ou matérias usados apenas em uma maquete.

Quanto ao tempo gasto e à facilidade de construção, se assemelha também ao tópico 3.1.4, porém como a precisão pode ser menor em relação às cotas do terreno, pode ser feita mais rapidamente e é mais fácil para construir, principalmente se não houver necessidade de formar grandes planos com pouca espessura (menos de meio centímetro).

Já as alterações, no caso de acréscimos, podem ser feitas rapidamente através da substituição por blocos maiores ou mesmo pela junção de partes, enquanto as remoções são feitas através da retirada do bloco que será reduzido, corte de uma parte e retorno ou, em determinados casos, pela subtração no próprio local. Um ponto positivo em relação às tradicionais maquetes de sobreposição e colagem de papelão é que o material pode não só ser cortado e redimensionado com facilidade, como ser usado para o refazimento da forma original ou de qualquer forma antecedente, de onde se desejar seguir adiante com a experimentação, bastando para isso juntar as partes e refazer a modelagem, tantas vezes quanto for preciso para a compreensão das melhores possibilidades projetuais.

3.2.2 Potencial para o aprendizado

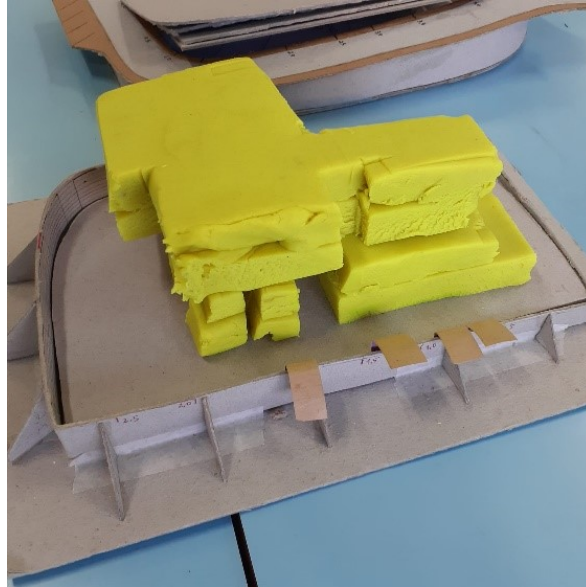
O uso da massinha de modelar não deve ser visto como substituto de outros métodos de modelagem, mas principalmente como uma alternativa ao pouco uso de maquetes de estudo nos cursos de arquitetura.

Devido aos fatores já mencionados, habilidade, tempo e custos, que são alguns dos motivos do pouco uso de maquetes de estudo, a massinha de modelar pode de fato fazer com que as experimentações a fim da obtenção de diferentes soluções estejam mais presentes no cotidiano dos estudantes.

Em experimentos na disciplina Projeto Arquitetônico 3 observamos que as modelagens com massinha são percebidas pelos alunos como aptas a sofrer transformações a todo momento, de forma rápida. Um exemplo foi um grupo de alunos que, satisfeitos com o volume representado no papel, ao construírem um volume com massinha e percebendo que não havia harmonia entre o lote e o volume, fizeram alterações, cortando algumas partes até conseguir o resultado esperado. Após esse teste o grupo atualizou a ideia inicial, ou seja, foi um estudo rápido que mostrou outras possibilidades para a continuidade do projeto. Isso contribui com uma maior disposição dos alunos em realizar modelagens tridimensionais manuais, pois novas propostas projetuais são mais fáceis de serem feitas em tempo reduzido, o que é muito

importante, especialmente nas aulas de projeto, onde novas propostas acontecem com frequência.

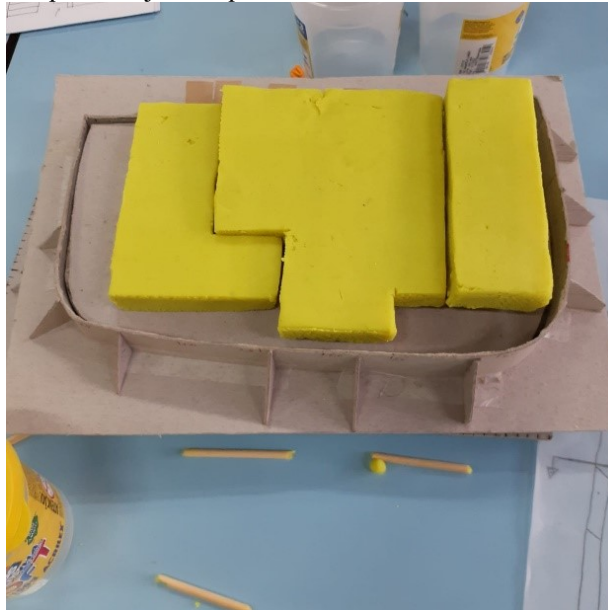
Figura 28 - Modelagem de volume feita por alunos da disciplina Projeto Arquitetônico 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Existem duas situações em que se pode usar a modelagem com massinha de forma mais proveitosa na aprendizagem. Primeiro, naqueles casos em que o volume criado servirá como uma referência para a ocupação do terreno, para estudar como a legislação que rege o local a ser edificado afetará a implantação, bem como questões de insolação, relação com a vizinhança em relação às vistas, tudo isso de forma ainda bem genérica, podendo-se usar estratégias como apontar a lanterna do celular criando áreas iluminadas ou com sombra. Esse tipo de modelagem pode ser muito útil para o processo inicial de estudos, mas deve-se ater a volumes sem detalhamentos como pilotis, lajes, platibandas, etc.

Figura 29 - Modelagem de volume feita por alunos da disciplina Projeto Arquitetônico 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A outra situação é o uso junto a outros materiais, de forma complementar. A massinha pode facilmente ser usada como um apoio para uma laje, ou para complementar um volume sem a necessidade de cortar e colar papelão ou isopor, tudo de forma bem rápida, bem como para fazer formas curvilíneas difíceis de serem feitas rapidamente com alguns materiais.

Figura 30 - Modelagem de volume feita por alunos da disciplina Projeto Arquitetônico 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 31 - Modelagem de volume feita por alunos da disciplina Projeto arquitetônico 3



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Nesse capítulo foram apresentados os testes em relação à movimentação de terra e estudos de volume. Cada teste trouxe pontos positivos e negativos, mas é possível afirmar que o uso de materiais maleáveis como areia cinética e massinha de modelar potencializam muito o processo de projeto por possibilitarem a modificação em tempo real e, assim, abrirem possibilidades para as decisões a serem tomadas diante das demandas do programa.

4 CONSIDERAÇÕES

Este trabalho de conclusão de curso, cujo tema foi definido a partir de observações sobre o pouco uso de maquetes processuais no ensino de arquitetura, levou-nos a uma melhor compreensão da importância do uso de modelagens tridimensionais, especialmente em tempos de supervalorização dos meios digitais em detrimento de meios manuais, e revelou-nos também como alguns materiais, usados de determinadas maneiras, contribuem com os processos de entendimento - como no caso das curvas de nível - e posterior criação em arquitetura.

A necessidade de equilíbrio entre as linguagens digitais e manuais ficou mais clara a partir do conhecimento da essência de cada uma quanto ao potencial de fornecer ao projetista meios de interação com as próprias ideias que vão surgindo durante o exercício projetual e também quanto à capacidade de armazenamento e processamento de informações. Ou seja, ficou mais evidente a importância de não se abandonar nenhuma das duas linguagens.

Devem, portanto, ser propostas pela disciplina de Projeto arquitetônico, as duas linguagens. Ainda que futuramente o ex-aluno não faça uso de croquis ou maquetes manuais é importante que ele conheça os dois tipos, até para que possa fazer suas escolhas sobre usar ou não meios manuais e em quais etapas usá-los.

Os experimentos realizados neste trabalho final de graduação com maquetes processuais visavam soluções para que as mesmas se aproximassem mais de seus objetivos, que é a possibilidade de estudar soluções projetuais com maior facilidade e melhor aprendizado. No decorrer destas experimentações melhor entendemos que certos materiais – como a areia cinética e massinha de modelar – contribuem para que os alunos não sejam induzidos à realização de maquetes de apresentação, mesmo quando o objetivo é o estudo, já que se apegam às formas pouco flexíveis e não sujeitas a rápidas transformações.

Compreensão também no decorrer dos experimentos que as representações de curvas de nível, sendo modeladas como platôs, podem induzir os alunos a tomar cotas desses planos horizontais como as únicas possíveis para as implantações das edificações. Considerando as cotas altimétricas dos limites do terreno como as referências para a busca de alternativas para o projeto, o relevo de determinado lote tende a ser melhor compreendido, já que sua visualização, em escala reduzida, se aproxima mais de uma observação de determinada área como ela realmente é, sem os falsos platôs.

Os experimentos levaram-nos ainda às soluções para modelagens em cotas negativas no terreno representado, principalmente a partir do uso da maquete de preenchimento. Possibilitaram também a percepção de que o uso de materiais maleáveis para modelagens arquitetônicas é um caminho viável capaz de potencializar o aprendizado de projeto de

arquitetura, possibilitando uma maior interação entre o projetista e o objeto projetado, através dos sentidos corporais, pois, conforme Rosestraten (2004, p.98), “A possibilidade de abandonarmos ou atrofiarmos em demasia a linguagem analógica é preocupante, uma vez que implica abrir mão de nossa subjetividade e, por decorrência, de nossa humanidade”.

As possibilidades de se usar as maquetes processuais como ferramentas úteis no aprendizado de projeto arquitetônico nunca se esgotam. O que demonstramos aqui foi justamente que existem alternativas para a compreensão e para o despertar de ideias acerca do exercício projetual. Muitos outros tipos de maquetes manuais podem igualmente ser testadas, buscando-se inclusive alternativas para sistemas estruturais, vegetação, etc.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Gilfranco Medeiros. O desenho analógico e o desenho digital: a representação do projeto arquitetônico influenciado pelo uso do computador e as possíveis mudanças no processo projetivo em arquitetura. **SIGraDi 2009** – São Paulo. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1461> Acesso em: 30 maio 2023.
- BASSO, Ana Carolina Formigoni. **A ideia do Modelo Tridimensional em Arquitetura**. Dissertação de Mestrado. São Carlos, SP, 2005. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18131/tde-05032008-105748/pt-br.php> Acesso em: 23 maio 2023.
- CARVALHO, Madalena Grimaldi e FONSECA, Glaucia Augusto. Croqui X Modelo Tridimensional X Maquete Eletrônica. UFRJ. **GRAPHICA 2007** – Curitiba. Disponível em: http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/CR Acesso em 25.jul.2012.
- CONSALEZ, Lorenzo. **Maquetas** – La representacion del espacio em el proyecto arquitectonico. México: Ed. GG Port, 2000. Disponível em: https://www.academia.edu/64591813/Maquetas_La_representaci%C3%B3n_del_espacio_en_el_proyecto_arquitect%C3%B3nico_Lorenzo_Consalez. Acesso em: 21 dez. 2022.
- FERREIRA, Bráulio Vinícius; SILVA, José Renato de Castro. **O ensino de Arquitetura e Urbanismo e a modelagem manual: Maquete**. [S.l:s.n], [200?] Disponível em: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=tMJ5KVcAAAAJ&citation_for_view=tMJ5KVcAAAAJ:9yKSN-GCB0IC Acesso em: 10 jun. 2023.
- FONSECA, Glaucia Augusto. **A modelagem tridimensional como agente no ensino/aprendizagem nas disciplinas introdutórias de projeto de arquitetura**. 2013. 313 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-31012014-094912/pt-br.php>. Acesso em: 21 dez. 2022.
- GHISLENI, Camila. O lugar da maquete física em tempos de BIM. **ArchDaily**, 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/933807/o-lugar-da-maquete-fisica-em-tempos-de-bim> Acesso em: 05 jun. 2023.
- KNOLL, W. HECHINGER, M. **Maquetas de Arquitectura** – Técnicas y Construcción. México: Ed. GG, 1992.. 2ª ed. São Paulo: Bookman. 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/51019699/Maquetas_de_Arquitectura_T%C3%A9nicas_y_Construcci%C3%B3n_Wolfgang_Knoll_Martin_Hechinger. Acesso em: 22 dez. 2022.
- LETCCOVISKI, Gustavo Bicudo. **Análise da eficácia da modelagem 3d em BIM no entendimento dos projetos**. TCC (Bacharelado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. São Paulo – Campo Caraguatatuba, 2022.
- MARANGONI, Renata França. **A maquete manual como estímulo à criatividade na formação de arquitetos e urbanistas**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Campinas. Campinas, SP, 2011. Disponível em: <https://www.repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/788976> Acesso em: 16 maio 2023.

- MARQUES, Aline Calazans; PIMENTA, Aline de Barros. A maquete física no ensino de topografia para arquitetos e urbanistas. **CES Revista**, [S.l.], v. 29, n. 2, p. 5-19, dez. 2015. ISSN 1983-1625. Disponível em: <https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/cesRevista/article/view/554>. Acesso em: 07 jan. 2023.
- MILLS, Criss B. **Projetando com maquetes**; um guia para a construção e o uso de maquetes como ferramenta de projeto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- NIEMEYER, Oscar. Residência Canoas, Rio de Janeiro. **Módulo**, Rio de Janeiro, n.70; p.48, maio 1982. Citada em: Instituto Oscar Niemeyer. Disponível em: <https://www.oscarniemeyer.org.br/obra/pro055> Acesso em: 01 ago. 2023.
- PALLASMAA, Juhani. **Os olhos da pele**. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- POLLACK, Sydney. **Esboços de Frank Gehry** (Sketches of Frank Gehry). Direção S. Pollack. Estados Unidos, Imagem Filmes, 2005. DVD (88min.), Documentário.
- RHEINGANTZ, Paulo Afonso. **Projeto de arquitetura**: processo analógico ou digital? *Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 95-102, jan. / jun. 2016. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/98382/111710> Acesso em: 17 dez. 2022.
- ROCHA, Paulo Mendes da. **Maquetes de papel**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.
- ROZESTRATEN, Artur Simões. Modelagem manual como instrumento de projeto. **Arquitextos/Vitruvius**, 2004, 049.04. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitextos/05.049/576> . Acesso em: 09 jan. 2023.
- SIGRIST, Cláudia Regina Bruni. A importância da utilização de maquetes para os fundamentos de projeto no curso de Arquitetura e Urbanismo. **XVII Encontro de Iniciação Científica, XV Mostra de Pós-Graduação, VII Mostra de Extensão e I Mostra de Iniciação Científica Jr.** Lorena, SP, 2020. Disponível em: <https://doity.com.br/anaais/eic2020/trabalho/169345> Acesso em: 14 jul. 2023.
- Souto, A. E., & De Conto, V. (2008). Abordagem contemporânea para ensino e aprendizagem de projeto arquitetônico: os meios analógicos, digitais e sua relação na formação e atuação do arquiteto. **Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade**. v.4, n.15. Disponível em: <https://revistas.ufpel.edu.br/index.php/pixo/article/view/2791> . Acesso em: 19 dez. 2022.
- Souto, A. E., & De Conto, V. (2021). A modelagem física tridimensional como instrumento de ensino e aprendizagem de projeto arquitetônico. **arq.Urb**, (31), 86–98. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/500> . Acesso em: 18 dez. 2022.
- SOUTO, Ana Elisa; De Conto, Vanessa. O projeto como objeto de investigação: observações sobre o processo de projeto a partir da maquete física. **5% Arquitetura + Arte**, São Paulo, ano 15, volume 01, número 20, e129, p. 1-19, jul./dez., 2020. Disponível em: <http://revista5.arquitetonica.com/index.php/uncategorised/o-projeto-como-objeto-de-investigacao-observacoes-sobre-o-processo-deprojeto-a-partir-da-maquete-fisica> . Acesso em: 20 dez. 2022.
- VIDIGAL, Emerson José. **Ensino de projeto arquitetônico**: um estudo sobre as práticas didáticas no curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Paraná. 2010. Tese (Doutorado em Projeto de Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/T.16.2010.tde-18012011-111136.

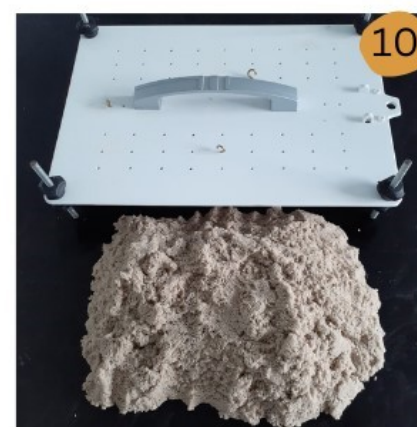
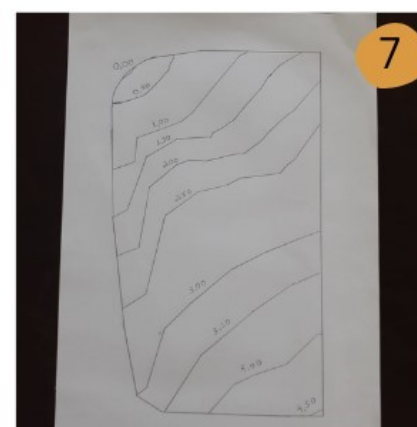
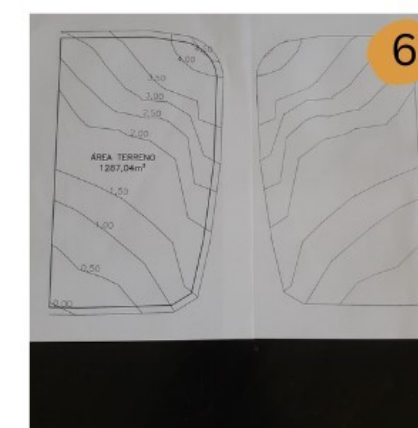
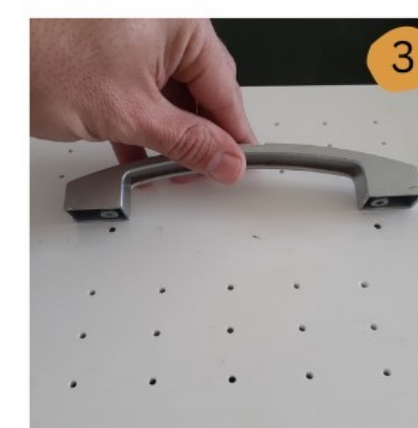
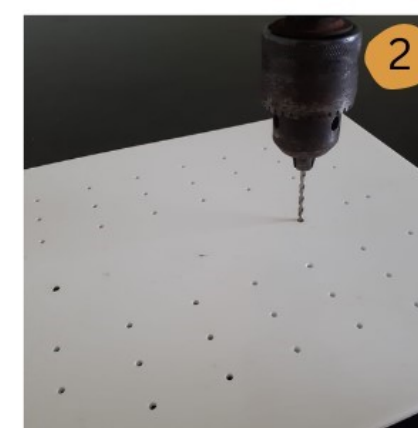
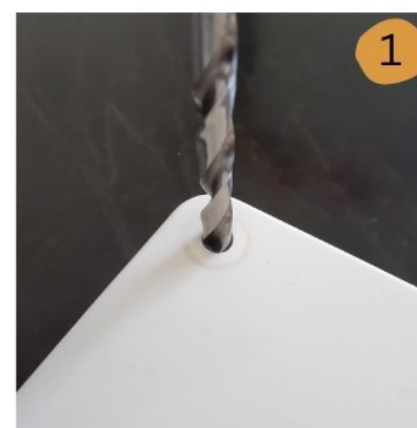
Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-18012011-111136/pt-br.php>. Acesso em: 21 dez. 2022.

VIZIOLI, S. H. T.; SILVA, G. R. O modelo tridimensional e a Arquitetura: do físico ao digital. **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo** (Online), [S. l.], v. 19, p. 79-95, 2021. DOI: 10.11606/1984-4506.risco.2021.174479. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/risco/article/view/174479>. Acesso em: 21 dez. 2022.

PASSO A PASSO

MODELAGEM DE RELEVO COM A “FERRAMENTA CARIMBO”

- 1 Em uma placa rígida com espessura aproximada de 0,3cm a 0,5 cm, e 23cm de largura por 33 cm de comprimento, que suporte furos com broca, fazer quatro perfurações nos cantos, a 1,5cm das bordas.
- 2 Fazer pequenos furos na placa. Dois deles devem ser feitos de acordo com as distâncias das duas partes de apoio de um puxador, onde o mesmo será parafusado (para que a cabeça dos parafusos não fique sobressaindo, escariar os furos).
- 3 Parafusar o puxador (usar parafuso tipo cabeça chata para madeira.).
- 4 Cortar quatro pedaços de barra roscada, com aproximadamente 10 cm cada.
- 5 Colocar cada pedaço de barra roscada em um dos furos dos cantos da placa e travar com manípulos com porca.
- 6 Fazer uma cópia da planta do terreno de forma espelhada.
- 7 Considerar a cota mais alta como sendo a mais baixa e vice versa.
- 8 Com essa nova planta, a maquete de papel paraná deve ser feita seguindo-se o método tradicional de sobreposição e colagem das camadas de acordo com as curvas de nível.
- 9 Fixar manualmente a maquete na placa usando parafusos tipo gancho.
- 10 Colocar areia cinética sobre uma base plana formando um volume que seja pouco mais largo e comprido que as dimensões da maquete e também pouco mais alto que a altura da base até a placa. A altura da placa em relação à base deverá ser ajustada, nunca sendo inferior à altura da maquete.
- 11 A ferramenta deve então ser pressionada contra a areia até as barras roscadas encostarem na superfície de apoio. Caso uma ou mais barras não encoste ou o terreno não seja completamente moldado, deve-se ir fazendo ajustes, retirando ou colocando mais areia em determinados pontos.
- 12 Retirar o excesso de areia das laterais.



PASSO A PASSO

MAQUETES DE PREENCHIMENTO PARA ESTUDOS DE RELEVO

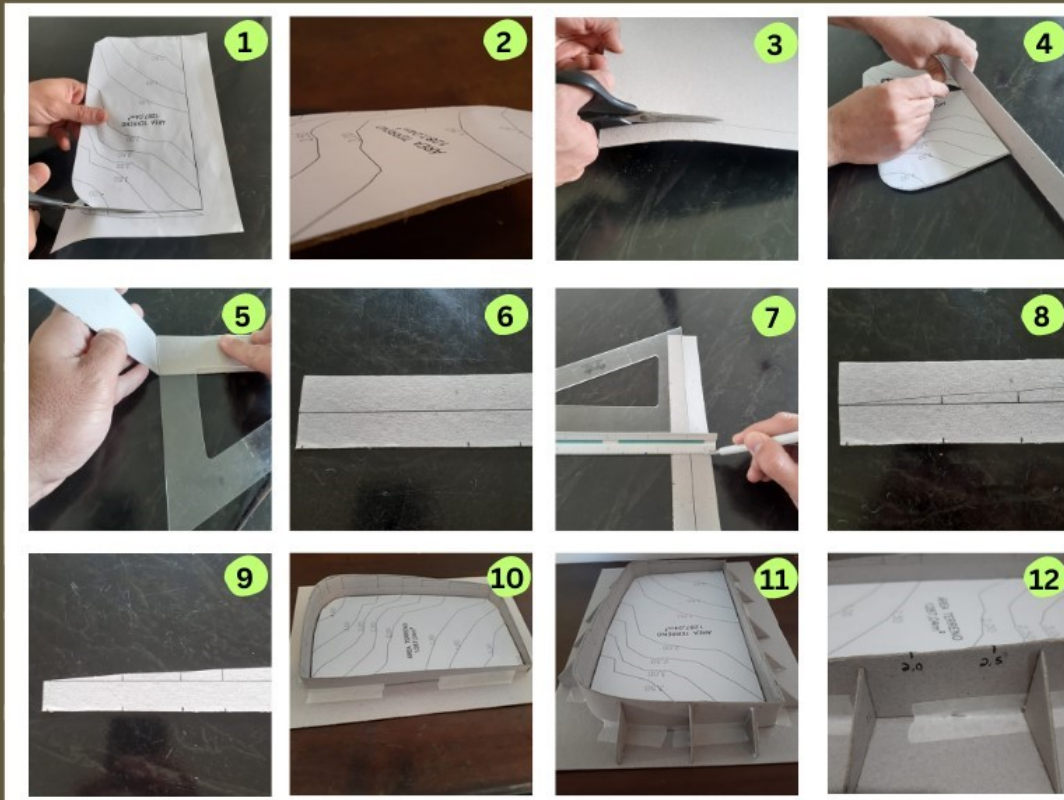
MÉTODO 1

- 1 Recortar a planta seguindo o contorno do terreno.
- 2 Colar a planta que foi recortada em uma placa de papel paraná e recortar seguindo os limites do terreno.
- 3 Recortar uma tira de papel paraná do comprimento do perímetro do terreno e com a altura da cota mais alta do lote, mais a altura que se queira deixar para possíveis movimentações de terra abaixo da cota zero, mais a espessura do papel paraná em que a planta está colada.
- 4 Apoiar a tira de papel ao lado da planta e marcar cada ponto onde a curva de nível encontra os limites do terreno e os vértices (ir deslocando a tira a cada mudança de lado do terreno, tendo como referência os pontos já marcados e os vértices do terreno).
- 5 A cada vértice, ir dobrando o papel paraná com o auxílio de um esquadro.
- 6 Traçar a linha que representará a cota zero (poderá também traçar as linhas que representam cada cota - opcional).
- 7 Com auxílio do esquadro e do escalímetro marcar cada cota a partir da linha traçada.
- 8 Interligar as cotas.
- 9 Recortar onde foi interligado.
- 10 Colar a tira de papel paraná envolvendo a planta (uma fita adesiva auxilia no processo).
- 11 Recortar triângulos retângulos variados, em papel paraná, e colá-los na base e nas laterais do terreno, para servir como suporte.
- 12 Os valores das cotas podem ser anotados no lado externo, apenas como referência.

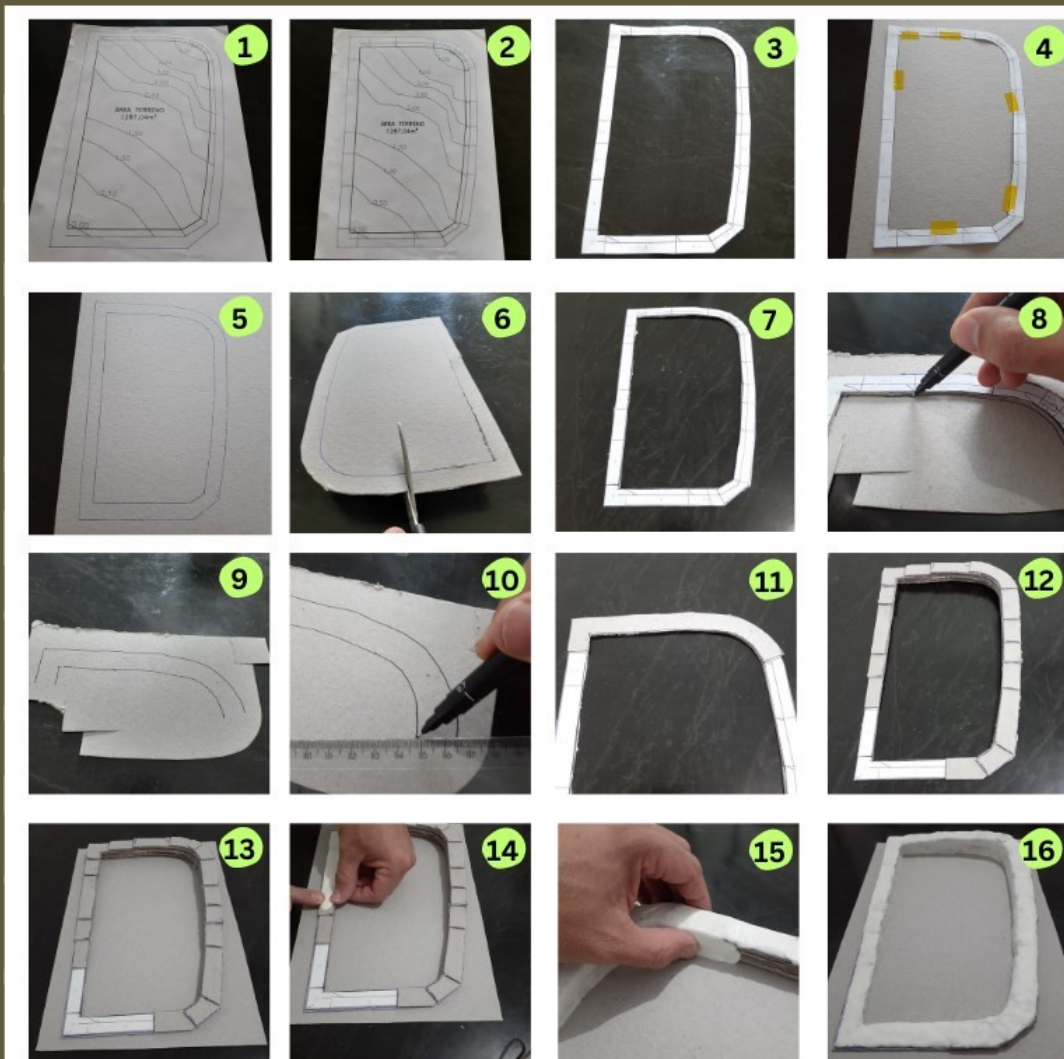
MÉTODO 2

- 1 Fazer linha paralela aos limites do terreno, contornando-os sempre a uma mesma distância perpendicular (pode ser feita em softwares como Autocad, através do comando offset).
- 2 Traçar linhas externas perpendiculares às linhas de limites do terreno, partindo das curvas de nível.
- 3 Recortar sobre a linha paralela e sobre os limites do terreno.
- 4 Fixar, com auxílio de fita adesiva, o entorno do terreno, em uma placa de papel paraná.
- 5 Marcar os contornos dos entornos do terreno.
- 6 Recortar o entorno do terreno (para facilitar o recorte, pode-se fragmentar um lado que esteja próximo das cotas mais altas). Para que haja profundidade, necessária em casos de movimentação de terra abaixo da cota zero, recortar mais de uma vez o entorno do terreno e unir, com, cola, as partes.
- 7 Colar os entornos do terreno - que foram recortados no tópico 3 - sobre o entorno em papel paraná.
- 8 Usar o contorno do terreno como molde para criar platôs com seus respectivos limites nas curvas de nível.
- 9 Não é preciso fazer a marcação de todo o entorno do terreno de uma vez. Pode-se aproveitar pequenos pedaços de papel paraná que estejam sobrando, mas as marcações devem sempre iniciar e terminar onde hajam as linhas perpendiculares aos limites do terreno na planta.
- 10 Fazer o fechamento, ligando os finais das linhas paralelas.
- 11 Colar as partes (como referência para a colagem pode-se usar a planta que foi recortada no item 3, colocando-a entre o entorno do terreno).
- 12 Sobrepor as camadas, colando-as.
- 13 Colar as camadas sobrepostas sobre uma base de papel paraná.
- 14 Moldar o entorno do terreno com biscuit.
- 15 Aplicar biscuit também nas laterais internas (camada fina).
- 16 Aguardar secar e preencher com material maleável, como areia, massinha ou outro.

MÉTODO 1



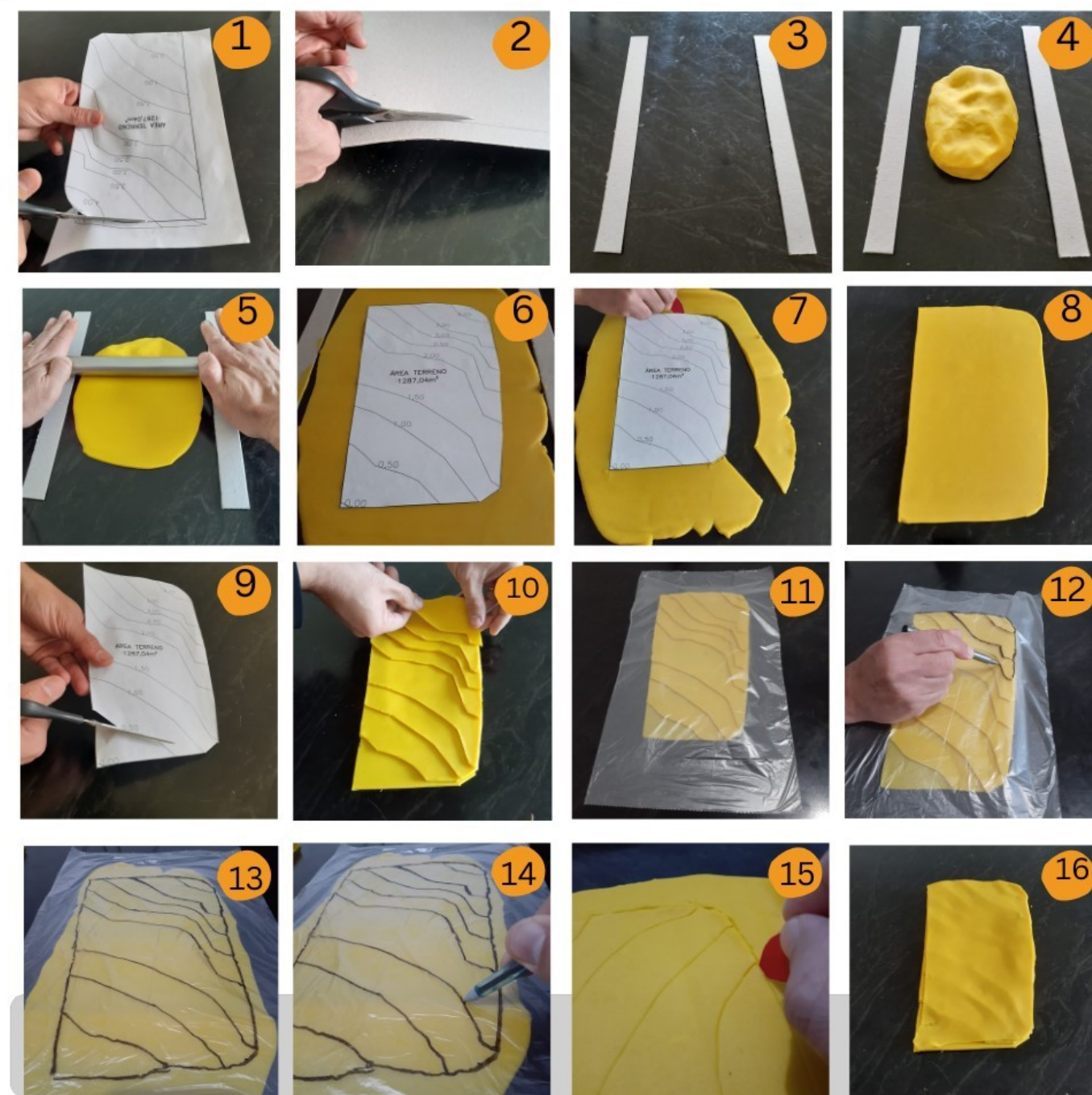
MÉTODO 2



PASSO A PASSO

MODELAGEM DE RELEVO E DE VOLUME COM MASSINHA DE MODELAR

- 1 Recortar a planta seguindo o contorno do terreno.
- 2 Cortar duas tiras de papelão com aproximadamente 2cm x 30cm. A espessura dependerá da escala adotada. pode usar duas tiras para atingir a altura. Não precisa colá-las.
- 3 Posicionar as tiras em uma superfície plana, paralelas.
- 4 Colocar a massinha entre as tiras.
- 5 Pressionar o rolo fazendo com que ele corra apoiado nas tiras até a massinha formar uma placa com a mesma espessura das tiras.
- 6 Colocar a planta do terreno sobre a massinha.
- 7 Com a lâmina do estilete ou com ma paleta fina de plástico recortar a massinha, seguindo o contorno do terreno.
- 8 Com cuidado retirar a modelagem e colocar em outra superfície plana e firme. pode ser uma placa de papel paraná.
- 9 Recortar na planta a próxima curva de nível e repetir os passos a partir do tópico 3.
- 10 Apoiar cada modelagem sobre a anterior.
- 11 Colocar um plástico fino transparente sobre a maquete.
- 12 Marcar no plástico, com uma caneta permanente, onde estão as linhas da curva de nível e o contorno do terreno.
- 13 Fazer uma camada fina de massinha e colocar o plástico marcado sobre essa camada.
- 14 Marcar a camada de massinha de acordo com as marcações do plástico (pode ser usada uma caneta ou uma paleta plástica).
- 15 Recortar a placa de massinha.
- 16 Colocar a placa de massinha sobre o modelo.



como fazer maquetes de volume com massinha de modelar

Basta seguir os passos listados ao lado - até O 10 - apenas substituindo a planta do terreno pela da edificação.

Para que as maquetes tenham um melhor acabamento, recomendamos usar a altura máxima de 1,5 cm. Caso seja necessário, deve-se sobrepor os blocos

