



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ESCOLA DE BELAS ARTES

ESPECIALIZAÇÃO EM TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

FÁBIO CABRAL DOS SANTOS

A CONCEPÇÃO ESTÉTICA DA MORADIA NOS PROJETOS DE
ARQUITETURA EM DOIS PERÍODOS DISTINTOS: na indústria moderna e na
tecnologia digital

Rio de Janeiro

2025

FÁBIO CABRAL DOS SANTOS

A CONCEPÇÃO ESTÉTICA DA MORADIA NOS PROJETOS DE
ARQUITETURA EM DOIS PERÍODOS DISTINTOS: na indústria moderna e na
tecnologia digital

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Técnicas de Representação Gráfica da Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para a obtenção do título de Especialista em Técnicas de Representação Gráfica

Orientadora: Prof. Dra. Danusa Chini Gani

Rio de Janeiro

2025

CIP - Catalogação na Publicação

d722c dos Santos, Fábio Cabral
 A concepção estética da moradia nos
projetos de arquitetura em dois períodos
distintos: na indústria moderna e na tecnologia
digital / Fábio Cabral dos Santos. -- Rio de
Janeiro, 2025.
 58 f.

 Orientador: Danusa Chini Gani.
 Trabalho de conclusão de curso (especialização)

-

 Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
 Belas Artes, Técnicas de Representação
Gráfica, 2025.

 1. volumetria. 2. geometria. 3. estética
arquitetônica. 4. representação gráfica. 5.
arquitetura moderna. 6. arquitetura contemporânea.
I. Gani, Danusa Chini , orient. II. Título.

FÁBIO CABRAL DOS SANTOS

A CONCEPÇÃO ESTÉTICA DA MORADIA NOS PROJETOS DE
ARQUITETURA EM DOIS PERÍODOS DISTINTOS: na indústria moderna e na
tecnologia digital

Monografia apresentada ao curso de
Especialização em Técnicas de
Representação Gráfica da Escola de Belas
Artes, Universidade Federal do Rio de
Janeiro como requisito para a obtenção do
título de Especialista em Técnicas de
Representação Gráfica

Aprovada em: ____ de _____ de 2025.

Prof.^a Dr.^a Danusa Chini Gani (orientadora)
Escola de Belas Artes – EBA / UFRJ

Prof.^a Dr.^a Madalena Ribeiro Grimaldi
Escola de Belas Artes - EBA / UFRJ

Prof.^a Dr.^a. Maria Angela Dias
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU / UFRJ

RESUMO

A arquitetura, ao longo da história, sempre refletiu os avanços tecnológicos e os valores socioculturais de cada época. A maneira como os espaços são projetados e construídos está diretamente relacionada às ferramentas disponíveis para sua concepção, métodos de representação, aos materiais empregados e às técnicas construtivas adotadas. Dessa maneira, a estética das edificações evolui conforme novas tecnologias são incorporadas ao processo arquitetônico. Este estudo tem como objetivo analisar a concepção estética da moradia em dois períodos distintos: a arquitetura modernista, fortemente influenciada pelo desenvolvimento industrial, e a arquitetura contemporânea, caracterizada pela incorporação da computação e da fabricação digital. Para isso, foram selecionados projetos residenciais emblemáticos, reconhecidos por seu valor técnico e estético, permitindo estabelecer comparações e identificar as influências das tecnologias na conformação da arquitetura residencial. Dessa forma, busca-se compreender como as inovações tecnológicas influenciam não apenas a estética, mas também a funcionalidade e a experiência dos espaços habitacionais.

Palavras-chave: Volumetria; Geometria; Estética Arquitetônica; Representação Gráfica; Arquitetura Moderna; Arquitetura Contemporânea

ABSTRACT

Architecture has always reflected technological advancements and the sociocultural values of each era throughout history. The way spaces are designed and built is directly related to the available tools for their conception, representation methods, the materials used, and the construction techniques adopted. Thus, the aesthetics of buildings evolve as new technologies are incorporated into the architectural process. This study aims to analyze the aesthetic conception of housing in two distinct periods: modernist architecture, strongly influenced by industrial development, and contemporary architecture, characterized by the incorporation of computing and digital fabrication. To this end, emblematic residential projects from each period were selected, recognized for their technical and aesthetic value, allowing comparisons to be made and the influence of technologies on the shaping of residential architecture to be identified. In this way, the aim is to understand how technological innovations influence not only aesthetics, but also the functionality and experience of living spaces.

Keywords: Volumetry; Geometry; Architectural Aesthetics; Graphic Representation; Modern Architecture; Contemporary Architecture

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1. ARQUITETURA MODERNA X ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA....	4
1.1 IDEAIS DO PROJETO	4
1.2 TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA.....	10
1.3 MATERIALIDADE E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	16
2. METODOLOGIA DE ANÁLISE.....	25
2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
3. ANÁLISE.....	30
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	41
APÊNDICE A: ANÁLISE DA ARQUITETURA MODERNA	43
APÊNDICE B: ANÁLISE DA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA.....	53

INTRODUÇÃO

A comparação entre dois períodos distintos, em vez de uma análise gradual ao longo dos anos, foi feita para destacar as possibilidades atuais da arquitetura e enfatizar como o contraste formal é significativo. Foram selecionadas apenas obras residenciais unifamiliares com o objetivo de explorar um **objeto de estudo** relevante na área. Embora raramente sejam pioneiras em inovações tecnológicas, ao contrário de grandes projetos como museus ou aeroportos, ocasionalmente essas mudanças também são incorporadas em casas e podem revelar os preceitos sociais de uma época. Acreditamos que a comparação permite compreender como o espaço habitacional sofre influência da tecnologia e dos valores estéticos característicos de cada período, que podem impactar diretamente o cotidiano e a vida privada dos moradores. Entender essa dinâmica ajuda a melhorar a qualidade dos projetos e incentivar a atualização profissional e educacional.

Este trabalho tem como **premissa** identificar e comparar como os processos tradicionais da profissão, fundamentais para a concepção do projeto — como representação gráfica, materialidade e técnicas construtivas —, impulsionaram mudanças significativas nas formas arquitetônicas. Entre os objetivos da pesquisa, destaca-se a compreensão dos fatores que influenciaram essas transformações, além da análise das expressões estéticas evidentes nos aspectos formais das obras selecionadas. Portanto, foram definidos os seguintes objetivos, apresentados em tópicos abaixo, que deverão ser respondidos ao longo da pesquisa, são eles:

Objetivo geral

Confrontar a estética dos projetos habitacionais na arquitetura do período moderno e contemporâneo e qual a influência da evolução tecnológica na forma arquitetônica.

Questões de estudo

- Quais as expressões formais que caracterizam os projetos habitacionais representativos desses dois períodos?
- Como se dá a concepção dos projetos?
- Quais os recursos de representação gráfica?
- Quais os materiais e técnicas construtivas?

Para atender aos objetivos propostos, foram escolhidos projetos que são conhecidos por serem referências, seja pela sua qualidade técnica, estética ou por melhor dialogarem com as questões de suas respectivas épocas, de acordo com a bibliografia consultada, relevante na área da arquitetura. Com relação à metodologia, procurou-se autores que apresentassem conceitos fundamentais sobre os princípios das interações geométricas e características formais, o que determinou os procedimentos metodológicos escolhidos para a realização das análises. As modelagens que serviram de parâmetro para as análises foram esquemáticas, feitas através do software Sketchup e procuraram representar o mais próximo possível a concepção estética dos projetos construídos.

O conceito de estética na arquitetura, adotado neste trabalho, é compreendido como uma manifestação sensível de valores culturais, sociais e históricos por meio da forma construída. Para Roger Scruton (2010), a essência da arquitetura reside em seu valor estético, que a distingue de uma simples construção utilitária. O surgimento de uma obra que represente adequadamente essas características pode servir como modelo para que outros arquitetos reproduzam padrões estéticos em novos projetos. Isso pode resultar na consolidação de um estilo dominante que caracterize uma era específica, conforme observado na arquitetura moderna, e atualmente na arquitetura contemporânea. Por meio da pesquisa, foi possível identificar como ambos os estilos se alinharam à utilização dos avanços tecnológicos de suas respectivas épocas para determinar seus valores estéticos.

No primeiro capítulo são identificados como os principais fatores, que consideramos inerentes à profissão, se modificaram de uma época a outra. Começando com os ideais de projeto, que podemos caracterizar como os motivadores e referências projetuais dos arquitetos pioneiros, abrangendo questões técnicas e sociais. Na sequência, são descritas as técnicas de Representação Gráfica, que determinam o tipo de linguagem que os profissionais usam para comunicar esses ideais, percorrendo as demais etapas de projeto e influenciando diretamente no produto final. O tópico, dedicado à materialidade e técnicas construtivas, complementa este capítulo e explora a etapa que consideramos de maior contato com as inovações tecnológicas, demonstrando como, por intermédio de argumentos que vão além de fatores técnicos, se relacionam mutuamente com os ideais de cada período e são

capazes de promoverem rapidamente uma nova abordagem na profissão com implicações estéticas evidentes.

O capítulo seguinte, da metodologia de análise, informa sobre os autores consultados que serviram como base para a elaboração do instrumento de análise das obras. Essas análises se concentraram nos aspectos formais da edificação, assim, foram apresentados conceitos básicos da geometria para facilitar a compreensão do leitor sobre a concepção formal de cada obra selecionada, desconsiderando os seus aspectos funcionais.

Concluindo o desenvolvimento da monografia, o capítulo 3 busca aplicar os procedimentos metodológicos, descritos no capítulo anterior, nos projetos selecionados, concretizando o grande objetivo da pesquisa. Nesse, foram selecionadas algumas obras para exemplificação, deixando as demais análises feitas, nos apêndices A e B.

Nas considerações finais, buscamos trazer uma breve reflexão do conteúdo e avaliar se os capítulos apresentados, conseguiram atender aos objetivos iniciais.

Por fim, a **relevância da pesquisa** ocorre por possibilitar a compreensão da influência dos avanços tecnológicos na estética da arquitetura, por intermédio da comparação de dois períodos distintos e incentiva a conscientização das possibilidades de novas ferramentas para a atuação profissional e para a atualização do ensino de projeto.

1. ARQUITETURA MODERNA X ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA

1.1 IDEAIS DO PROJETO

Os dois períodos analisados são caracterizados por explorarem, ao máximo, os avanços tecnológicos e almejarem traduzir os anseios de suas respectivas épocas para expressar soluções arquitetônicas inovadoras. Um fator relevante é a própria intenção projetual de ressaltar essa distinção temporal e se colocar como um “produto do seu tempo”. Em ambos os períodos isso se tornou uma questão central.

Dessa forma, os projetos aqui definidos como modernista ou contemporâneo, são vistos como além de pertencerem a um momento temporal, mas principalmente por assumirem os desafios prioritários de cada momento histórico. Devido a projetos que tiram partido dessas mudanças e contrastam com os padrões estabelecidos até então, são nomeados como práticas de vanguarda e atraem jovens arquitetos entusiasmados. Uma característica fundamental do vanguardismo na arquitetura é desafiar processos tradicionais essenciais à profissão e que são inerentes à concepção de projeto, como representação gráfica, materialidade e técnicas construtivas. Compreender essas motivações é fundamental para apreender os ideais que determinaram cada construção.

Os arquitetos modernistas buscaram representar uma época fortemente marcada pelo desenvolvimento industrial. Definida como a “era da máquina”, foram diversas as mudanças promovidas, nesse contexto, que influenciaram, diretamente, a arquitetura:

“Enquanto as mudanças tecnológicas levavam a uma nova infraestrutura e à exploração de uma maior capacidade produtiva, a mudança da consciência humana produzia novas categorias de conhecimento e um modo historicista de pensamento, reflexivo o bastante para questionar sua própria identidade.”
(Frampton, 2008, p.15)

O arquiteto Adolf Loos (1870-1933) foi um dos primeiros a criticar os estilos históricos vigentes e a promover a visão de inserção de ornamentos como um crime

para a arquitetura do seu tempo, algo que era muito praticado. O arquiteto elaborou uma visão estética e ética em seu trabalho, alinhada ao seu desejo de romper com a tradição arquitetônica da época, o que gerou uma base fundamental para o desenvolvimento da teoria moderna. Seus projetos apresentavam uma linguagem externa extremamente abstrata, com volumes prismáticos brancos e sem nenhum tipo de adorno. (Frampton, 2008).

Porém, coube ao pioneirismo do arquiteto Le Corbusier representar esses ideais em seus projetos e textos, como no livro "Por uma Arquitetura", publicado em 1923 e considerado um dos principais manifestos do movimento. Frampton (2008) atribui ao arquiteto a concepção de uma nova linguagem arquitetônica através do uso do concreto armado como elemento expressivo, que iria caracterizar o movimento. Estava posta a estética modernista que marcou a história da arquitetura. Esse processo funcionalista prezava pela possibilidade de exatidão técnica, que o arquiteto frequentemente associava às máquinas do seu tempo:

"Ninguém nega hoje a estética que exala das criações da indústria moderna. Cada vez mais, as construções, as máquinas se afirmam com proporções, jogos de volumes e de matérias tais que muitas dentre elas são verdadeiras obras de arte, porque comportam o número, isto é, a ordem." (Le Corbusier, 2011, p.46)

O autor declara que os arquitetos desse período deveriam ter consciência de como essas transformações técnicas e sociais favoreciam uma nova expressão estética devendo, portanto, se inspirar nos produtos daquele tempo, como os transatlânticos, aviões e automóveis, para desenvolverem seus projetos, especialmente as casas, que ganharam grande destaque em seu livro. A célebre expressão "máquina de morar" foi utilizada por Le Corbusier para promover a expectativa de que as casas representassem melhor a época industrial, a qual pertenciam, e oferecessem todas as suas funções com maior eficiência. Pensando no cenário de pós-guerra e na agitação política que a Europa passava, o arquiteto questionou em seu livro: "não se poderia fabricar casas?" (Le Corbusier, 2011, p.100). O desejo de ter uma arquitetura que apresentasse a mesma objetividade dos produtos desenvolvidos industrialmente, revelavam o alinhamento ideológico com a produção industrial.

Diversas casas projetadas pelo arquiteto foram construídas através do sistema Dom-ino e dos cinco princípios da nova arquitetura¹, como a Vila Savoye (1928) vista como um elemento síntese dos seus ideais naquele momento. Outro conceito inserido nesse projeto foi o da “*promenade architecturale*”, que podemos definir como um percurso em que é possível conectar todos os ambientes da casa e criar experiências visuais de forma agradável e surpreendente ao usuário (Frampton, 2008).

Os projetos modernistas tinham o objetivo de promover uma visão racionalista da arquitetura, seguindo o seu principal lema, atribuído ao arquiteto Louis Sullivan: “a forma segue a função” (Frampton, 1985, p.56). Essa frase resume uma metodologia que representava uma premissa muito forte aos seus adeptos, nada de soluções supérfluas, a funcionalidade deve prevalecer. Segundo Scruton (2010), os modernistas acreditavam que um erro de função era um erro estético, destacando: “A experiência estética, de acordo com algumas versões da teoria, nada mais é do que uma experiência de função — não a função como ela é, mas como ela aparece” (Scruton, 2010, p.46).

A questão estética se coloca como um tema central para comparar os ideais de cada período. Enquanto a arquitetura modernista possuía uma visão estética bem definida, com todas as características formais que a representava e uma metodologia projetual própria, a arquitetura contemporânea é vista por permitir uma pluralidade de expressões capazes de serem viabilizadas devido aos avançados recursos tecnológicos que têm disponíveis, em especial a computação. Kolarevic (2005) menciona como é possível identificar práticas que ignoram “completamente as convenções de estilo ou estética em favor da experimentação contínua baseada na geração digital e na transformação de formas [...]” (Ibid., 2005, p.4, tradução nossa). As propostas desse período buscam uma experimentação constante e representam uma ruptura conceitual e formal que poderíamos associar ao vanguardismo moderno, desse modo, o autor faz uma importante associação: “Tal como aconteceu no passado, as arquiteturas digitais contemporâneas encontram a sua legitimação na exploração dos mais recentes avanços tecnológicos [...]” (Ibid., p.6, tradução nossa)

¹ Os cinco princípios da nova arquitetura propostos por Le Corbusier serão explicados no capítulo 1.3 Materialidade e Técnicas Construtivas

Devido ao uso de computadores, a arquitetura contemporânea pode ser associada a uma “arquitetura digital”, que Picon (2010) define como uma prática que vai além do simples uso da ferramenta como recurso de representação gráfica, como normalmente é associado, mas abrange o seu uso inserido na concepção em uma perspectiva experimental para gerar um vocabulário de formas que "contraste com o vocabulário limitado da arquitetura moderna" (Ibid., 2010, p.62, tradução nossa). A crítica à estética moderna é comum atualmente, e alguns veem nos computadores uma forma de intensificar essa crítica. Como uma ferramenta contemporânea, os computadores permitem alcançar resultados que os modernistas dificilmente conseguiriam.

Nesse contexto, o arquiteto Greg Lynn foi responsável por apresentar um influente arcabouço teórico sobre a arquitetura contemporânea, que pode ser comparado ao livro "Por uma arquitetura" do arquiteto modernista Le Corbusier, mencionado anteriormente, devido a sua capacidade de influenciar as práticas futuras na profissão. Lynn, publicou o ensaio *Curvilinearidade Arquitetônica* (1993) onde demonstrou novas possibilidades formais através da modelagem digital, como a "dobradura", formas Blobs (sigla para *Binary Large Object*), e outras inúmeras formas orgânicas e geometrias não convencionais. Normalmente são formas suaves que buscam a percepção de maior fluidez e conectividade entre os espaços, se opondo drasticamente a típica geometria euclidiana, de formas simples, que era predominante no período modernista.

O método projetual utilizado para alcançar as formas mencionadas se articula com a capacidade das atuais ferramentas de representação gráfica, onde softwares de modelagem digital permitem uma "descrição paramétrica" de formas que facilitam a sua manipulação, gerando um inovador processo de "descoberta da forma" (Kolarevic, 2005, p.17, tradução nossa). A parametrização estabelece valores numéricos associados às características formais específicas dependentes uma das outras, como dimensões ou transformações geométricas. Kolarevic destaca: "Pela primeira vez na história, os arquitetos estão projetando não a forma específica do edifício, mas um conjunto de princípios codificados" (Ibid., 2005, p.27, tradução nossa). Não há formas pré-concebidas ou princípios formais orientadores, mas a possibilidade de se alcançar inúmeros resultados usando esse recurso.

Para viabilizar alguns desses resultados formais foi introduzida, na arquitetura,

a topologia. Esse importante ramo da matemática é amplamente utilizado na arquitetura atual, pois permite gerar e transformar formas geométricas sem perder as relações estruturais, ou seja, as interconexões internas e externas do projeto arquitetônico. Kolarevic (2005) destaca como a sua função na arquitetura é "em parte estético, em parte tecnológico e em parte ideológico" (Ibid., 2005, p.8, tradução nossa).

As questões de superfícies topológicas e a parametrização revelam como a prática contemporânea ampliou as suas capacidades projetivas ao incorporar tópicos de uma importante área do conhecimento que sempre esteve associado à profissão: a matemática. Picon (2011) aborda o tema quando menciona como os diversos softwares disponíveis na área são capazes de incentivar a inventividade dos projetistas, que possuem como objetivo a inovação e a sua capacidade de surpreender, diferenciando drasticamente das práticas tradicionais que utilizavam a matemática para uma questão de controle, definindo padrões relacionados à ideia de proporção e ordem. O modernista Le Corbusier exaltava o modo como os engenheiros do seu tempo empregavam o cálculo para revelar as formas evidentes, facilmente reconhecíveis, que traziam harmonia às construções. Através do uso dos "traçados reguladores" no desenvolvimento dos seus projetos, o arquiteto estabelecia relações geométricas simples que permitiam trazer "a matemática sensível que dá a agradável percepção de ordem" (Le Corbusier, 2011, p.11), e se opunha à arbitrariedade na concepção de formas. Atualmente, apesar de a arquitetura se relacionar com conceitos matemáticos aparentemente complexos, as formas, superfícies e outras diversas composições geométricas, recentemente vistas em construções, podem ser originadas de pequenas variações de uma geometria simples a partir de escassos conhecimentos dos seus projetistas sobre o tema. Nesse sentido, no mesmo texto Picon faz um alerta sobre a ferramenta ao considerar que os programas computacionais mantêm os princípios matemáticos escondidos "por trás de seus efeitos na tela", o que contribui para afastar os arquitetos da matemática e reflete sobre a situação paradoxal que enfrentamos: "[...] sob a influência de ferramentas digitais, a arquitetura nunca usou tantos objetos matemáticos, de curvas de Bézier a algoritmos, permanecendo indiferente à questão de sua relação com a matemática" (Ibid., 2011, p.30, tradução nossa).

Toda essa mudança pode causar estranhamento àqueles que admiram as

"formas evidentes" de antes, contudo, assim como o modernismo estava inserido em um contexto que fez seus arquitetos promoverem a simplicidade como orientador de seus projetos, o mesmo pode ser visto na prática contemporânea. Kolarevic (2005) observa como essas "arquiteturas suaves" estão dialogando com um "discurso cultural e de design mais amplo" (Kolarevic., 2005, p.6, tradução nossa), que podemos identificar em produtos do cotidiano, típicos do nosso tempo, como celulares, barbeadores, os próprios computadores e outros produtos de consumo, além dos aviões e carros, tal como no período moderno. Parece natural que a arquitetura busque conversar com esse novo "contexto estético".

Entretanto, há questionamentos sobre o fato de a concepção dessas formas ser uma escolha gratuita, simplesmente para surpreender, ou se representam, de fato, uma nova linguagem arquitetônica. Os projetistas que seguem esse partido argumentam que buscam representar a complexidade contemporânea, mas muitas vezes são criticados por se oporem à funcionalidade e focarem, excessivamente nos aspectos formais. Picon (2010) propõe um caminho ao revelar o conceito de "elegância" para definir projetos que buscam um equilíbrio diante dessa divergência: "[...] a elegância surge como uma mistura de preocupações estéticas e critérios de eficiência." (Picon, 2010, p.101, tradução nossa).

O que observamos na atual produção arquitetônica é uma variedade de partidos que, inclusive, dialogam com a estética de períodos anteriores como no caso dos "cinco pontos de uma nova arquitetura", que continuam sendo amplamente utilizados por arquitetos sem, no entanto, renunciarem a uma interpretação própria do seu tempo e do local em que está inserido. O historiador Mário Carpo (apud PICON, 2010, p.64), questiona se o uso da computação gráfica foi um incentivador ou uma solução para uma demanda já existente, pois, mesmo cientes de que algumas das formas complexas só poderiam ser concebidas graças a computação, a escolha de utilizá-las, ou não, continua sendo responsabilidade do projetista. Agora que a tecnologia permite desenhar facilmente tanto as formas puras, ressaltadas, pelos arquitetos modernistas, quanto as formas curvas e superfícies complexas, que são características atuais, construir "formas ousadas" muitas vezes depende de orçamentos elevados e ferramentas tecnológicas avançadas e a escolha do "caminho a seguir" implica em preferências estéticas no sentido de pertencer aos ideais estilísticos de seu tempo ou de confrontá-los.

1.2 TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

A questão da representação gráfica sempre foi algo fundamental na prática de arquitetos para comunicar as suas ideias e determinar o processo de construção da obra. Para melhor executar uma tarefa e facilitar a compreensão de uma ideia, a utilização de ferramentas foi se tornando cada vez mais importante. À medida que novos recursos surgem ou evoluem para auxiliar nessa etapa, podemos observar o surgimento de novas abordagens com melhor capacidade de precisão e agilidade que são absorvidos conforme a necessidade de cada profissional.

Nesse sentido, a principal ferramenta que é utilizada por arquitetos, atualmente, são os computadores, que motivaram uma completa revisão na indústria da construção, pela praticidade oferecida à realização de certas tarefas. Kolarevic (2005) menciona como o seu uso na arquitetura permitiu a convergência de processos de representação e produção dos projetos, ao mesmo tempo em que incentivou práticas mais experimentais, através da geometria complexa, como formas orgânicas e não convencionais, que antes demandavam maior esforço e conhecimento.

As formas complexas já estavam presentes na arquitetura, antes do advento da computação, como é possível observar nos projetos únicos do arquiteto Antoni Gaudí (1852-1926) ou no estilo Barroco. Em ambos os casos, a representação e construção de tais formas dependia de métodos trabalhosos, com experimentação constante e o conhecimento de princípios matemáticos avançados. Arquitetos como Gaudí eram uma raridade em uma profissão, cujos resultados costumavam a ser o de formas mais simples. A tradição de séculos da geometria euclidiana, caracterizada por volumes de geometria simples fez com que Mitchell (2001) argumentasse que o uso de instrumentos básicos de desenho era suficiente para representar composições geométricas variadas: "os únicos instrumentos de que você precisa para explorar esse universo formal rigorosamente belo são um lápis, uma régua, transferidores e compassos." (Ibid., 2001, p.352, tradução nossa). Outros recursos que surgiram possibilitaram maior agilidade no desenho, como os esquadros, régua paralela, papel quadriculado etc. No entanto, o autor revela uma tendência que limitava as práticas antigas: "Arquitetos tendem a desenhar o que podem construir e construir o que podem desenhar" (Ibid., 2001, p.354, tradução nossa). Com a introdução do sistema

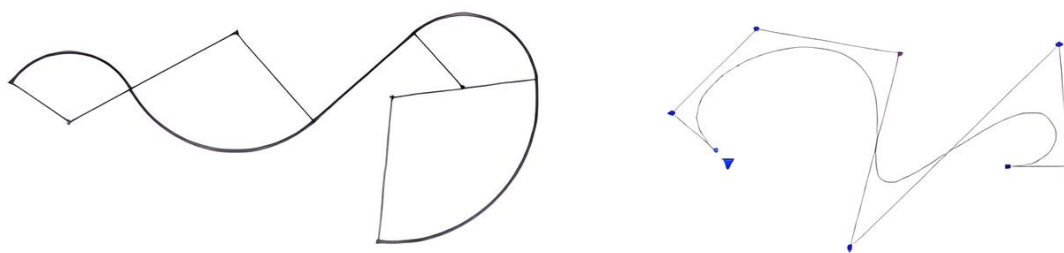
CAD (*Computer Aided Design*) para a prática da representação gráfica, foi possível observar um ganho de produtividade e economia nos escritórios, mas, no início da sua utilização, serviu, basicamente para substituir os instrumentos citados e simplificar o conhecimento matemático (Mitchell, 2001). Até que a computação fosse vista como um método de concepção de projeto, novos avanços foram necessários, assim como a atuação e teorização do tema por arquitetos pioneiros como Greg Lynn.

O modernismo foi caracterizado por formas geométricas simples e ângulos retos, que eram facilmente representáveis através de ferramentas manuais. Moneo (apud Kolarevic, 2005) menciona sobre as "geometrias esquecidas", que devido à dificuldade de representação, foram gradualmente abandonadas. É válido questionar se somente as limitações dos recursos de representação da época influenciaram na predominância dessas características formais nos projetos de arquitetura ou se era, também, uma escolha estética.

No livro "Por uma arquitetura", publicado em 1923, o arquiteto Le Corbusier preconizava que havia beleza na geometria de formas evidentes e que isso era necessário para representar o "*Esprit nouveau*", uma nova fase para a humanidade, marcada pelo avanço da produção industrial. Quando formas curvas apareciam na arquitetura moderna, eram usadas discretamente pelos seus adeptos, como na parede de vidro que dá acesso à casa Vila Savoye (1928) de Le Corbusier, determinada devido ao raio de giro de um automóvel Voisin. Aqueles poucos arquitetos que ousavam dar maior destaque a esse artifício e se diferenciar dos outros, poderiam ser duramente criticados por não seguirem o ideário modernista. Um desses arquitetos foi o brasileiro Oscar Niemeyer que tratou de fazer uma interpretação pessoal do movimento. O projeto da Casa das Canoas (1951) mostrou a sua preocupação com aspectos formais, através de sinuosas curvas e a integração com o entorno. Para a representação das curvas presentes nesse projeto foi necessário utilizar a técnica de arcos de círculo onde linhas curvas suaves e contínuas eram traçadas com o auxílio do compasso a partir do conceito geométrico de concordância.

" (...) as curvas e superfícies complexas, na arquitetura pré-digital, eram feitas por aproximação destas às linhas obtidas por sequências de arcos de círculos concordantes e segmentos de reta tangentes. Estas últimas podiam ser traçadas tanto no papel, com o instrumental tradicional de desenho, quanto no canteiro de obras, com a tecnologia vigente. A partir da tecnologia digital, surgiram as curvas NURBS, que possibilitaram o desenho de curvas livres, em programas gráficos, e sua construção, por meio de máquinas computacionais de controle numérico (CNC)" (Gani, 2016, pp.31-32)

Figura 1: Curvas de arcos de círculo concordantes e curvas livres



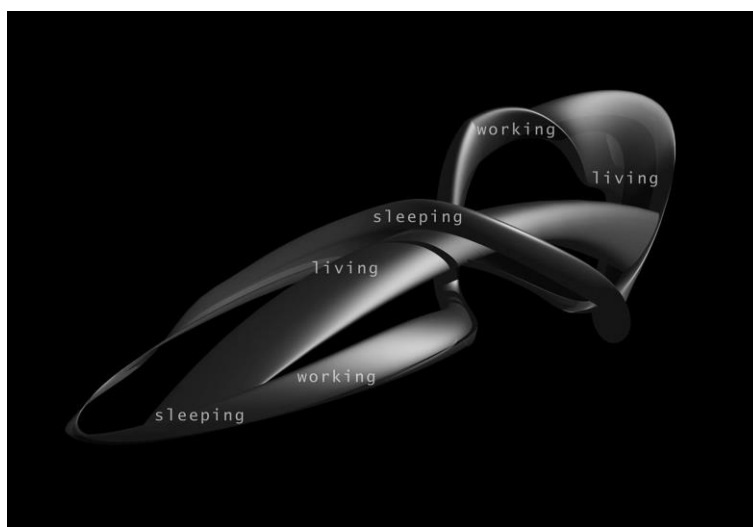
Fonte: (GANI, 2016, p.45)

Assim, as curvas e superfícies podem ser substituídas pelo uso das NURBS (*Non-Uniform Rational B-Splines*), e as superfícies curvilíneas podem ser facilmente manipuladas através dos seus pontos de controle, pesos e nós, para a alteração da forma, o que permite a criação de uma grande variedade de formas geométricas. As superfícies NURBS, são representadas por uma malha de pontos em uma superfície. Esse recurso é conceitualmente definido como “dentro de um espaço paramétrico “local”, situado no espaço geométrico cartesiano tridimensional no qual os objetos são representados.” (Kolarevic, 2005, p.24, tradução nossa). Isso significa que é possível rastrear e calcular as suas variações, além de tornar todo o processo mais versátil com múltiplas possibilidades de se chegar à forma final graças aos pontos de controle mencionados.

O avanço desses recursos possibilitou que formas complexas fossem representadas com maior facilidade na arquitetura e logo levantou o questionamento sobre a viabilidade dessas construções, com isso, permitindo aos arquitetos e engenheiros testarem e refinar suas ideias antes da construção propriamente dita. Essa abordagem integrada não apenas melhora a precisão dos projetos, mas também

reduz custos e minimiza o desperdício de materiais. Dessa forma, outro recurso muito utilizado são os modelos digitais, que podemos definir como maquetes modeladas digitalmente, mas agora com a vantagem de permitir alterações mais rápidas, economia de recursos e produtividade. Como um dos precursores desse processo podemos citar o projeto da Möbius House (1993), do escritório holandês UNStudio, que desenvolveu um projeto residencial inspirado na superfície não-orientável fita de Möbius.

Figura 2: Diagrama conceitual da Möbius House



Fonte: (Kolarevic, 2005, p.09)

Atualmente, a questão central em modelar digitalmente essas "maquetes", é obter um modelo digital capaz de apresentar informações preciosas para viabilizar e racionalizar o processo de construção do projeto. Com o auxílio de softwares adequados, a maquete vai além de um recurso de visualização e aproxima os arquitetos do processo de fabricação. Essa capacidade de gerar informações de construção é vista como uma questão central na prática contemporânea por Kolarevic (2005) que define como um "modelo quadridimensional", que apresenta todas as informações necessárias para a "análise, fabricação e construção, além de informações, baseadas no tempo, necessárias para o sequenciamento da montagem" (Ibid., 2005, p.11, tradução nossa). Uma consequência curiosa dessa realidade foi como os tradicionais desenhos manuais, como plantas, cortes e vistas, podem se tornar irrelevantes em alguns projetos. Um modelo digital bem desenvolvido e compatibilizado com as diversas etapas existentes no projeto permite que os

fabricantes estimem custo de fabricação, quantitativo de materiais, ou até acionem equipamentos de fabricação digital (Ibid., 2005).

Essa metodologia pode representar um ganho de produtividade nos processos de fabricação, mas também levanta o questionamento sobre a dependência excessiva das ferramentas tecnológicas, considerando que pode não estar disponível a todos os fabricantes. Esse processo acaba dependendo de um conhecimento técnico elevado, algo que muitas vezes não está disponível em obras menores ou quando há restrições financeiras mais severas. Além disso, representam, por vezes, um distanciamento dos profissionais no acompanhamento da obra, que agora tendem a confiar excessivamente nesses recursos e desprezar o contato direto com a obra e com demais profissionais envolvidos.

Como no período modernista a maquete física era usada basicamente para o estudo de proporções, ou para a simples visualização de uma proposta de projeto, revisões constantes eram feitas e por sua produção depender de habilidades manuais, o resultado poderia não ser semelhante ao objeto construído. Esse recurso ajudava na tomada de decisões projetuais, mas logicamente não fornecia nenhuma informação construtiva como citado anteriormente, logo, não dispensava a elaboração de desenhos técnicos e a assistência do projetista. Os recursos de representação utilizados pelos modernistas pretendiam a precisão, produtividade e a comunicação do partido arquitetônico, mas poderiam apresentar inconsistência na etapa de construção. Atualmente, com a possibilidade de obter uma variedade de informações simultâneas, através dos modelos digitais, os profissionais da construção são vistos como "mestres construtores da informação", pelas palavras de Kolarevic (2005, p.07, tradução nossa).

O fato é que a computação facilitou conceber, desenvolver e representar projetos arquitetônicos, sendo possível identificar uma intensificação no aparecimento de formas não-convencionais, diferente do que vinha sendo praticado anteriormente. Alguns arquitetos rapidamente absorveram essa tecnologia e ganharam fama devido a uma abordagem mais ousada, como o americano Frank Gehry, que introduziu o uso do software CATIA (*Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application*) que utiliza tanto modelos físicos e digitais, através de ferramentas usadas pelas indústrias de aviões e automóveis. Nessa metodologia, o processo de concepção de projeto se

alinha com o processo de representação, possibilitando um resultado único que define a identidade das obras produzidas.

1.3 MATERIALIDADE E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

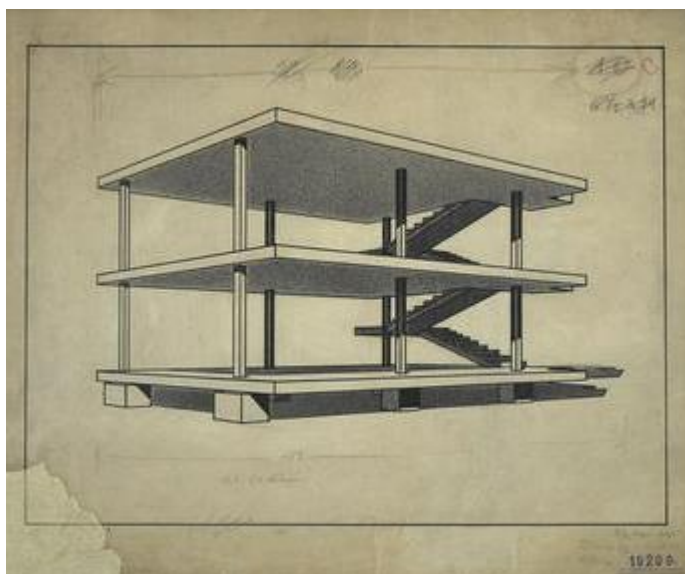
O conhecimento sobre materiais e técnicas construtivas permite, ao arquiteto, determinar a viabilidade de uma construção, como, também, proporcionar as qualidades técnicas e estéticas desejadas. O acúmulo desse conhecimento, por parte desses profissionais, pode ser considerado diretamente proporcional à qualidade dos seus projetos. À medida que novos materiais surgem é possível identificar novas abordagens estéticas sendo exploradas, seja devido a nova qualidade técnica que foi alcançada ou simplesmente como um fator de distinção que a inovação traz.

No período modernista, os novos materiais e técnicas construtivas foram vistos como sinônimo de avanço técnico. Foi o caso de materiais como o ferro, vidro e o concreto armado que logo foram incorporados na arquitetura. Frampton (2008) destaca o caso do Crystal Palace, projetado para a Grande Exposição de 1851 em Londres, Inglaterra, por ser um dos primeiros edifícios a explorar plenamente as possibilidades oferecidas pela revolução industrial, com um processo de montagem bem definido e de fácil manuseio dos materiais envolvidos. O projeto levou menos de 4 meses para ser concluído, algo surpreendente para a época, e pode ser considerado um "manifesto como sistema total, desde a concepção à fabricação e transporte iniciais, até a construção e o desmonte finais" (Ibid., 2008, p.31). A versatilidade com que foi construído certamente influenciou os próximos passos da arquitetura moderna, que buscou explorar ainda mais os princípios da racionalidade na construção, com a arquitetura modular e os materiais industrializados. É possível identificar os conceitos da construção do Crystal Palace em projetos que foram caracterizados como "estilo internacional", uma das vertentes do modernismo, que também se caracterizava por formas geométricas puras, mas buscava maior sensação de leveza em suas construções, com o uso intenso do vidro e estrutura metálica, e maior flexibilidade no desenho da planta (Frampton, 2008).

Porém, um grande destaque que revolucionou a arquitetura naquele período foi o uso do concreto armado, por ter promovido mudanças sensíveis na estética arquitetônica. Frampton (2008), relata que o material estava passando por um longo processo de evolução técnica e estava sendo usado progressivamente na construção. Foi por meio do arquiteto Le Corbusier que o material ganhou maior relevância para a

arquitetura ao ser viabilizado como um recurso estrutural e capaz de representar uma linguagem tipicamente moderna. Le Corbusier (2011) destaca que "a construção de concreto armado determinou uma revolução na estética da construção". O arquiteto demonstrou a viabilidade do concreto como elemento estrutural por meio do projeto Maison Dom-ino (1914), um modelo inovador de sistema estrutural composto por três elementos essenciais: lajes planas, pilares e fundações de concreto. O sistema fundamentou os "cinco pontos de uma nova arquitetura", definidos como princípios da arquitetura moderna que, segundo Le Corbusier, são: pilotis, planta livre, fachada livre, janela em fita e o terraço jardim (Frampton, 2008). Esse processo tornou possível a materialização do ideário modernista, ao oferecer um sistema que racionalizava a construção, seguindo a lógica de uma montagem industrial. Ao mesmo tempo, permitia diversas interpretações e, por ser um recurso simples de produção, rapidamente influenciou outros profissionais (Ibid., 2008).

Figura 3: Maison Dom-ino



Fonte: Wikipedia²

A arquitetura moderna buscava frequentemente destacar uma estética industrial, em que seus materiais e tecnologia pudessem ser aproveitados. Le Corbusier chegou a desenvolver diversos projetos de "casas em série", como a casa

² Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Dom-ino>>. Acesso em mar.2025

Cithohan (1927), inspirado no carro de mesmo nome, como uma referência evidente em relacionar a produção de casas ao método industrial norte americano de Henry Ford (1863-1947), que deveria ser tão padronizada quanto um veículo (Carvalho, 2009).

Nesse contexto, também podemos citar a Casa Eames (1945), projetada por Charles Eames (1907-1978) e Ray Eames (1912-1988), inserida no programa Case Study Houses (1945-1966) da revista americana Arts and Architecture, para promover residências acessíveis, funcionais e que representassem a estética moderna, além da possibilidade de serem replicáveis para enfrentarem a crise habitacional do pós-guerra no país. O projeto definiu como partido arquitetônico a utilização de materiais pré-fabricados fáceis de transportar e construir. Os materiais selecionados foram o aço, o concreto e o vidro, visíveis nas colunas de aço pré-moldadas, no muro de contenção feito em concreto e nas janelas padronizadas pela indústria. (Weston, 2001)

Os modernistas viram na industrialização a possibilidade de alcançar o objetivo de criar um projeto de casa universal capaz de atender às demandas habitacionais da época e justificavam a escolha pela sua atribuída "austeridade estética", devido ao rigor e rigidez das formas criadas (Scheeren, 2012). Com o objetivo de economizar nos recursos construtivos, os seus adeptos "criminalizaram" o ornamento e impuseram o uso de linhas retas para que as casas fossem construídas de forma rápida e acessível. O foco pela racionalidade estética nesses projetos representava uma escolha intencional dos arquitetos em resposta às demandas sociais e econômicas que enfrentavam.

Atualmente com a indústria da construção cada vez mais qualificada e tecnológica, é possível encontrar maior variedade de produtos disponíveis para o uso na construção e acabamento de edifícios, o que até poderíamos relacionar com a pluralidade de "estilos" que a arquitetura contemporânea apresenta. A estética futurista que podemos ver em muitos projetos, através de formas escultóricas e superfícies fluidas, está diretamente relacionada às possibilidades que esses novos materiais oferecem, sem o qual dificilmente poderiam ser construídas. Não é possível identificar um material protagonista na arquitetura contemporânea, como foi feito com o concreto armado na arquitetura moderna, pois a maioria dos materiais utilizados no modernismo continuam muito populares. Vale destacar, no entanto, que agora há

novas maneiras de usar esses mesmos materiais, adaptados às preocupações relacionadas ao seu desempenho e sustentabilidade, como é o caso do concreto, em que se percebeu que poderia causar danos ambientais no seu processo de produção e montagem. Por isso diversos estudos foram feitos para amenizar esses danos e aperfeiçoar as suas propriedades técnicas, tais como: a inserção de elementos biológicos; o concreto capaz de absorver CO₂; o concreto impresso em 3D, entre diversas alternativas (Walsh, 2019). Um exemplo disso é o do concreto armado que pode ser feito com grelhas de fibra de carbono, ao invés dos convencionais vergalhões de aço, para evitar a corrosão e torná-los mais leves e resistentes (Kolarevic, 2005).

Mas o destaque da vez é o GFRC (Concreto Reforçado com Fibras de Vidro): feito de argamassa de cimento, areia, fibra de vidro álcali resistente e água (Souza, 2020), que se destaca por melhorar a resistência diante de tensões de tração e cisalhamento, onde o material normalmente sofre danos, mas também por permitir maior plasticidade, como nos painéis da fachada do Centro Heydar Aliyev (2012) de Zaha Hadid Architects. Esse escritório, que ganhou fama por realizar projetos com superfícies fluídas ressaltando uma estética reconhecidamente contemporânea, vem tendo destaque em explorar as possibilidades que esses novos materiais oferecem. Outro exemplo, do mesmo escritório, foi o de ter desenvolvido uma forma de malha tridimensional para servir de modelagem para superfícies mais variadas, como formas curvas e angulares, facilitando o processo de construção dessas formas, que para os modernistas havia restrições técnicas (Walsh, 2018).

Kolarevic (2005) destaca a existência de materiais conhecidos como compósitos, definidos como "materiais sólidos criados pela combinação de dois ou mais componentes materiais constituintes diferentes" (Kolarevic., 2005, p.8, tradução nossa) com o objetivo de melhorar as suas propriedades naturais, como seu desempenho térmico ou resistência. Há também compósitos feitos com, pelo menos, um elemento natural, como fibras naturais ou resíduos orgânicos, chamados de biocompósitos, que prometem até melhor desempenho em relação a materiais do mesmo grupo (Baldwin, 2022). Essa nova categoria de materiais naturais revela a preocupação sobre o ciclo de vida dos materiais, considerando que, inevitavelmente, um edifício pode vir a ser demolido ou sofrer reformas, tendo o seu material descartado. Por isso avaliar, desde o início, a melhor forma desse descarte torna-se fundamental para diminuir danos ambientais.

Por fim, o uso da madeira, mesmo já sendo um material habitual da construção, ganhou mais destaque em projetos contemporâneos, sendo considerado como um possível substituto do concreto, devido às novas qualidades proporcionadas pelo uso da tecnologia. É o caso da Madeira Laminada Cruzada (CLT – *Cross Laminated Timber*) que consiste em painéis formados por camadas de tábuas de madeira maciça colados em ângulos perpendiculares umas às outras, deixando o material altamente resistente e estável (Franco, 2022). Esses painéis funcionam como peças de dimensões pré-definidas para montagem dos projetos, deixando pouca margem para erro e facilitando o processo de montagem. Comparando com o concreto convencional, a CLT é uma opção mais sustentável, por emitir menos CO² e proporcionar menos resíduos nas obras, além de ser facilmente transportada e criar construções mais leves.

Figura 4: Encaixe de painel feito de Madeira Laminada Cruzada (CLT)



Fonte: (Archdaily, 2022)³

³ Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/922665/a-madeira-laminada-cruzada-clt-e-o-concreto-do-futuro>. Acessado em mar/2025

Em paralelo aos materiais, foi necessário pensar em novas tecnologias que permitissem viabilizar a construção de formas mais plásticas e dinâmicas, e com isso os arquitetos descobriram recursos que já estavam em uso nas indústrias naval aeroespacial ou automotiva. Foi o caso da fabricação digital que permitiu maior velocidade, precisão e uma nova expressão estética, pois através da máquina é possível edificar formas complexas, que a mão de obra humana não seria capaz de realizar, ou teria grande dificuldade. Como é o caso do corte CNC (Controle Numérico Computadorizado), um recurso acionado através de comandos digitais, feitos pela computação, para controlar uma máquina de corte e produzir formas ousadas de maneira precisa, que podem ser vistas em revestimentos personalizados e outros componentes para o uso na etapa de construção, além de outros diversos usos que podem ser úteis para a arquitetura.

Um exemplo prático disso são as obras do arquiteto Frank Gehry, autor do icônico projeto do Museu Guggenheim de Bilbao (1997), onde utilizou painéis de titânio com apenas 0,38mm para revestir a fachada, o que permitiu viabilizar as superfícies curvas que foram projetadas, além de criar um acabamento brilhante com a intenção de intensificar o impacto que causa no observador. Apesar do titânio não ter sido popularizado na Arquitetura após o projeto do museu, principalmente devido ao seu alto custo, a grande contribuição que os arquitetos absorveram dessa experiência foi a de compreender como os recursos tecnológicos recentes podem ser um importante aliado para valorizar as suas obras. Podemos destacar, ainda, que a indústria da construção está se relacionando, cada vez mais, com outras áreas, para melhorar a eficiência dos seus recursos, e como o uso de novas ferramentas tecnológicas são importantes para viabilizar os projetos. Essa Inspiração já era feita por Le Corbusier em seus projetos, como citado anteriormente, mas agora vemos um diálogo mais centrado na troca de tecnologia, onde os arquitetos parecem os maiores interessados. Nesse contexto, um exemplo considerado eficaz foi realizado no projeto DFAB House (2019) – analisada nesta pesquisa, ver apêndice B – em que pesquisadores de uma Universidade em Zurique, Suíça, construíram uma casa de mais de 100m², com três pavimentos em estrutura de madeira, usando diferentes métodos construtivos com o uso de robôs e programação digital.

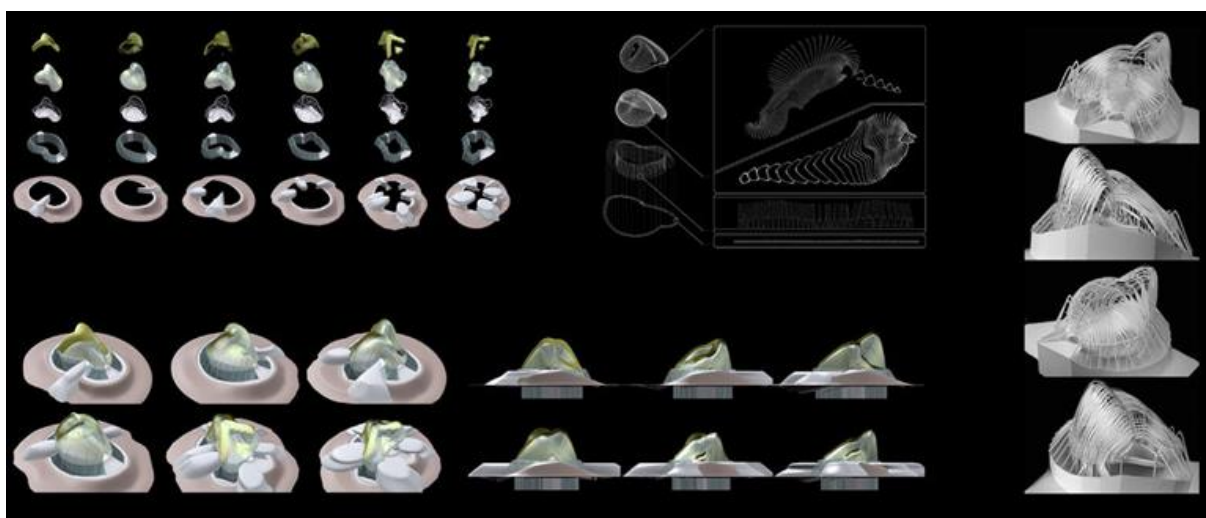
A figura de Le Corbusier retorna quando sabemos que a padronização de soluções arquitetônicas, feitas em nome da economia e funcionalidade, preconizada

por ele e seus adeptos, não é vista como uma verdade absoluta na arquitetura contemporânea. À medida que conceber e fabricar soluções diferenciadas é facilitada através do uso da fabricação digital e da computação, a racionalidade da produção moderna é contrariada com a lógica da "personalização em massa" (Kolarevic, 2005), que compreende a capacidade de fabricar componentes diferentes com a mesma facilidade que componentes padronizados.

"As racionalidades da fabricação ditaram a simplicidade geométrica em detrimento da complexidade e do uso repetitivo de componentes produzidos em massa e de baixo custo. Mas esta rigidez de produção já não é necessária, uma vez que a maquinaria controlada digitalmente pode fabricar componentes únicos e de formato complexo a um custo que já não é proibitivamente caro. A variedade, em outras palavras, não compromete mais a eficiência e a economia da produção." (Kolarevic, 2005, p. 84, tradução nossa)

O autor também menciona a possibilidade de se construir uma casa "personalizada" produzida pela indústria digital, que poderia considerar a variação local, como a topografia do terreno, vistas, aspectos climáticos etc. Um exemplo seria o das "Casas Embriológicas", propostas pelo arquiteto Greg Lynn, onde as diferenciações do projeto são alcançadas "a partir da variação paramétrica em processos dinâmicos não lineares" (Ibid., 2005, p. 85, tradução nossa), que poderia ser seguido, também, nos móveis e revestimentos. Kolarevic (2005) não deixa esconder o otimismo diante desse recurso para alcançar melhorias de design e eficiência na produção habitacional, curiosamente, um otimismo semelhante ao visto em Le Corbusier ao mencionar a possibilidade de que casas fossem construídas em série, com os recursos do setor industrial. Apesar de serem processos completamente diferentes e que trazem resultados estéticos distintos, não é difícil encontrar associações conceituais.

Figura 5: Estudos da Casa Embriológica de Greg Lynn



Fonte: DOCAM⁴

Mesmo que tais exemplos ainda não tenham sido possíveis em grande escala, como já fora feito pelos modernistas com a tecnologia da época, não deixa de ser animador o potencial dessa tecnologia em atender questões fundamentais da arquitetura. Os arquitetos passam a ter um olhar cada vez mais alinhado à evolução tecnológica pela possibilidade de fazer uso dela em seus projetos. Kolarevic (2005), ao destacar sobre a influência da computação na etapa de construção, menciona: “Os projetos de construção de hoje não nascem apenas digitalmente, mas também são realizados digitalmente por meio de processos do arquivo para a fabricação”. (Ibid., 2005, p.46, tradução nossa). O autor também levanta questionamentos sobre a viabilidade construtiva dos edifícios concebidos com o auxílio da computação gráfica, argumentando que é possível ter uma falsa impressão de que “vai ficar em pé”, uma vez que: Geometrias curvilíneas complexas são produzidas com a mesma facilidade que geometrias euclidianas de formas planas e cilíndricas, esféricas ou cônicas (Ibid., 2005, p.17, tradução nossa).

Há inúmeras possibilidades de materiais e técnicas construtivas inovadoras que vão além dos objetivos dessa pesquisa, mas sabemos que possuem grande potencial para transformar radicalmente o setor da construção. Os exemplos citados revelam como, na história da arquitetura, os projetos que recebem reconhecimento estão

⁴ Disponível em <<https://www.docam.ca/conservation/embryological-house/>>. Acessado em mar/2025

muitas vezes relacionados ao uso inovador de determinado material ou técnica construtiva, trazendo novas possibilidades para o campo da arquitetura. Porém, apesar da disponibilidade de inúmeros materiais que foram desenvolvidos graças aos recentes avanços tecnológicos, o seu correto uso e instalação não dispensa o conhecimento do arquiteto para indicar que a escolha seja feita de acordo com o clima adequado e o nível de conhecimento da mão de obra utilizada. Atualmente, as preocupações sobre sustentabilidade e desempenho, bem como, sobre a obtenção de material de procedência correta, considerando o seu futuro descarte de forma adequada, podem ser vistas como transformações positivas na área da construção. Sabemos que manter práticas de construção já conhecidas podem ser alternativas mais simples do que testar novos recursos, pois muitas, dentre as práticas inovadoras que foram apresentadas até aqui, apenas se tornam viáveis, ou restringem o seu uso, aos grandes projetos em que há disponibilidade de orçamento e tempo. Portanto, pode demorar até que haja uma aplicação mais efetiva em projetos residenciais unifamiliares.

2. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A metodologia proposta para alcançar os objetivos da pesquisa foi definida após a consulta de autores, que são referências sobre os princípios fundamentais para a análise da forma arquitetônica, necessários para identificar as principais diferenças dos respectivos períodos analisados nessa pesquisa.

O livro de Francis Ching (*Arquitetura: Forma, Espaço e Ordem*, 1998) determina diversos elementos visuais básicos que constituem o desenho e suas propriedades formais. O autor considera que a partir da transformação desses elementos é possível criar diversas combinações capazes de solucionar problemas arquitetônicos, que podem, segundo o autor, serem em resposta a condições de função, propósito e contexto, como a base do ato de "criar arquitetura". Apesar de pouco considerar fatores tecnológicos ou questões estéticas, Ching apresenta propositalmente uma grande variedade de projetos, em diferentes estilos e com inúmeros desenhos que facilitam a compreensão do tema, para incentivar o leitor a fazer comparações e refletir como cada conceito representado difere de acordo como tempo e o local de cada obra, algo também desejado nesta pesquisa.

Geoffrey H. Baker contribuiu significativamente ao desenvolver uma análise detalhada de projetos arquitetônicos específicos. Em sua abordagem, ele estabelece um projeto de referência e examina suas características formais, bem como os fatores que influenciaram sua configuração final. Sua obra inclui uma análise aprofundada da arquitetura de Le Corbusier (*Le Corbusier: Uma Análise da Forma*, 2021). Embora seus livros explorem a concepção e os princípios de análise de projetos, esta pesquisa focará nos aspectos formais apresentados, como a geometria básica de uma construção e os processos que levaram à definição da volumetria final, conceito que Baker denomina "dinâmicas da forma" (*Design Strategies in Architecture: An Approach to the Analysis of Form*, 1989).

Anthony Di Mari (*Operative Design: A Catalog of Spatial Verbs*, 2012 e *Conditional Design: An Introduction to Elemental Architecture*, 2014) demonstra como composições volumétricas complexas podem ser realizadas após transformações básicas vindas de sólidos geométricos primários. De uma forma didática e objetiva, o autor apresenta diagramas que servem como exemplos gráficos para as

transformações que normalmente ocorrem nas construções e possibilita um fácil entendimento de como a volumetria final pode ser gerada. Esse método apresentado por Di Mari está muito relacionado ao pensamento projetual da arquitetura contemporânea, especialmente com o processo paramétrico, onde inúmeras soluções de projetos podem ser alcançadas após o estabelecimento de parâmetros flexíveis, considerados no livro como condicionantes, para gerar uma arquitetura adaptativa e dinâmica.

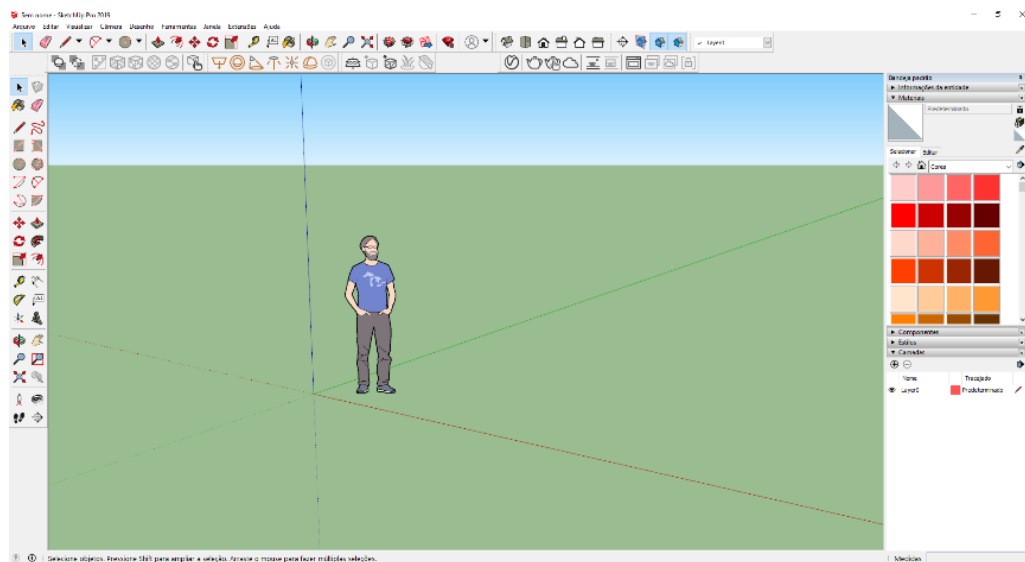
Por fim, Wucius Wong (Princípios de Forma e Desenho, 1993) apresenta um abrangente estudo sobre os princípios do desenho bidimensional e tridimensional. Assim como Ching, Wong estabelece os elementos visuais básicos e suas composições, mas se concentra na questão do desenho em si, ou seja, na criação de formas e não na arquitetura. O autor dedica grande destaque à questão da forma que, segundo ele, pode caracterizar todos os elementos visuais, ou seja, tudo aquilo que é visível e pode ser distinguível de um fundo. Wong contribui com conceitos básicos para qualquer profissional que utiliza o desenho como recurso e mostra o modo de compreender conscientemente esses conceitos, por isso possui grande relevância para a pesquisa.

A leitura desses autores determinou o processo metodológico proposto e atuou de forma complementar para alcançar o objetivo da pesquisa. Foi visto como os conceitos desenvolvidos dialogam com a prática profissional e contribuem para a compreensão dos projetos analisados, que foram selecionados por apresentarem características formais vistas como predominantes, ou próprias do seu respectivo momento histórico.

Como parte fundamental do método de pesquisa, foram feitos modelos volumétricos digitais, como um instrumento de análise, utilizando o software de modelagem virtual *Sketchup*, que permite realizar composições volumétricas por meio de elementos de desenho e formas geométricas básicas, como linhas, retângulos, círculos etc., sendo possível uma associação com os conceitos apresentados pelos autores. Para essa modelagem foram consultados desenhos que contribuíssem para a correta compreensão desses projetos, como plantas, vistas e cortes encontradas na bibliografia pesquisada ou em sites de arquitetura. Alguns dos projetos foram encontrados já modelados na internet devido a sua relevância para a arquitetura e, provavelmente, por já terem sido objeto de análise de outros profissionais ou

estudantes. A modelagem digital das obras foi feita a partir de representações esquemáticas, como diagramas, mas buscando representar o mais próximo possível a realidade. Esse recurso percorreu todas as outras etapas e serviu para fazer comparações entre os projetos.

Figura 6: Interface do *Sketchup*



Fonte: Elaborado pelo autor

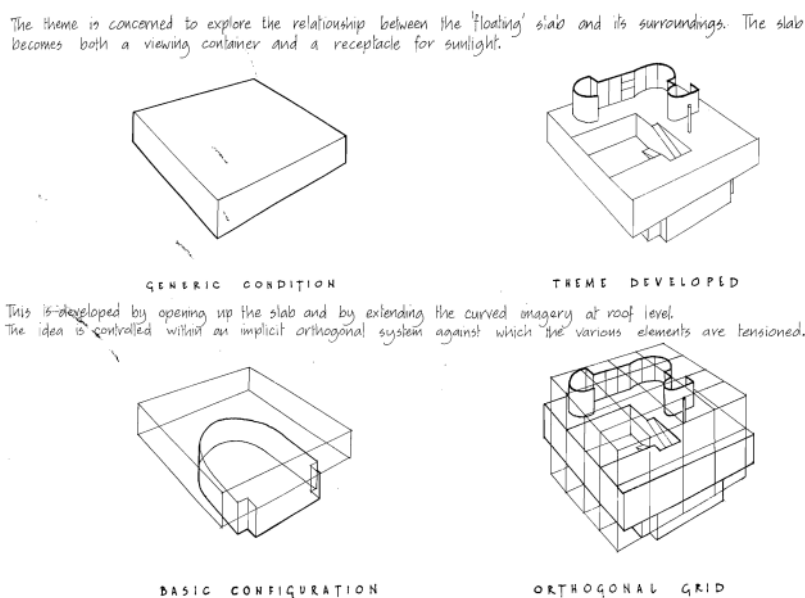
2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir iremos descrever as etapas metodológicas elaboradas para realizar a análise proposta neste trabalho.

1) Geometria básica:

Utilizando como ponto de partida o conceito de Baker (1989), a geometria básica compreende o sólido geométrico originário da forma arquitetônica. O objetivo é identificar qual o volume ou quais os volumes o projeto foi supostamente concebido. Ching (1998), determina um conjunto de sólidos primários que podem ser identificados em projetos de arquitetura, são eles: esfera, cilindro, cone, pirâmide e cubo. O autor caracteriza individualmente cada volume, sendo uma importante contribuição para essa etapa.

Figura 7: Análise da Vila Savoye de Le Corbusier por Baker

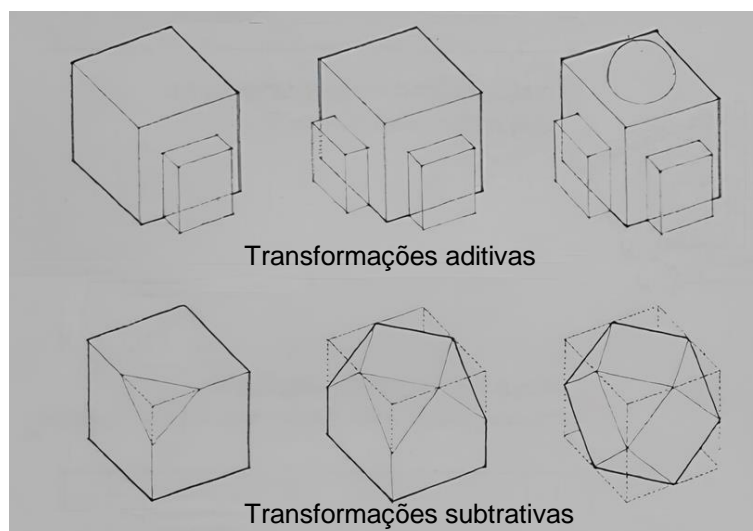


Fonte: Baker, 2021, p.199

2) Dinâmicas da forma:

Busca analisar as transformações sofridas pela geometria básica: transformações dimensionais, aditivas, subtrativas, interseção etc. Os conceitos utilizados para caracterizar essas transformações seguiram a bibliografia metodológica citada.

Figura 8: Processo de transformação de uma forma geométrica



Fonte: Ching, 1998, p.48

Ching (1998) menciona como as transformações podem alterar a identidade de uma forma dependendo da extensão do processo subtrativo ou aditivo. Também é possível preservar a sua identidade, mesmo após um processo de transformação, por não ter alterado as suas características básicas, como o número de faces, por exemplo. No caso da subtração, o autor traz o exemplo de um cubo, que pode sofrer diversas transformações, para se tornar um poliedro regular de formato aproximado de uma esfera. Na questão da adição, uma variedade de volumes pode ser adicionada a um cubo para gerar um volume totalmente distinto, de forma complexa. É possível imaginar que, dependendo do volume inicial, as transformações a serem feitas podem levar a resultados diversos. Di Mari (2014; 2016) também contribuiu ao demonstrar como as transformações geométricas de um cubo, subdividido em várias proporções, podem resultar em diferentes formas.

3) Resultado formal:

Compreende o resultado formal do projeto concluído, de forma semelhante ao construído na realidade, como concebido pelo seu projetista. Para essa etapa iremos trabalhar com fotos que mostrem o projeto concluído e permita associar os conceitos identificados nas etapas anteriores.

3. ANÁLISE

Este capítulo analisa projetos residenciais das arquiteturas moderna e contemporânea que exemplificam aspectos abordados nos capítulos anteriores. Cada obra selecionada foi analisada conforme o procedimento metodológico proposto e o resultado encontra-se nos apêndices A e apêndice B. Neste capítulo, destacamos alguns estudos para comparação.

Ao concentrar a análise nas qualidades volumétricas de cada obra, foi identificado um possível volume originário, dentre os sólidos de geometria simples (prisma, pirâmide, cilindro, cone, esfera). Na arquitetura modernista, observamos que todas as obras analisadas se concentram na geometria do prisma reto de base retangular (paralelepípedo), que passa por transformações essenciais para definição da obra como a conhecemos, em exceção a Casa das Canoas (1951), do arquiteto Oscar Niemeyer. A escolha de iniciar com esse volume está alinhada ao que foi analisado nesta pesquisa, especialmente em relação aos ideais de projeto do período, tais como racionalidade e funcionalidade. O uso de um volume prismático, com ângulos retos, assegura maior controle por parte dos projetistas na concepção espacial, o que pode gerar espaços internos bem definidos, facilitar a construção e promover o uso racional dos materiais.

Por outro lado, na arquitetura contemporânea, esses princípios são reinterpretados e oferecem maior liberdade formal na concepção dos projetos, proporcionando o surgimento de volumes que podem ser mais complexos, decorrentes de práticas experimentais promovidas pelas novas tecnologias e materiais. Observa-se, assim, um contraste com a estética do passado. No entanto, ainda há o uso de volumes simples, como o prisma citado, que, ao passar por transformações geométricas, adquire uma identidade diferenciada.

No período moderno, um dos pioneiros nessa forma de pensar e fazer arquitetura foi o arquiteto Adolf Loos, que utilizou formas geométricas simples no projeto **Casa Muller (1930)**. As superfícies lisas que constituem a fachada evidenciam a convicção do seu projetista, conhecido por comparar o ornamento na arquitetura moderna a um crime. Para conceber os seus projetos, o próprio arquiteto afirmava pensar na construção como um "cubo-prédio", descrito como um espaço vazio a ser

preenchido com cômodos de diferentes volumes (Weston, 2001, p. 68). Nesse projeto podemos exemplificar o método projetivo do arquiteto e os conceitos de Ching (1998), pois, mesmo a casa sofrendo transformações geométricas (adição e subtração), a forma inicial permanece facilmente identificável (ver figura 9).

Como um exemplo atual, podemos citar o projeto **DFAB House (2019)**, desenvolvido pelo NCCR Fabricação Digital, um centro de pesquisa interdisciplinar de uma Universidade da Suíça representa a prática atual ao integrar o processo de representação e construção com o design computacional e fabricação digital. A casa foi construída com robôs e possui concreto reforçado com aço como um de seus materiais, além de outros materiais que conferem maior eficiência. Na questão volumétrica, podemos identificar dois primas reto que são unidos, sendo o volume inferior se mantendo inalterado, enquanto o volume superior tem a superfície superior comprimida. Para a abertura de uma janela, foi feito na fachada uma superfície reversa, um recurso cada vez mais utilizado em projetos contemporâneos devido à interação possibilitada pelos softwares de modelagem digital.

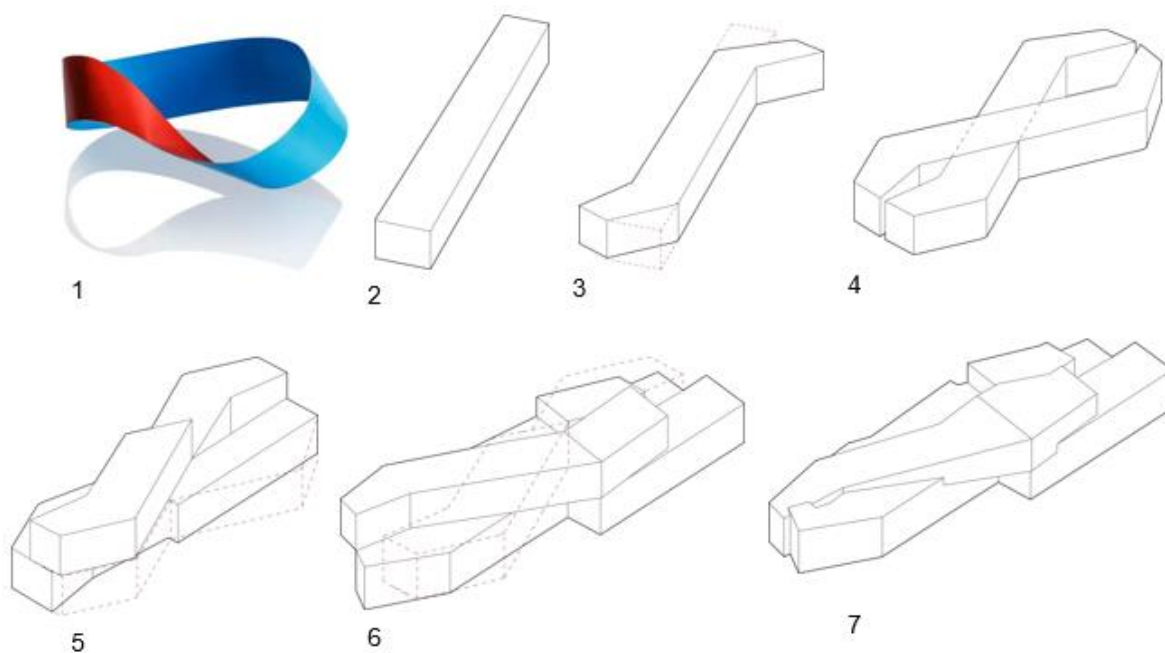
Figura 9: Diagramas Comparativos 01



Fonte: Diagramas elaborados pelo autor e fotos do site Archdaily

Outro projeto contemporâneo que parte do mesmo volume e sofre diversas transformações, como seções, reflexão e interseções, é o da **Möbius House (1993)**, do escritório UNStudio. O prisma originário passa por diversas transformações para fazer referência à superfície não orientável conhecida como fita de Möbius, que serviu como inspiração para o projeto, como podemos identificar na figura 10, seguindo a ordem numérica do processo de transformação. O resultado dessas alterações volumétricas cria uma sensação de movimento e proporciona vistas únicas aos moradores. Além disso, o projeto é considerado um dos pioneiros no uso da computação na arquitetura residencial unifamiliar, tanto como método de representação gráfica quanto de construção.

Figura 10: Diagramas Comparativos 02



Fonte: Elaborado pelo autor

O volume da **Lovell House (1927)**, de Richard Neutra trabalha com elementos planos sobrepostos, com diferentes recuos, feitos após transformações subtrativas na sua geometria básica. Cada pavimento apresenta um padrão distinto de subtração de volume, visando conferir profundidade e dinamismo à estrutura. Essa ação faz com que a fachada do edifício apresente volumes retangulares interligados, formando um conjunto dinâmico e assimétrico. As paredes brancas e lisas, características comuns

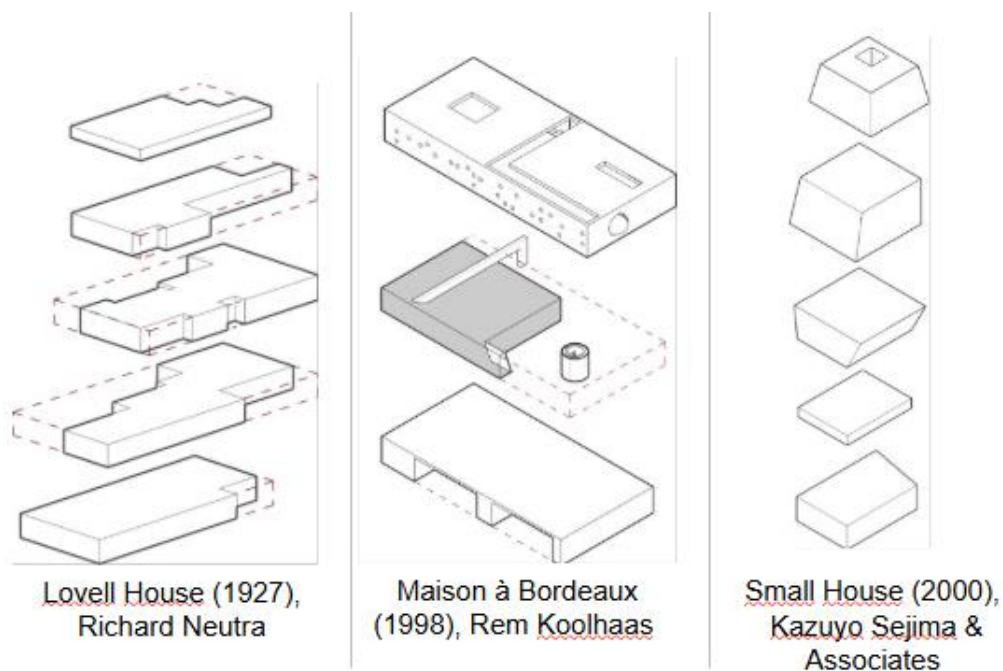
em obras modernistas, acentuam a simplicidade da sua forma geométrica. É possível identificar na fachada os elementos que lembram a estética de Le Corbusier com os 5 pontos da arquitetura moderna, como: janelas em fita e pilotis.

Uma obra contemporânea, comparável à de Richard Neutra, é a **Maison à Bordeaux (1998)**, de Rem Koolhaas, que também apresenta volumes idênticos em seus três pavimentos, embora as diferentes subtrações proporcionem identidade única a cada um deles. Do mesmo modo, a materialidade exerce importante papel na distinção de cada volume. Do topo para a base, o terceiro pavimento apresenta pequenas janelas circulares dispostas de maneira irregular. O segundo pavimento quase oculta seu volume original, sendo inteiramente envolto por paredes de vidro. Por fim, o primeiro pavimento exibe subtrações simples que permitem o acesso dos moradores. A casa articula espaços abertos, transparências e opacidades, resultando em uma composição formal intrigante. Podemos também observar um resultado dinâmico e assimétrico, semelhante ao da Lovell House, mas com a utilização de uma linguagem contemporânea.

O projeto **Small House (2000)**, do escritório Kazuyo Sejima & Associates, também utiliza a sobreposição de volumes e reflete o minimalismo tradicional da arquitetura japonesa, destinando cada um dos seus volumes ao máximo aproveitamento dos espaços. Devido estar localizado em um terreno muito pequeno, a arquiteta, possivelmente, propôs prismas trapezoidais para ampliar a sensação do espaço, junto da utilização do vidro que vai do piso ao teto, em algumas faces. Mesmo contendo diversos volumes, o resultado traz uma sensação de leveza.

A imagem a seguir mostra como a sobreposição e a subtração de volumes são utilizadas de maneiras diferentes nos dois períodos, evidenciando concepções espaciais e características específicas de cada projeto.

Figura 11: Diagramas Comparativos 03



Fonte: Elaborado pelo autor

Um das obras que mais caracteriza o período modernista é a **Vila Savoye (1928)**, de Le Corbusier. O projeto foi responsável por materializar os cinco pontos da arquitetura moderna propostos pelo próprio arquiteto, além de empregar o concreto armado como sistema construtivo, conferindo uma nova expressão estética à arquitetura. Nessa obra observamos a existência de três volumes básicos, que representam cada pavimento da construção. O primeiro volume passa por uma simples subtração, em que uma de suas faces é curvada para permitir o giro de um automóvel no lote. Os pilotis dispostos paralelamente a cada face elevam o pavimento superior, criando a impressão de um plano contínuo devido à sua linearidade e repetição. No segundo volume, é realizada uma abertura para o pátio interno, que destaca o percurso para acessos aos demais pavimentos através de uma rampa, seguindo o conceito da *promenade architecturale*. Por fim, um volume que acaba tendo um resultado distinto dos anteriores, por apresentar paredes curvas, onde o arquiteto possivelmente se permitiu um pouco de ousadia para orientar o percurso do observador, além das vistas que o último pavimento possibilita.

Mesmo o último pavimento contendo uma forma mais plástica, podemos concluir que o resultado volumétrico rígido lembra a ideia de “máquina de morar”, em alusão à época marcada pelo rápido desenvolvimento industrial. Le Corbusier possuía grande admiração pela geometria evidente, de formas puras. Para ele, a volumetria da obra deveria se mostrar nítida, como um símbolo da racionalidade que o projeto foi concebido. Por fim, é válido lembrar que o acesso ao último pavimento, conhecido como “terraço jardim”, um dos elementos integrantes dos cinco pontos da arquitetura moderna, foi possível graças ao uso da tecnologia do concreto armado e a impermeabilização das coberturas, criando terraços habitáveis, representando uma mudança estética significativa em relação aos telhados inclinados das construções tradicionais.

Já **The Curving House (2012)**, da JOHO Architecture, apesar de a geometria básica se manter com o prisma reto de base retangular, percebe-se que o resultado da subtração é completamente distinto da obra modernista citada. A residência apresenta um volume curvo e angulado, resultando em uma composição dinâmica e marcante. O escritório concebeu essa volumetria com o objetivo de integrar-se à topografia montanhosa do entorno e proporcionar aos moradores a sensação de continuidade entre os espaços internos e externos.

Diferente das superfícies lisas e brancas da Vila Savoye, a fachada dessa casa é texturizada e se destaca pelo uso de tijolos dispostos em ângulos ligeiramente variáveis ao longo de sua extensão, criando um jogo de luz e sombra que realça a materialidade do projeto. O projeto também utiliza pilotis para elevar o volume e reforçar sua presença escultural, mas já não confere a sensação de leveza como os pilotis modernistas. Esses aspectos demonstram como ambos os projetos procuram dialogar com a paisagem, mas com linguagens nitidamente diferentes. Enquanto um projeto segue a ideia do purismo geométrico, o outro busca uma superfície fluida.

Figura 12: Diagramas Comparativos 03: Vila Savoye (esquerda) e The Curving House (direita)



Fonte: Diagramas elaborado pelo autor e fotos do site Archdaily

Nesse sentido, também podemos citar o projeto da **Casa Vaazh (2024)** do Vy architecture studio, que exemplifica a mudança na maneira de conceber projetos. A geometria básica é um prisma reto que passa por uma subtração para criar dois volumes distintos, interligados por uma série de elementos curvos paralelos, que passam de um a outro em uma transição suave, característica de uma ferramenta usual dos programas gráficos digitais. Em contraste, a **Casa Eames (1945)** não apresenta essa união, evidenciando a presença de dois volumes distintos, mas com a mesma coerência estética, devido à repetição dos materiais.

Figura 13: Fotos da Casa Vaazh (esquerda) e Casa Eames (direita)



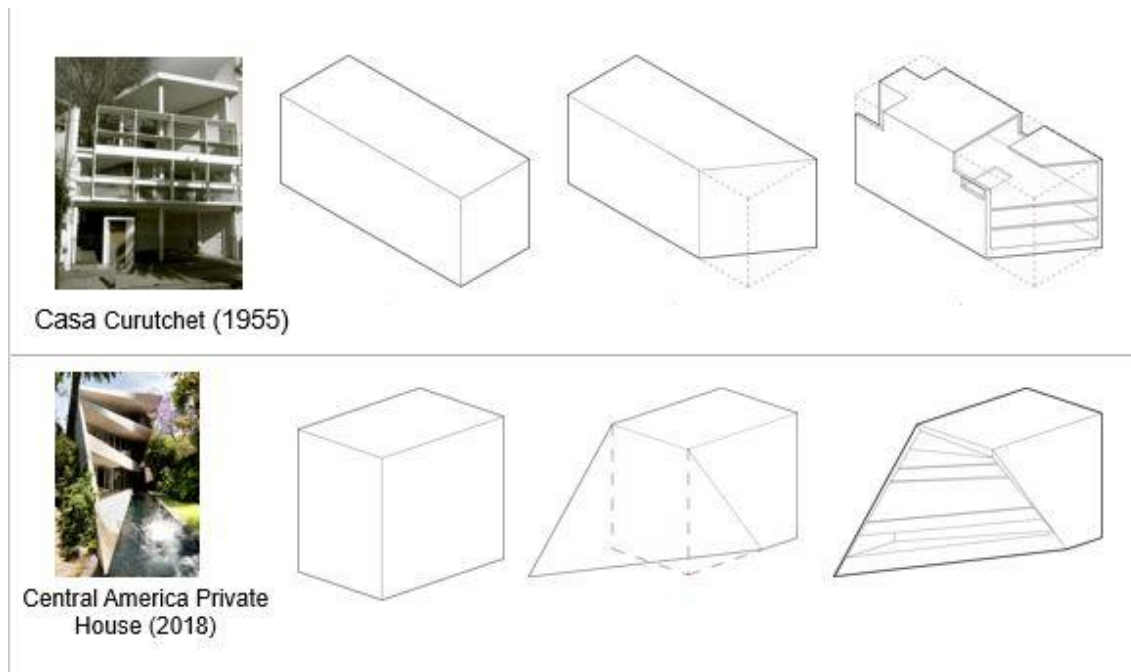
Fonte: Archdaily

Outro projeto representativo do período modernista é o da **Casa Curutchet (1955)**, também de Le Corbusier, famosa por ser o seu único projeto realizado na América Latina. Também permanece fiel aos cinco princípios da arquitetura moderna propostos pelo arquiteto. O volume original (prisma reto de base retangular) passa por uma leve adaptação ao terreno, com a inclinação da fachada frontal para se alinhar ao ângulo da rua. Além disso, diversas subtrações são feitas para a criação de pátios e janelas, conferindo leveza à estrutura.

Enquanto esse projeto molda o seu volume para se adaptar ao lote, através de um corte perpendicular ao plano da base, mantendo plana a sua superfície de fachada, a **Central America Private House (2018)** torce as arestas do volume em direções opostas, simultaneamente, utilizando o conceito de superfície reversa. Essa escolha é estratégica, pois atende às exigências do projeto, como a de maximizar as vistas do entorno e inserir uma piscina, que devido às dimensões desejadas, só poderia ser disposta no terreno na diagonal, além de proporcionar melhorias no desempenho térmico, segundo seus projetistas. O projeto, único exemplo de

arquitetura residencial unifamiliar do Bjarke Ingels Group (BIG), possui uma abordagem geométrica inovadora, característica do escritório.

Figura 14: Diagramas Comparativos 04



Fonte: Diagramas elaborado pelo autor e fotos do site Archdaily

A análise dos projetos representativos de diferentes períodos da arquitetura revela concepções espaciais e tecnológicas características de cada momento histórico. Ao explorar os aspectos formais de cada projeto, não apenas observamos mudanças estéticas, mas também avanços técnicos e conceituais significativos.

A evolução dos materiais e das técnicas construtivas permitiu a transição de volumes rígidos e geométricos para composições mais fluidas e personalizadas. Dessa forma, a análise da volumetria de projetos modernos e contemporâneos não se trata apenas de uma questão formal, mas de compreender como diferentes períodos interpretam e moldam o espaço.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou identificar como o avanço tecnológico e os valores socioculturais foram capazes de moldar a concepção da forma arquitetônica em residências unifamiliares. Para esse fim, foram definidos dois períodos distintos para ressaltar as atuais possibilidades da arquitetura e enfatizar a importância do contraste formal, concentrando em temas que são centrais na prática profissional, como os ideais de projeto, a representação gráfica, a materialidade e as técnicas construtivas. Observamos que, muitas vezes, há uma atitude intencional na arquitetura de se mostrar como algo que seja “produto do seu tempo”, ressaltando essa distinção temporal através do uso de novos recursos e métodos projetuais.

O modernismo desenvolveu uma nova expressão estética alinhada à produção industrial, promovendo a funcionalidade e simplicidade em suas construções, sendo o arquiteto Le Corbusier responsável por materializar essa visão, ao estabelecer fortes conceitos que influenciaram o movimento, como “os cinco pontos da nova arquitetura”, a “máquina de morar” e o uso do concreto armado como material expressivo de uma linguagem arquitetônica. No contemporâneo, observa-se uma forte confiança nos recursos da computação gráfica e fabricação digital, contestando valores anteriormente estabelecidos. Atualmente, há uma tendência em incentivar uma pluralidade estética, através de uma abordagem volumétrica mais diversa, e não um método projetual pré-definido.

A análise das obras, feita com foco nas suas qualidades volumétricas, permitiram exemplificar esses fatores e identificar expressões estéticas diferenciadas. Esses projetos representam momentos distintos da arquitetura e refletem concepções espaciais e tecnológicas próprias. A arquitetura moderna normalmente segue uma abordagem volumétrica purista, deixando compreensível o sólido originário. Por outro lado, a arquitetura contemporânea permite experimentações constantes, ampliando seu vocabulário formal através de maior variedade na manipulação dos sólidos geométricos originários, representando uma ruptura formal significativa.

Um dos desafios dessa pesquisa foi identificar as tendências com que os projetos contemporâneos estão sendo concebidos, uma vez que se trata de um período ainda em curso, o que provoca uma constante reinterpretação, à medida que

novas ferramentas são apresentadas e de como os projetistas a utilizam. A bibliografia consultada a esse respeito (Burry, J., & Burry, M., 2010; Kolarevic, 2005; Picon, 2010) descreve os processos de projeto, mas não estabelece as características estéticas. Diferente da arquitetura moderna, que já foi amplamente estudada, possuindo diversos materiais disponíveis para consulta e um considerável consenso sobre os seus padrões estéticos por parte de estudiosos no tema (Frampton, 2008; Corbusier, 2011; Montaner, 2015). Além disso, não foi encontrado nenhum material bibliográfico relevante que se propusesse a comparar os aspectos formais da arquitetura moderna com a arquitetura contemporânea. Também foi observado uma limitação de publicações nacionais que investigassem as questões da arquitetura contemporânea, resultando a consulta de material, praticamente, em língua estrangeira.

Após concluir a análise, que possibilitou relacionar atributos técnicos com estéticos, pudemos concluir que houve uma mudança estética significativa nos dois períodos estudados. Espera-se que essa pesquisa possa incentivar a conscientização das possibilidades de novas ferramentas para a atuação profissional e para a atualização do ensino de projeto.

BIBLIOGRAFIA

- Anthony Di Mari (2014). *Conditional Design: An Introduction to Elemental Architecture*. BIS Publishers
- _____ (2016). *Operative Design: A Catalog of Spatial Verbs*. BIS Publishers
- Baker, Geoffrey H. (1996). *Design Strategies in Architecture: an Approach to the Analysis of Form* (2ª edição). Routledge
- _____ (2021). *Le Corbusier. Uma Análise da forma*. WMF Martins Fontes
- Burry, J., & Burry, M. (2010). *The New Mathematics of Architecture*. Thames & Hudson.
- Carvalho, Maria de Jesus Mendes de. *Estética da máquina na arquitectura contemporânea*. 2015. 463f. Tese de doutoramento em Arquitectura, Universidade Lusíada de Lisboa, 2009
- Ching, Francis (1998). *Arquitetura. Forma, Espaço e Ordem*. Martins Fontes.
- Corbusier, L. (2011). *Por uma Arquitetura* (6ª edição). Perspectiva.
- Frampton, K. (2008). *História Crítica da Arquitetura Moderna*. Martins Fontes.
- Gani, Danusa Chini. *A geometria de Gaspard Monge: o método descritivo que Prescinde da técnica da dupla projeção ortogonal e independe dos meios de representação* – Rio de Janeiro: UFRJ/FAU, 2016.
- Kolarevic, B. (2005). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Taylor & Francis.
- Montaner, Josep Maria (2015). *Depois do Movimento Moderno: Arquitetura da Metade do Século XX*. Editora Gustavo Gili.
- Picon, A. (2010). *Digital Culture in Architecture: An Introduction for the Design Professions*. Birkhäuser Architecture.
- _____ (2011), *Architecture and Mathematics: Between Hubris and Restraint*. *Archit Design*, 81: 28-35. <https://doi.org/10.1002/ad.1265>
- Realidades criativas do campo estético: hibridismo entre arte e arquitetura digital. *PosFAUUSP*, [S. l.], v. 23, n. 41, p. 108–121, 2016. DOI: 10.11606/issn.2317-2762.v23i41p108-121. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/110090>.. Acesso em: 22 mar. 2024.
- Scheeren, R. (2012). *O Processo de Abstração Estética e a Crise do Movimento Moderno na Arquitetura*. *Existência e Arte – Revista Eletrônica do Grupo PET – Ciências Humanas, Estética da Universidade Federal de São João Del-Rei – ANO VIII – Número VII*, pp. 94-113.

Scruton, Roger. Estética da arquitetura. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2010.

Weston, Richard (2011). As mais importantes edificações do século XX: plantas cortes e elevações (2ª edição). Bookman.

William J. Mitchell. “Roll Over Euclid: How Frank Gehry projeta e constrói” em J.Fiona Ragheb (ed.), Frank Gehry, arquiteto. Nova York: Publicações do Museu Guggenheim, 2001, pp. 352–363.

Wong, W. (2014). Princípios de forma e desenho. São Paulo: Martins Fontes.

Artigos e/ou matérias de revista, boletim etc. em meio eletrônico:

Baldwin, Eric. Archdaily (2022). Materiais do futuro: a arquitetura dos biocompósitos - <https://www.archdaily.com.br/br/987601/materiais-do-futuro-a-arquitetura-dos-biocompositos> . Acessado em: 30 jan. 2025.

Franco, José T. Archdaily (2022). A Madeira Laminada Cruzada (CLT) é o concreto do futuro? <https://www.archdaily.com.br/br/922665/a-madeira-laminada-cruzada-clt-e-o-concreto-do-futuro> . Acessado em: 31 jan. 2025.

Maciel, Carlos A. Vitruvius (2002). Villa Savoye: arquitetura e manifesto (1) <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitextos/02.024/785> . Acessado em: 01 mar. 2025.

Souza, Eduardo. Archdaily (2020). Concreto reforçado com fibras: resistência e leveza - <https://www.archdaily.com.br/br/919851/concreto-reforcado-com-fibras-resistencia-e-leveza> . Acessado em: 30 jan. 2025.

Walsh, Niall P. Archdaily (2019). Qual é o futuro do concreto na arquitetura?. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/927190/qual-e-o-futuro-do-concreto-na-arquitetura?ad_medium=gallery . Acessado em: 02 fev. 2025.

_____. Archdaily (2018). ETH Zurich e Zaha Hadid Architects criam pavilhão de concreto que pode ser transportado em uma mala - https://www.archdaily.com.br/br/905411/eth-zurich-e-zaha-hadid-architects-criam-pavilhao-de-concreto-que-pode-ser-transportado-em-uma-mala?ad_source=search&ad_medium=search_result_all . Acessado em: 30 jan. 2025.

APÊNDICE A: ANÁLISE DA ARQUITETURA MODERNA

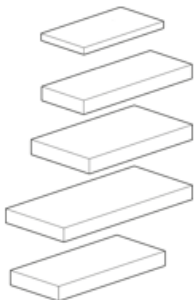
Casa Rietveld Schröder (1924), Gerrit Rietveld



Lovell House (1927), Richard Neutra

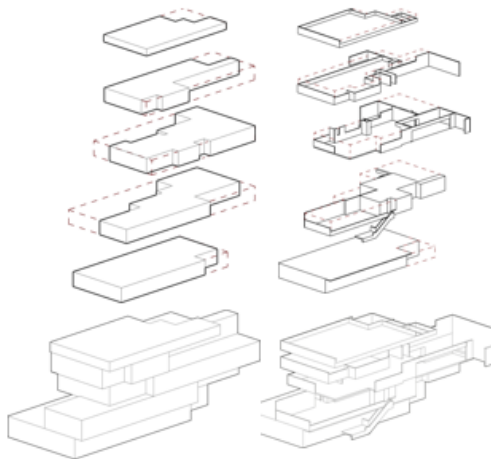
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular

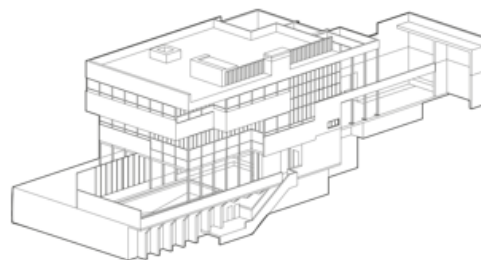


Dinâmicas da Forma

Subtração



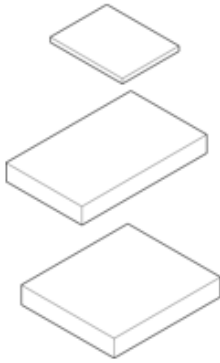
Resultado Formal



Casa Modernista da R. St Cruz (1927), Gregori Warchavchik

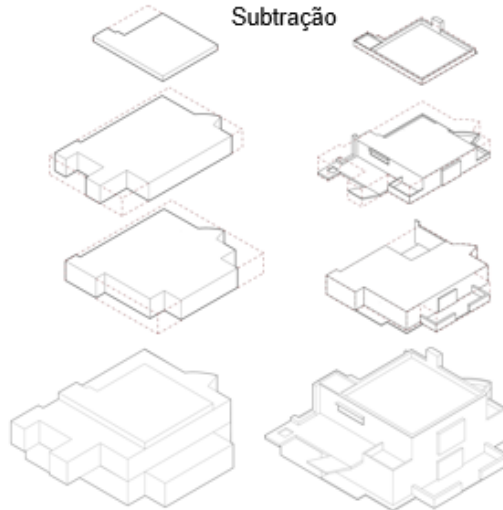
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular

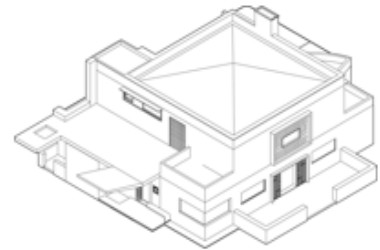


Dinâmicas da Forma

Subtração



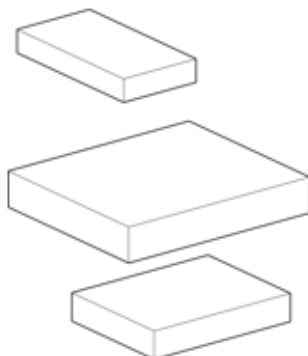
Resultado Formal



Vila Savoye (1928), Le Corbusier

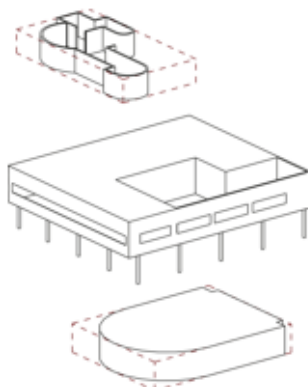
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular

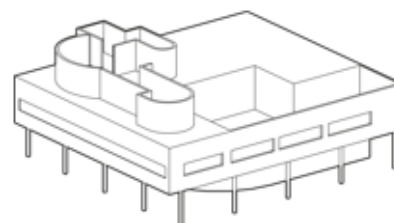


Dinâmicas da Forma

Subtração e Adição



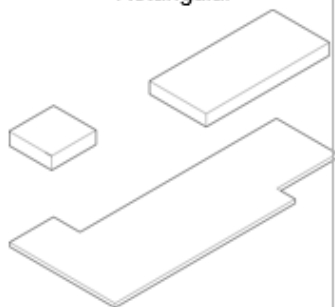
Resultado Formal



Pavilhão de Barcelona (1929), Mies van der Rohe

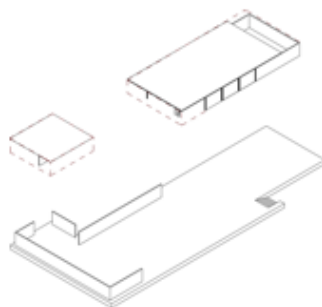
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular

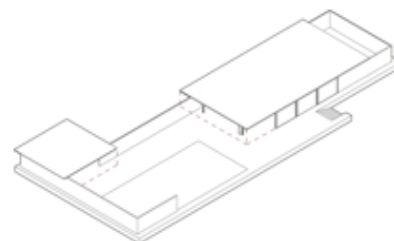


Dinâmicas da Forma

Subtração



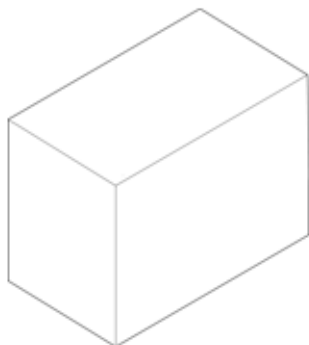
Resultado Formal



Casa Muller (1930), Adolf Loos

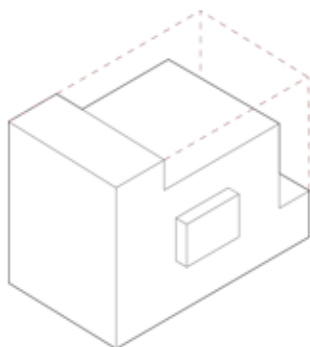
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular

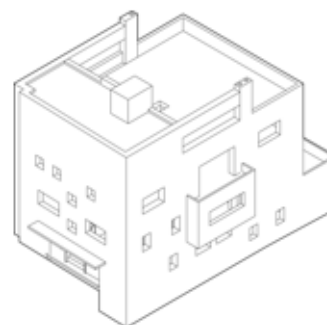


Dinâmicas da Forma

Subtração e adição



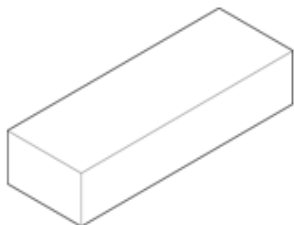
Resultado Formal



Casa Sobre o Arroio (1943), Amancio Williams e Delfina Gálvez Bunge

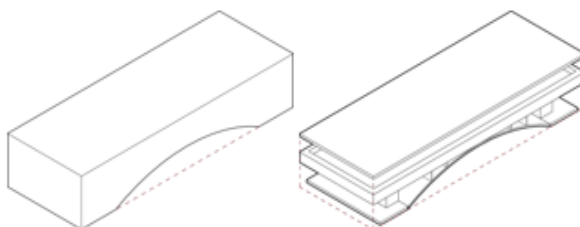
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular

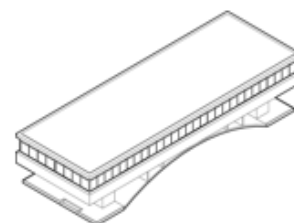


Dinâmicas da Forma

Subtração



Resultado Formal



Casa Eames (1945), Charles Eames e Ray Eames

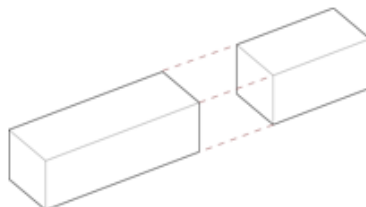
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular

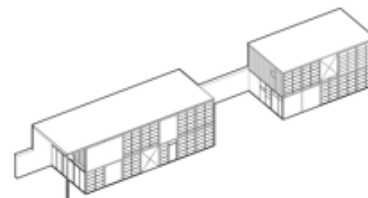


Dinâmicas da Forma

Subtração



Resultado Formal



Casa das Canoas (1950), Oscar Niemeyer

Geometria básica

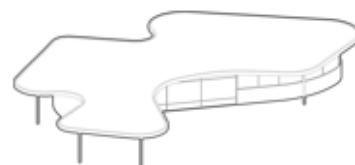
Formas orgânicas



Dinâmicas da Forma



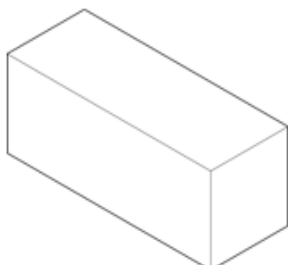
Resultado Formal



Casa Curutchet (1955), Le Corbusier

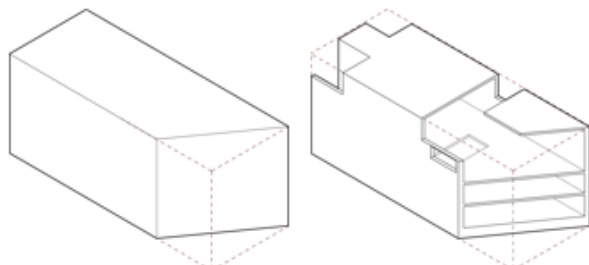
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular



Dinâmicas da Forma

Subtração



Resultado Formal



APÊNDICE B: ANÁLISE DA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA

Möbius House (1993), UNStudi

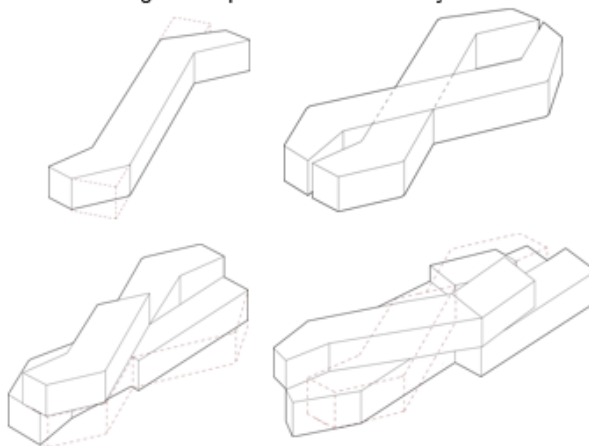
Geometria básica

Prisma Reto de Base Retangular



Dinâmicas da Forma

Dobragem / Espelhamento / Entrelaçamento



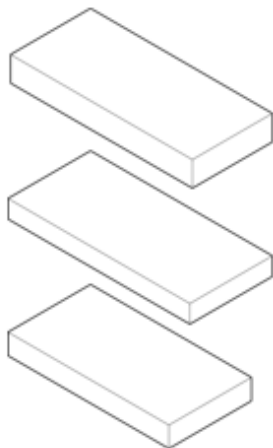
Resultado Formal



Maison à Bordeaux (1998), Rem Koolhaas

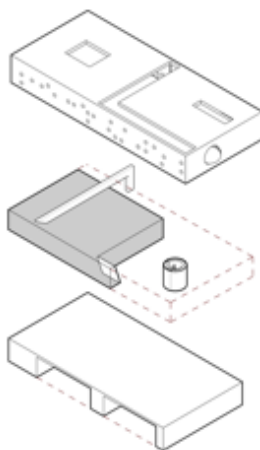
Geometria básica

Prisma Reto de Base
Retangular

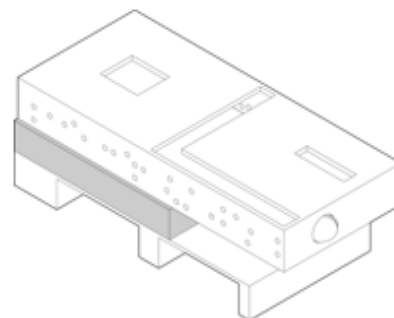


Dinâmicas da Forma

Subtração



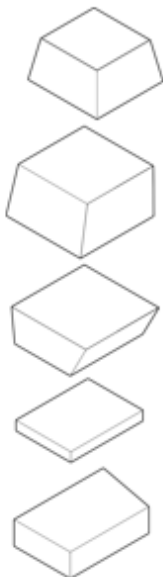
Resultado Formal



Small House (2000), Kazuyo Sejima & Associates

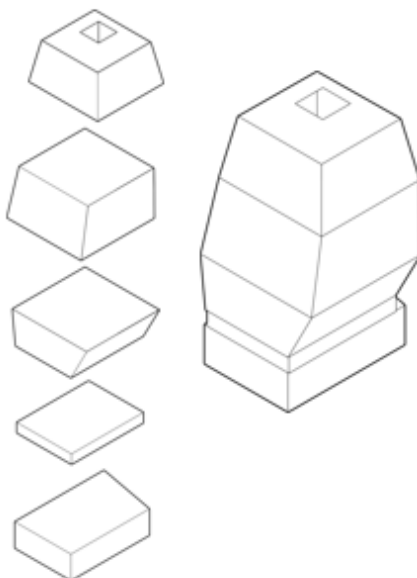
Geometria básica

Três prismas trapezoidais e dois prismas retos de base retangular

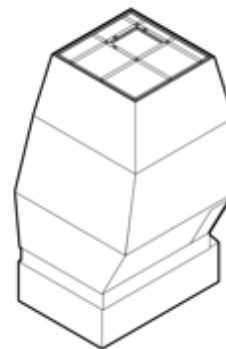


Dinâmicas da Forma

Subtração



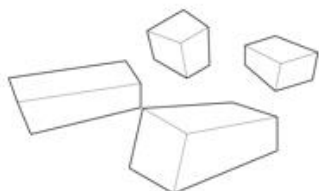
Resultado Formal



The Villa (2009), Daniel Libeskind

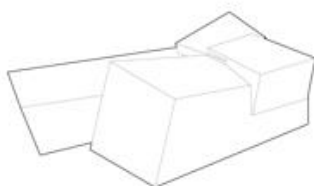
Geometria básica

Prismas oblíquos de
base quadrilátera



Dinâmicas da Forma

Interseção



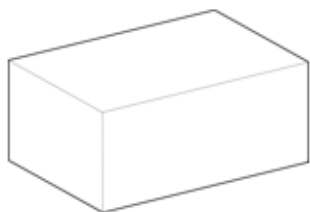
Resultado Formal



The Curving House (2012), JOHO Architecture

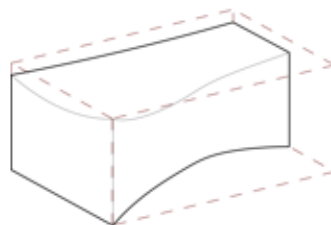
Geometria básica

Prisma reto de base
retangular

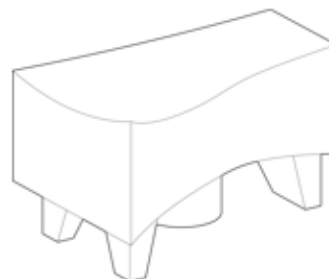


Dinâmicas da Forma

subtração



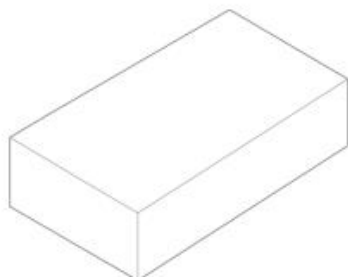
Resultado Formal



Residência Kwantes (2016), MVRDV

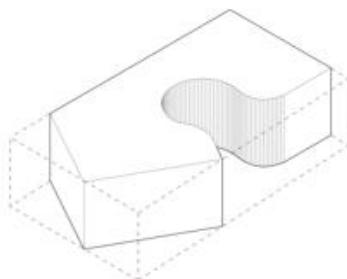
Geometria básica

Prisma reto de base
retangular



Dinâmicas da Forma

subtração



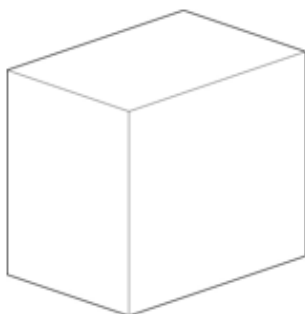
Resultado Formal



Central America Private House (2018), Bjarke Ingels Group (BIG)

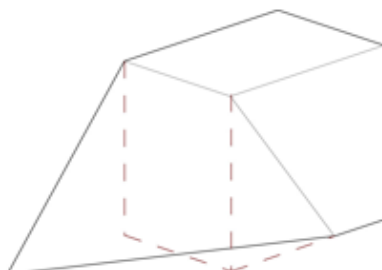
Geometria básica

Prisma reto de base
retangular

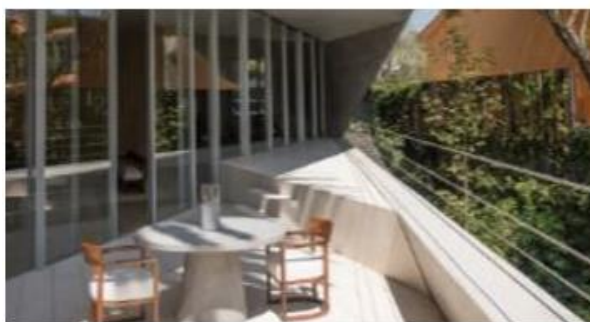
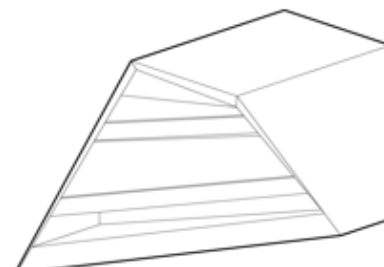


Dinâmicas da Forma

Torção



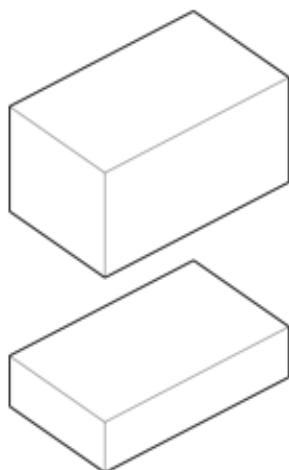
Resultado Formal



DFAB House (2019), NCCR Fabricação Digital

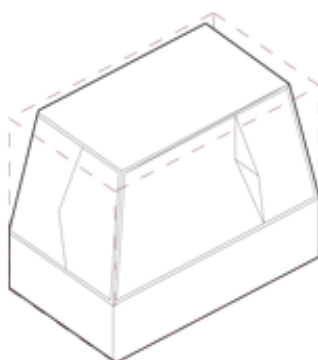
Geometria básica

Prisma reto de base retangular

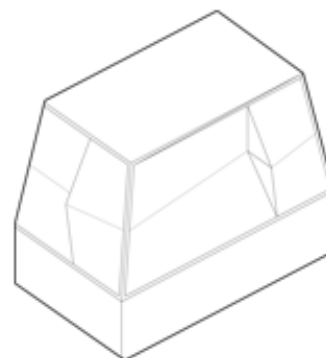


Dinâmicas da Forma

Escalonamento da face superior



Resultado Formal



Casa LG Thinq (2021), Estudio Guto Requena e Pax Arquitetura

