

entre  
lãs

Tensegridade aplicada em mobiliário

KAREN MICHELOTE DE ALVARENGA





A473e

Alvarenga, Karen Michelote de

Entrenós : tensegridade aplicada em mobiliário / Karen Michelote de Alvarenga. -- Bauru, 2025  
88 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Design) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru

Orientadora: Érica Pereira das Neves

1. Mobiliário. 2. Design. 3. Projeto de produto. 4. Tensegridade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).



# Resumo

O presente trabalho aborda a concepção de mobiliários externos aplicando conceitos de tensegridade. Tensegridade é um conceito proveniente da física, que consiste em unir forças de tração e compressão para tornar as estruturas estáveis, ademais são construções de alta efetividade e resistência. Portanto, o desenvolvimento de mobiliários utilizando esses princípios, busca criar produtos que possam gerar um espaço aconchegante, harmonioso e convidativo às interações sociais, além de serem eficientes utilizando poucos recursos. Percorrendo um caminho de explorações acerca do tema da tensegridade, o projeto caminha através de todo o processo de criação, desde testes simplificados, idealização de ambiente até a concepção de modelos de baixa fidelidade e imagens finais renderizadas. Desta forma, o mobiliário se destaca indo além da aplicação meramente estética, sendo funcional e capaz de se adaptar às diversas necessidades dos usuários, proporcionando conforto e versatilidade em concepções diferenciadas para o âmbito do design.

**PALAVRAS-CHAVE:** tensegridade, design, design de produto, mobiliário externo.

# Abstract

This paper addresses the design of outdoor furniture using the principles of tensegrity. Tensegrity, a concept derived from physics, involves combining tensile and compressive forces to create stable structures, offering high efficiency and durability. The development of furniture based on these principles aims to create products that foster a cozy, harmonious, and inviting environment for social interaction, while also being resource-efficient. The project explores the tensegrity concept through a process that includes simplified testing, environmental design ideation, and the creation of low-fidelity models, culminating in rendered final images. In this way, the furniture goes beyond mere aesthetic application, being functional and adaptable to the diverse needs of users, offering comfort and versatility through unique design concepts in the field of design.

**KEYWORDS:** tensegrity, design, product design, outdoor furniture.

# Entrenós

Tensegridade aplicada em mobiliário

## Sumário

|     |                                     |    |
|-----|-------------------------------------|----|
| 1   | Introdução                          | 06 |
| 2   | Contexto e revisão bibliográfica    | 10 |
| 2.1 | Início da ideia                     | 11 |
| 2.2 | Tensegridade                        | 14 |
| 3   | Processo criativo e desenvolvimento | 22 |
| 3.1 | Entendo o público-alvo              | 24 |

|       |                                  |    |
|-------|----------------------------------|----|
| 3.2   | Painel semântico e visual        | 26 |
| 3.3   | Estudo de técnicas e volumetrias | 27 |
| 3.4   | Mobiliário externo               | 32 |
| 3.4.1 | Composição do ambiente           | 35 |
| 3.4.2 | Domo geodésico                   | 36 |
| 3.4.3 | Poltrona                         | 39 |
| 3.4.4 | Sofá                             | 40 |
| 3.4.5 | Mesa                             | 41 |
| 3.4.6 | Abajur                           | 42 |
| 3.5   | Linha criativa                   | 43 |
| 3.5.1 | Esboços                          | 44 |

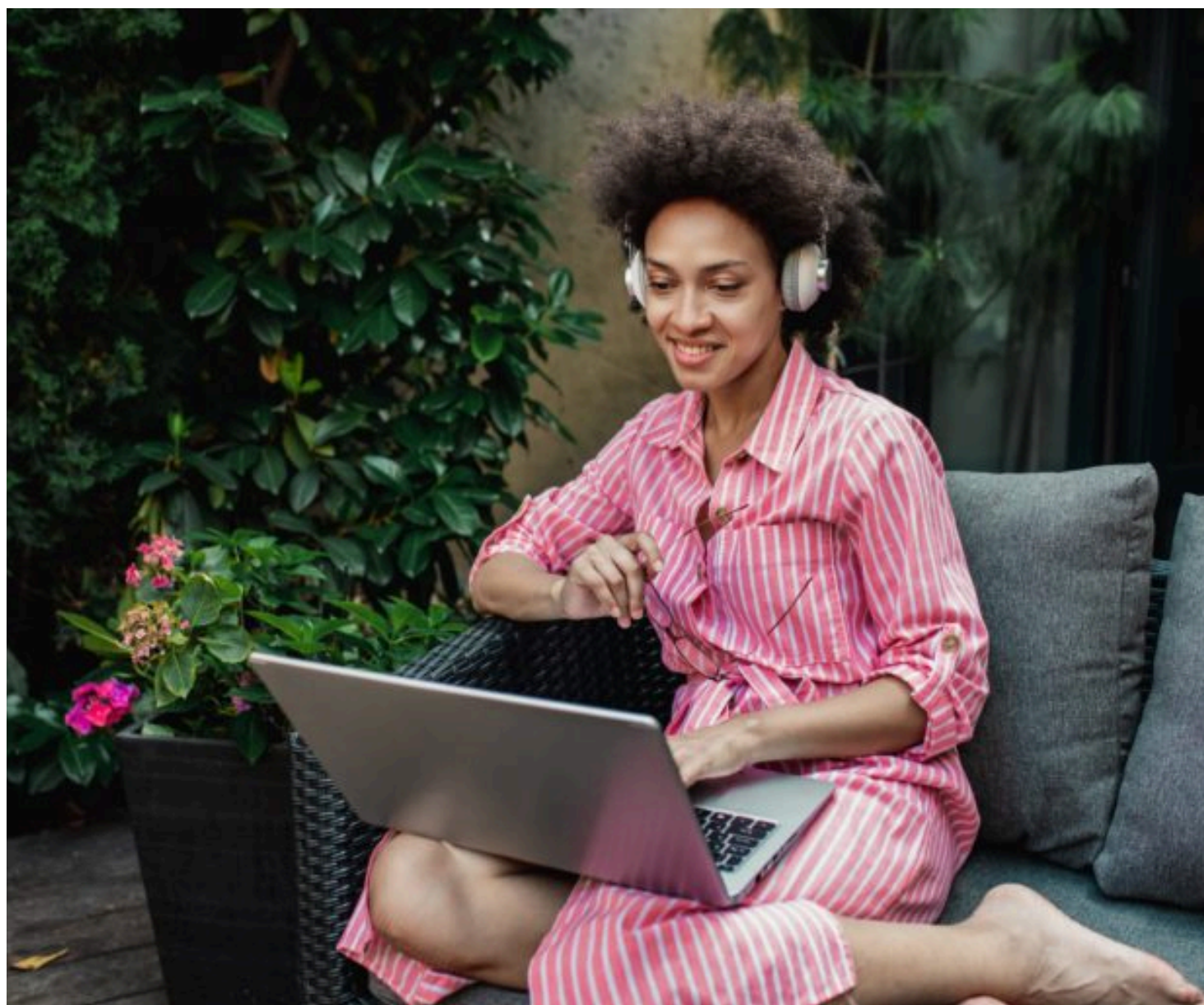
|       |                             |    |
|-------|-----------------------------|----|
| 3.5.2 | Modelagem                   | 48 |
| 3.5.3 | Pranchas                    | 53 |
| 3.5.4 | Imagens renderizadas        | 57 |
| 3.5.5 | Identidade visual           | 61 |
| 4     | Modelos de baixa fidelidade | 63 |
| 4.1   | Métodos de montagem         | 64 |
| 4.2   | Mockups                     | 78 |
| 5     | Ambientação                 | 80 |
| 6     | Considerações finais        | 84 |
| 7     | Agradecimentos              | 86 |
| 8     | Referências                 | 87 |

# I - Introdução



# Introdução

Imagem 1: Representação relação com ambiente externo



Fonte: <https://forbes.com.br/forbes-money/2021/02/exclusivo-como-a-pandemia-mudou-a-relacao-dos-brasileiros-com-suas-casas/>

O campo de mobiliário é vasto e permite muita exploração. Considerando o ambiente doméstico, especialmente nos espaços de lazer, o mobiliário pode contribuir para vivências comuns entre as pessoas, favorecendo o acolhimento e conforto.

O isolamento social provocado pela pandemia de COVID, em 2020, promoveu mudanças na relação das pessoas com seu ambiente doméstico, seja em virtude da necessidade do trabalho remoto, seja pela forma com que os relacionamentos interpessoais entre os moradores se desenvolveram.

A pandemia de COVID-19 forçou muitas pessoas a reconsiderarem a configuração de seus lares, com destaque para a importância de espaços que promovam o bem-estar psicológico e a conexão social, mesmo em tempos de distanciamento (LIU et al., 2020, 2145).

# Introdução

De acordo com Browning e Lee (2017) o confinamento e o isolamento social reforçaram o caráter de refúgio dos ambientes domésticos, principalmente no que tange ao equilíbrio entre privacidade e interação entre os residentes. Segundo os autores, em muitos casos isso fortaleceu os laços familiares e sociais.

Por esse princípio, o mobiliário corrobora a construção de espaços domésticos que possam contribuir para a promoção de momentos de lazer e de desconpressão. Ou seja, locais que possam ser considerados como refúgio, desconectando a mente dos desafios do dia a dia, mesmo nos curtos períodos livres no meio da rotina. Para tanto, necessitam de estruturas e elementos que os tornem aconchegantes, harmonioso e convidativo a novas interações, aproximando famílias, amigos e proporcionando momentos de união e criação de novos laços e memórias.

# Introdução

Assim, o objetivo deste trabalho foi a criação de mobiliários externos atrelados a conceitos físicos da tensegridade. A tensegridade, traz uma abordagem inovadora ao design de mobiliários por meio da interação equilibrada entre forças de compressão e tração. Estas possibilitam a criação de estruturas leves e resilientes, que, a partir do uso eficiente de materiais, tornam possíveis a criação de produtos com estruturas e formas criativas.

Ademais, o projeto focou na pesquisa e aplicação de materiais que sejam adequados às forças estruturais geradas pela tensegridade, bem como condizentes às variações climáticas. Para tanto, procurou-se compreender o conceito e a aplicação de tensegridade em mobiliários por meio de testes em modelos de escala reduzida.

A combinação harmônica destes pontos resulta de pesquisas e explorações acerca dos temas, além da realização de testes práticos para compreensão dos princípios físicos da tensegridade, com o objetivo de desenvolver um sistema estrutural estável e resistente.



# 2 - Contexto e revisão bibliográfica





## 2.1 - O início da ideia

No início, o projeto girava em torno de desenvolver algo relacionado a mandalas, porém, o contexto de aplicação ainda era incerto. As certezas começaram a surgir quando escolhi o campo do mobiliário para explorar.

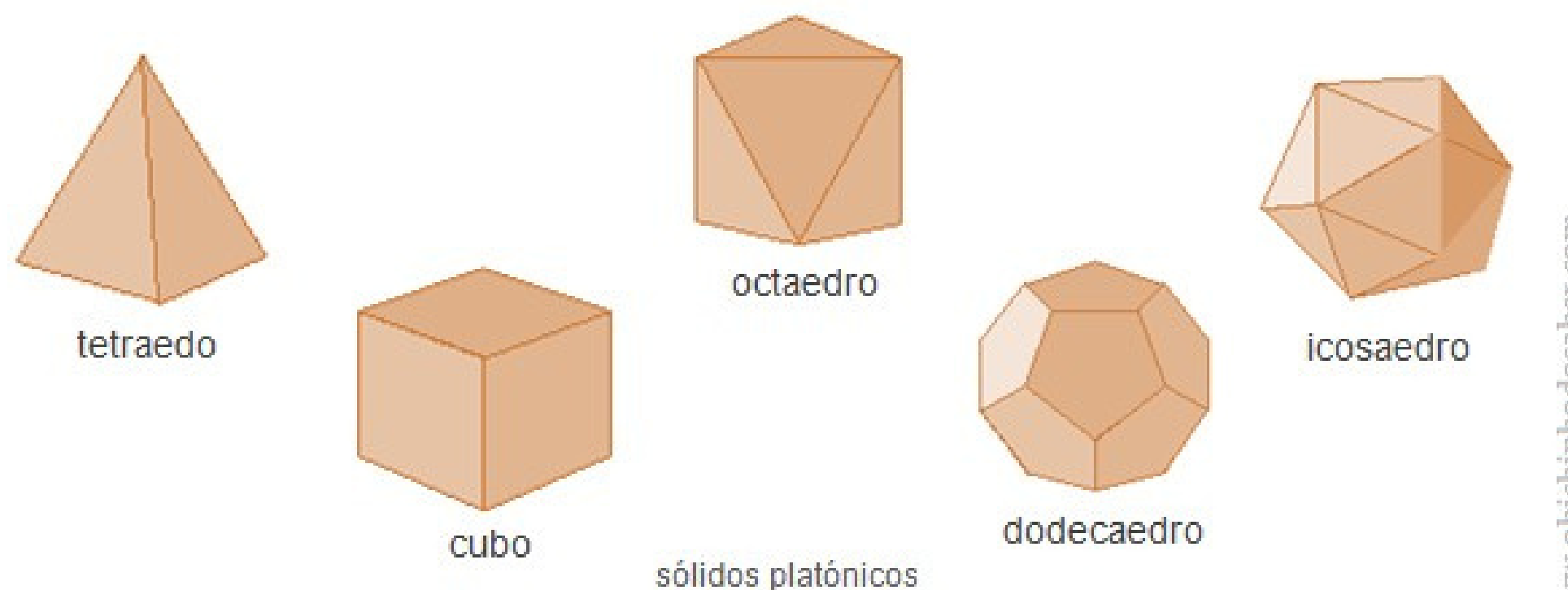
Quando o termo tensegridade veio ao meu conhecimento, comecei a explorar formas de como ele poderia ser trabalho dentro da área do design de mobiliário.

O principal motivador foi relembrar da fase pandêmica na qual o afastamento social foi necessário, e a reclusão doméstica uma realidade. Diante disso, busquei idealizar um ambiente que fosse harmonioso e aconchegante, que favorecesse vivências tanto individuais como coletivas. Optei, portanto, pela criação de uma linha de mobiliários residenciais de uso externo, a partir da estética e de conceitos vindos da tensegridade.

# O início da ideia

A história remonta o surgimento do conceito da tensegridade por volta de 1960. Em sua tese de doutorado “Aplicação de Estruturas de Bambu no Design de objetos... custo”, Roberto Verschleisser (2008), aborda historicamente a tensegridade em estruturas construtivas primitivas até estruturas de bambu. Ao discorrer sobre sólidos platônicos (Imagem 2), Roberto (2008) exemplifica que o tetraedro, o cubo, o octaedro, o dodecaedro e o icosaedro (este último, será usado na construção de um dos mobiliários) são formados por figuras regulares, ou seja, todas as faces, arestas e ângulos são iguais. Ressalta também que esses todos sólidos estão inscritos em uma circunsfera.

Imagem 2: Sólidos platônicos



# O início da ideia

Outro arquivo de destaque para o desenvolvimento deste trabalho foi o idealizado por Robert William Burkhardt (2008), A practical guide to tensegrity design. Segundo Verschleisser (2008), o autor iniciou uma investigação profunda sobre o tema, mantendo inclusive correspondência com Fuller para obter mais detalhes sobre a geometria e matemática da tensegridade. Burkhardt, aborda também a razão pela qual a tensegridade não é frequentemente utilizada:

Parece provável que parte da razão pela qual as estruturas de tensegridade não avançaram, mesmo em círculos onde havia um forte interesse em aplicações práticas de tensegridade, foi a aparente escassez de ferramentas poderosas e precisas para realizar o seu design. A patente básica de tensegridade de Fuller contém citações de comprimentos de membros, mas nenhuma indicação de como calcular os comprimentos. Provavelmente, os comprimentos foram calculados posteriormente, medindo-se os comprimentos dos tendões de uma estrutura acabada. (Burkhardt, 2008, p. 33).

## 2.2 - Tensegridade

O conceito de tensegridade envolve a utilização da combinação de forças de tração e compressão para manter uma estrutura estável. Para seguir com a explanação acerca do tema, é considerável conhecer um pouco de seu precursor, Richard Buckminster Fuller (1895-1983), um arquiteto e inventor americano, famoso por suas ideias inovadoras sobre sustentabilidade e design. Fuller defendia o uso eficiente de recursos para resolver problemas globais e, constantemente cita a biônica, defendendo a observação da natureza.

É possível identificar o fenômeno da tensegridade em inúmeras situações, assim como citado por Verschleisser (2008) "A Natureza por não ser perdulária, mantém-se rigorosamente dentro dos ditames do máximo de eficiência com um mínimo de recursos." Richard descreveu essa predominância em seu livro Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking (1975). Segundo ele, "todas as estruturas devidamente compreendidas, desde o sistema solar até o átomo, são estruturas Tensegrity. O Universo é integridade omnitensional" (Fuller, 1975, p. 700.04).



# Tensegridade

Ainda sobre Fuller, vale destacar que ficou conhecido por suas estruturas geodésicas, colocando em prática seus princípios de otimização de recursos.

Imagem 3: Richard Buckminster Fuller em sua oficina



Com Bucky percebemos como estamos presos a formas que não correspondem aos conhecimentos científicos disponíveis no mundo contemporâneo. Do ponto de vista de resistência estrutural e também de economia, estamos reproduzindo ainda princípios e conceitos empregados pelas culturas primitivas. (Ripper, 2008, p.94).

Fonte: <https://florbrancaciencia.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/fuller.jpg?w=300>

# Tensegridade

Assim, a tensegridade combina estruturalmente elementos rígidos e tensionados para criar formas que são ao mesmo tempo leves e muito resistentes. Em uma estrutura de tensegridade, as partes sólidas, como hastes ou tubos, não se tocam; em vez disso, ficam suspensas por uma rede de cabos ou fios que as mantêm unidas.

As estruturas tensegrity se baseiam num princípio completamente diferente do convencional. Em vez de recorrer à estratégia do peso e suporte, elas são feitas como um sistema de esforços omnidirecionais equilibrados. (Kenner, 1976 , citado por Valentín, 2005 p.43).

É um princípio estrutural novo e muito particular, conforme descrito por Roberto Verschleisser (2008) as estruturas não precisam de apoios adicionais ou fundações uma vez que não dependem de fatores gravitacionais para o seu próprio equilíbrio. Isso resulta em uma construção que é flexível e capaz de se adaptar a diferentes forças e pressões. Estruturas com essas características “... oferecem a capacidade de ceder progressivamente sem, basicamente, quebrar ou se despedaçar.” (Verschleisser, 2008, p. 117).

# Tensegridade

Como defendido por Fuller, esse princípio pode ser encontrado em muitos padrões naturais.

Nas suas observações da Natureza, Fuller apreciava a perfeita aerodinâmica e hidrodinâmica dos pássaros e peixes, bem como o design de qualquer outra criatura cuja forma resultasse em um máximo de eficiência e um mínimo de resistência. (Verschleisser, 2008, p. 96)

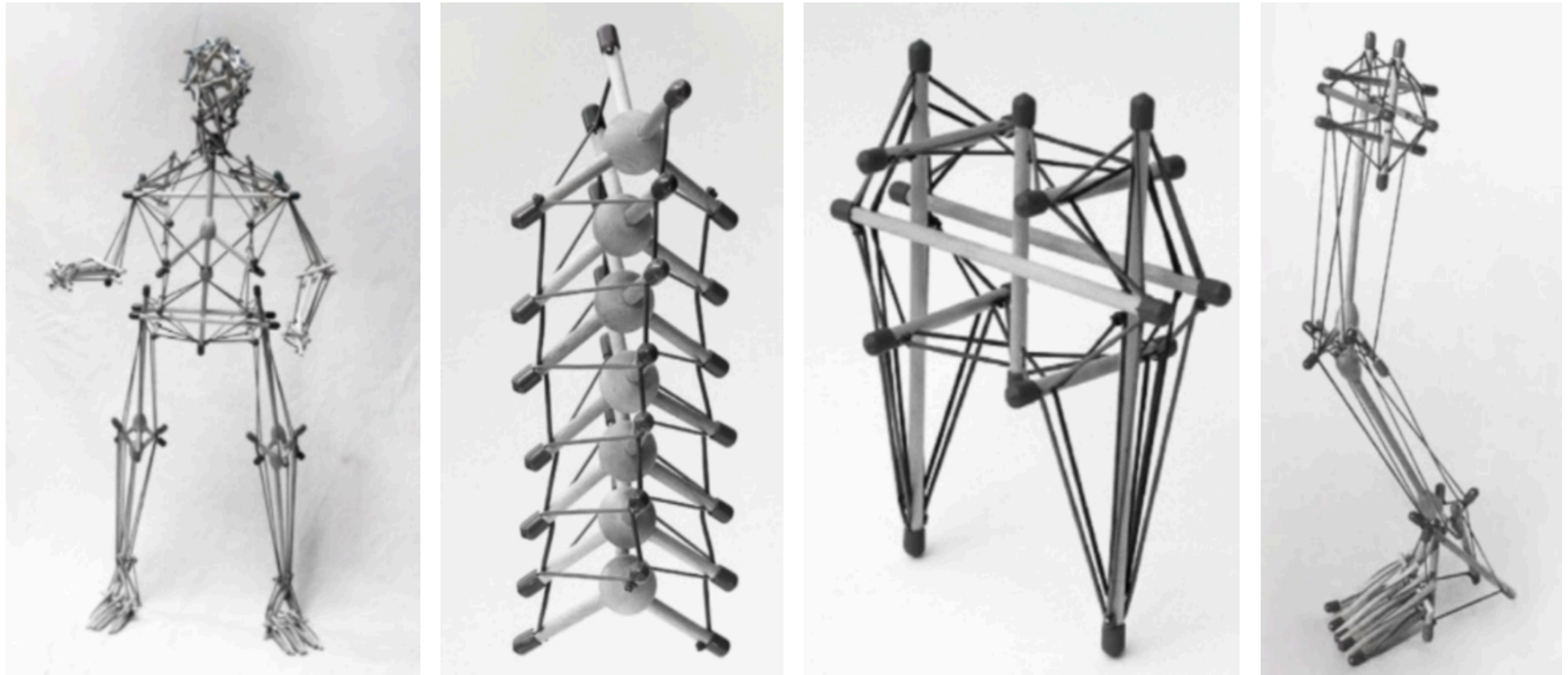
Por exemplo, de maneira simplificada, no corpo humano há configurações onde as estruturas rígidas (ossos) são suportadas por conexões flexíveis (músculos). Nessa combinação, onde a tensão e a compressão coexistem harmoniosamente, é estudada hoje como biotensegridade.

A estrutura corporal é compreendida como uma estrutura tensionada autoportante (que não precisa de apoios para se erguer) em um campo contínuo de tensão, realizado pelos tecidos flexíveis, ou seja, pelo sistema mio-fascial – músculos, tendões, ligamentos e fáscias – e por um campo descontínuo em compressão, representado pelos ossos, também conhecido como tecido ósseo ou sistema esquelético. (Ingber, 1998, p.48).

# Tensegridade

## Biotensegridade

Imagem 4: Modelos que demonstram o sistema de biotensegridade no corpo humano



Fonte: Fundamentos, teorias e aspectos metodológicos disciplinares aplicados na biônica e biomimética, 2018, p.159.



# Tensegridade

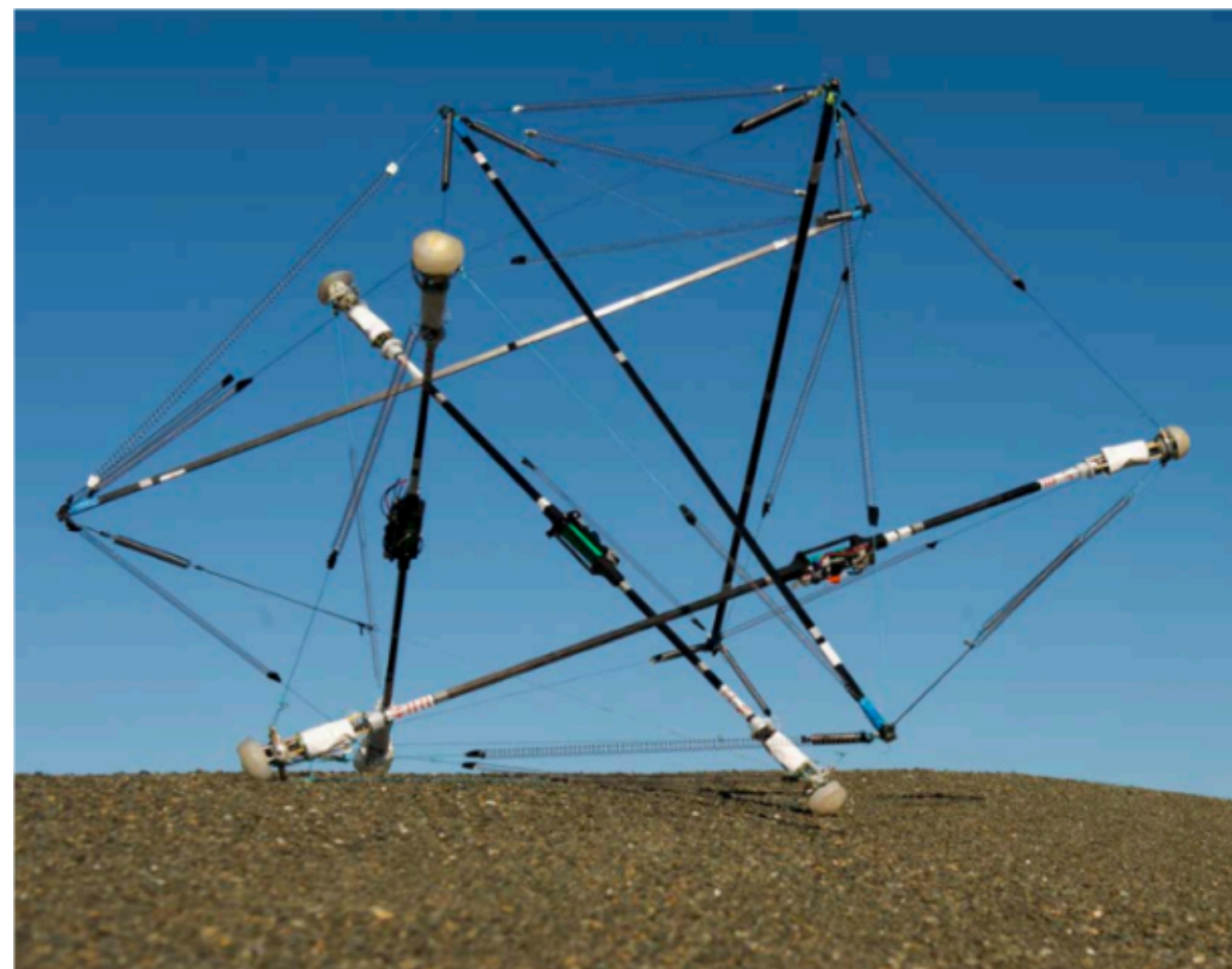
A importância da tensegridade reside na sua eficiência. Como as estruturas são projetadas para distribuir as forças de maneira equilibrada, elas podem suportar cargas pesadas sem a necessidade de grandes quantidades de material. A tensegridade também oferece um alto nível de resistência a forças externas, de acordo com Robert William (2008) “A sua extrema resiliência torna as estruturas de tensegridade capazes de resistir a grandes choques estruturais, como terremotos.”, tornando as estruturas seguras e duráveis.

Combinando os benefícios econômicos e o comportamento estrutural promissor que pode ser melhorado ainda mais por meio de pesquisas, as estruturas de tensegridade podem se tornar o futuro da engenharia estrutural, especialmente quando a carga sísmica é um risco. (AZEM et al., 2022.)

# Tensegridade

Há alguns anos a NASA (National Aeronautics and Space Administration) por meio da Divisão de Sistemas Inteligentes da NASA, iniciou o desenvolvimento do Super Ball Bot, que é uma plataforma de pouso e mobilidade 'tudo-em-um' baseada em estruturas de tensegridade, permitindo missões planetárias de menor custo e mais confiáveis. De acordo com o site oficial da NASA, o Super Ball Bot tem uma matriz esférica de cabos e juntas que pode suportar ser lançada de uma espaçonave bem acima da superfície planetária e absorver o impacto. Suas juntas podem se ajustar para rolar o robô em qualquer direção enquanto abrigam um dispositivo de coleta de dados dentro de seu núcleo.

Imagem 5: Modelos Super Ball Bot, desenvolvido pela NASA baseado nos princípios de tensegridade.



Fonte: [https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/04/sunspiral\\_niac\\_feb2014\\_stanford\\_final2\\_tagged.pdf?emrc=646642](https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/04/sunspiral_niac_feb2014_stanford_final2_tagged.pdf?emrc=646642)

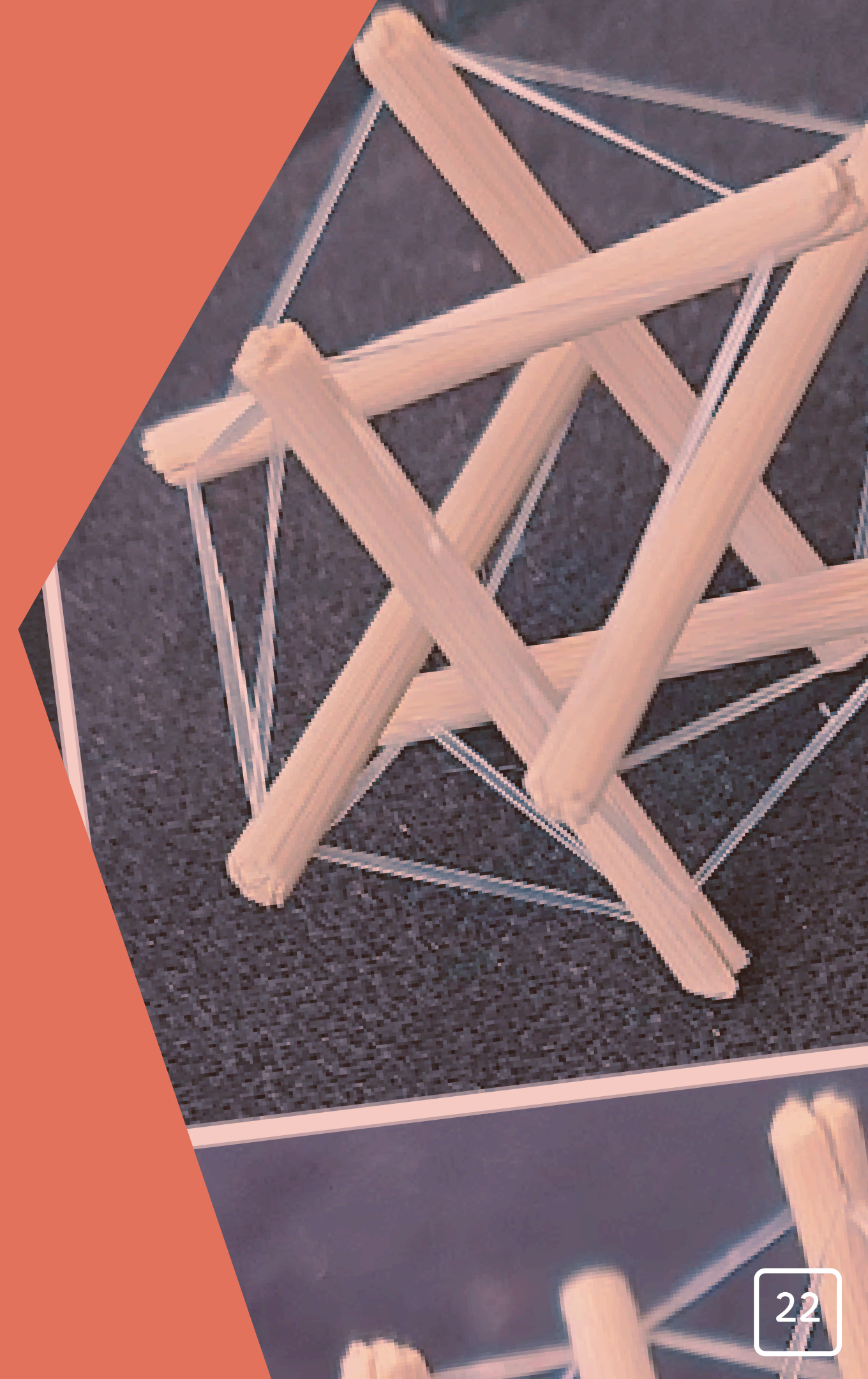
# Tensegridade

Além de sua aplicação em engenharia e arquitetura, a tensegridade tem sido inspiradora em áreas como design, arte e biologia. Sua estética única e funcionalidade eficiente tornam-na uma abordagem inovadora para resolver problemas de estrutura e design, mostrando como a natureza pode nos ensinar a criar de forma mais inteligente e sustentável.

Trabalhar com tensegrity ajuda a descobrir a geometria que permite à Natureza construir estruturas altamente eficientes e elegantes. Se utilizássemos nosso conhecimento tecnológico atual, bem como os recursos naturais disponíveis, com a mesma eficiência que a Natureza o faz, poderíamos elevar o padrão de vida de todos sem sacrificarmos os recursos naturais não renováveis. Nossa permanente habilidade de fazer, mais com menos, está nos trazendo ao ponto em que teremos bastante para todos neste planeta. O problema é que a grande maioria das pessoas não está consciente disto com a consequência de que nossas instituições sociais, políticas e econômicas ainda são baseadas num conceito inadequado de sobrevivência (Sieden, 2000 p.103).



# 3- Processo criativo e desenvolvimento





# Processo criativo e desenvolvimento

A revisão bibliográfica contribuiu para melhorar a compreensão e iniciar a ideação dos móveis. A partir do guia desenvolvido por Robert William (2008), foram simuladas as estruturas do icosaedro e T-prisma. Vídeos de plataformas virtuais, como o Youtube (explicitados nas referências), reforçaram e ajudaram a esclarecer sobre as possíveis montagens estruturais desenvolvidas a partir da tensegridade.

Vale ressaltar que, relacionado a mobiliário, além de sites e conteúdos consultados, algo que teve grande valor e promoveu inspiração foi o trabalho de conclusão de curso Uma viagem pela graduação narrada através do design de mobiliário realizado pela Isabelle Fengler, pois evidencia a potencialidade do mobiliário e o quanto pode-se explorar em tal segmento.

# 3.1 - Entendendo o público-alvo

Entendeu-se que uma linha de mobiliários externos que fuja do tradicional poderia atrair públicos que possuam certas características, tais como:

Amantes de  
Design e  
arquitetura

Consumidores  
de produtos  
sustentáveis

Proprietários  
de espaços ao  
ar livre

Público de alta  
renda

# Entendendo o público-alvo

- **Amantes de Design e arquitetura:** por apreciarem design inovador e arquitetônico, especialmente aqueles que têm interesse em estruturas únicas e estéticas diferenciadas.
- **Consumidores de produtos sustentáveis:** buscam produtos sustentáveis e inovadores podem se interessar por móveis que utilizam conceitos de tensegridade, por conta das técnicas de construção eficientes com menos materiais e potencialmente duráveis.
- **Proprietários de espaços ao ar livre:** donos de jardins, terraços ou áreas de lazer ao ar livre que desejam adicionar um toque de sofisticação ao seu espaço, sem perder harmonia, conforto e aconchego.
- **Público de alta renda:** consumidores com maior poder aquisitivo que buscam peças exclusivas e de alta qualidade para decorar seus espaços externos.



## 3.2 - Painel semântico e visual

Imagem 6: Painel semântico final

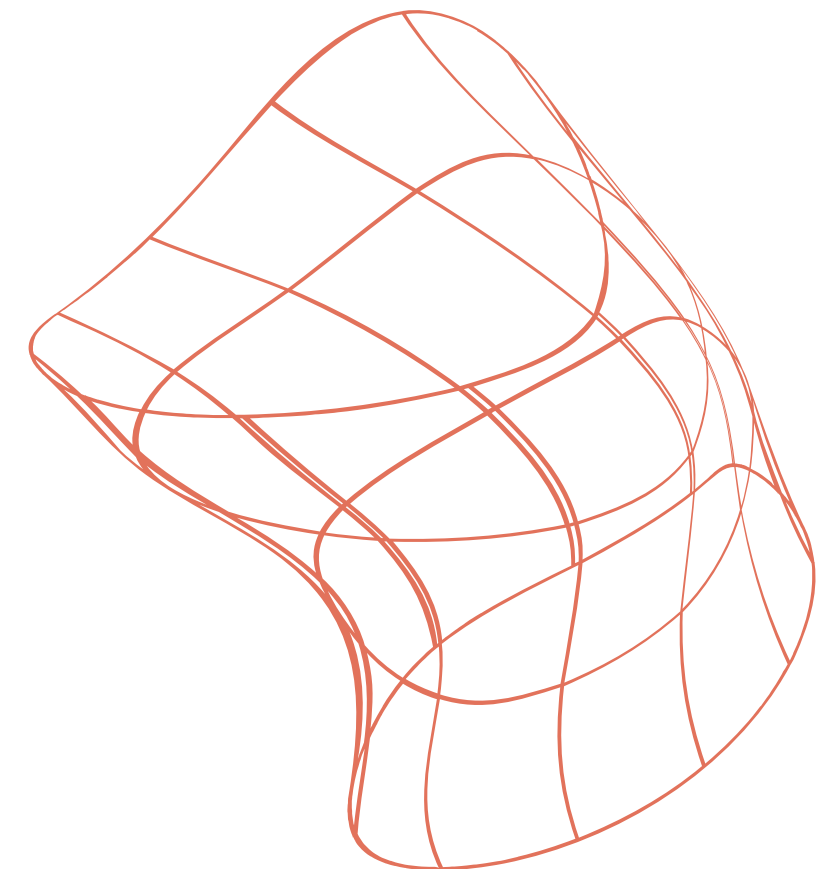
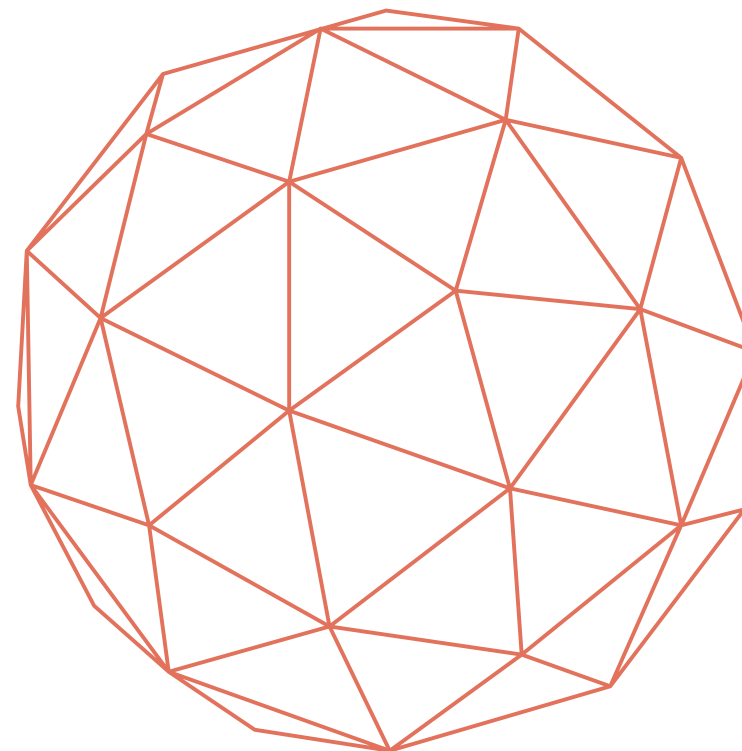
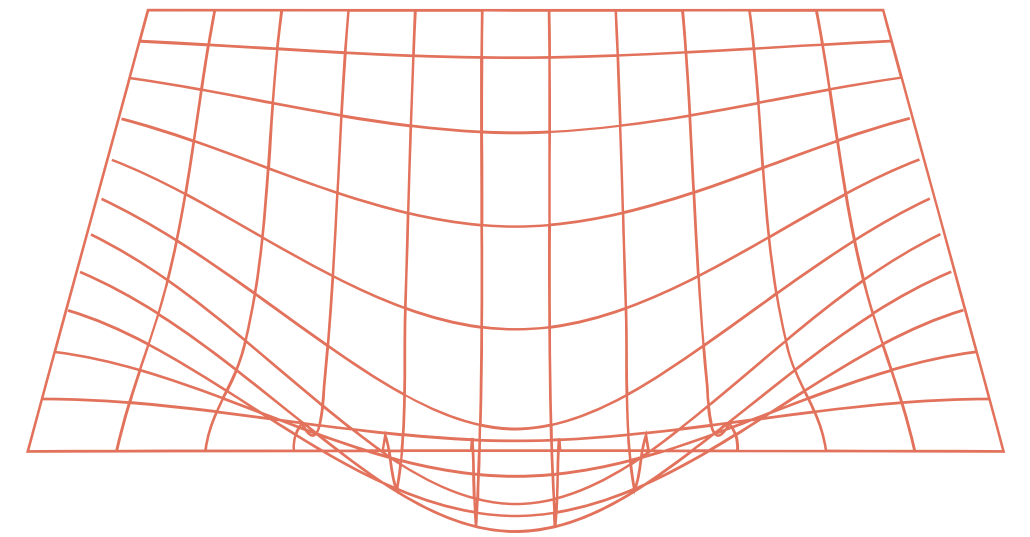
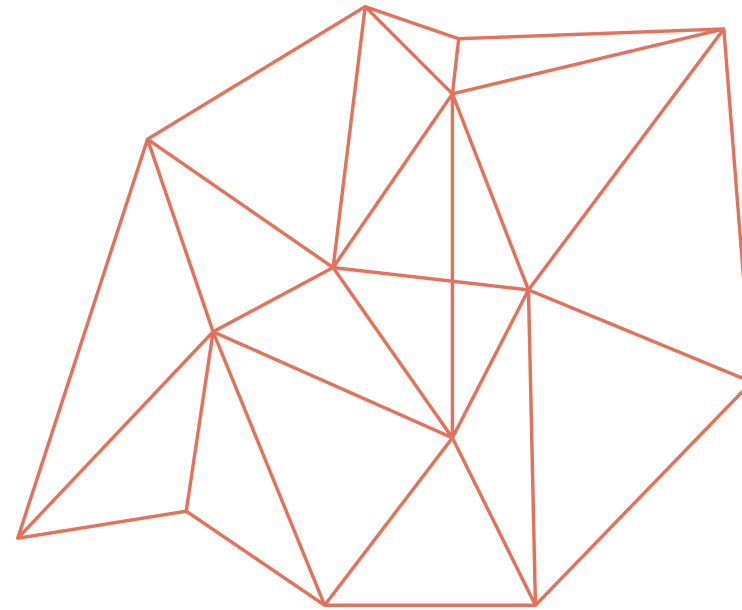


Fonte: Imagem autoral

A ideia de aplicação de tensegridade consolidada e a especificidade do mobiliário definido, foi montado um painel (Imagem 6), composto por estrutura geodésica e móveis escolhidos para compor o ambiente, as cores ganharam sobriedade promovendo mais elegância e sofisticação, conversando com o público alvo definido.



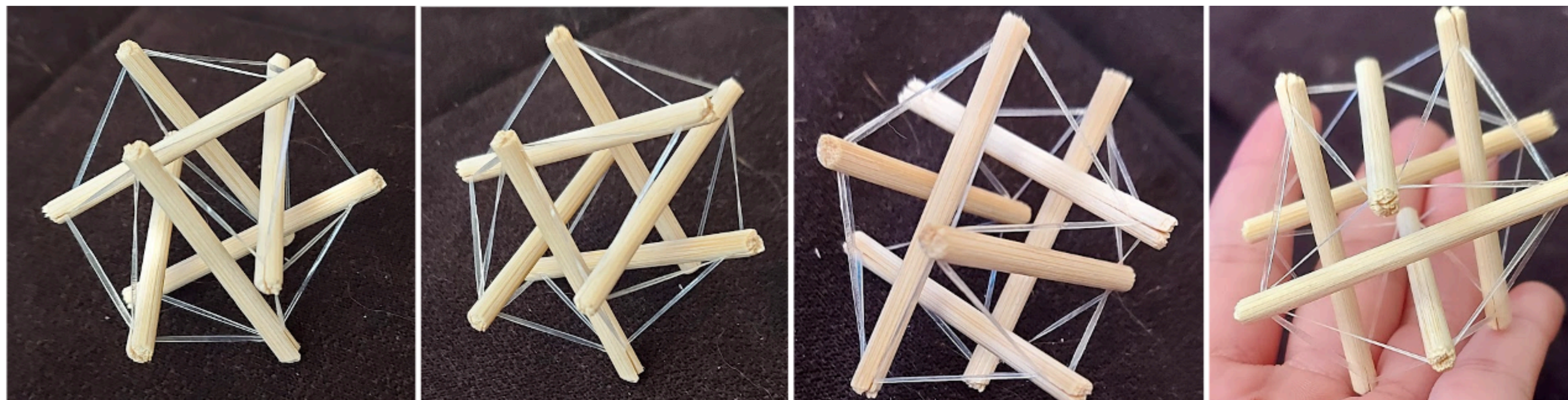
## 3.3 - Estudo de técnicas e volumetrias



# Estudo de técnicas e volumetrias

Realizar as figuras tridimensionais foi possível através do livro “A practical guide to tensegrity design” (Burkhardt, 2008). Abaixo (Imagem 7) é possível observar a primeira estrutura simulada, o icosaedro, composta por seis hastes de bambu de tamanhos iguais, interligadas por elásticos, posicionados em cada haste fazendo a conexão dos palitos e formando o icosaedro (um poliedro formado por 20 faces triangulares).

Imagem 7: Testes práticos - Icosaedro



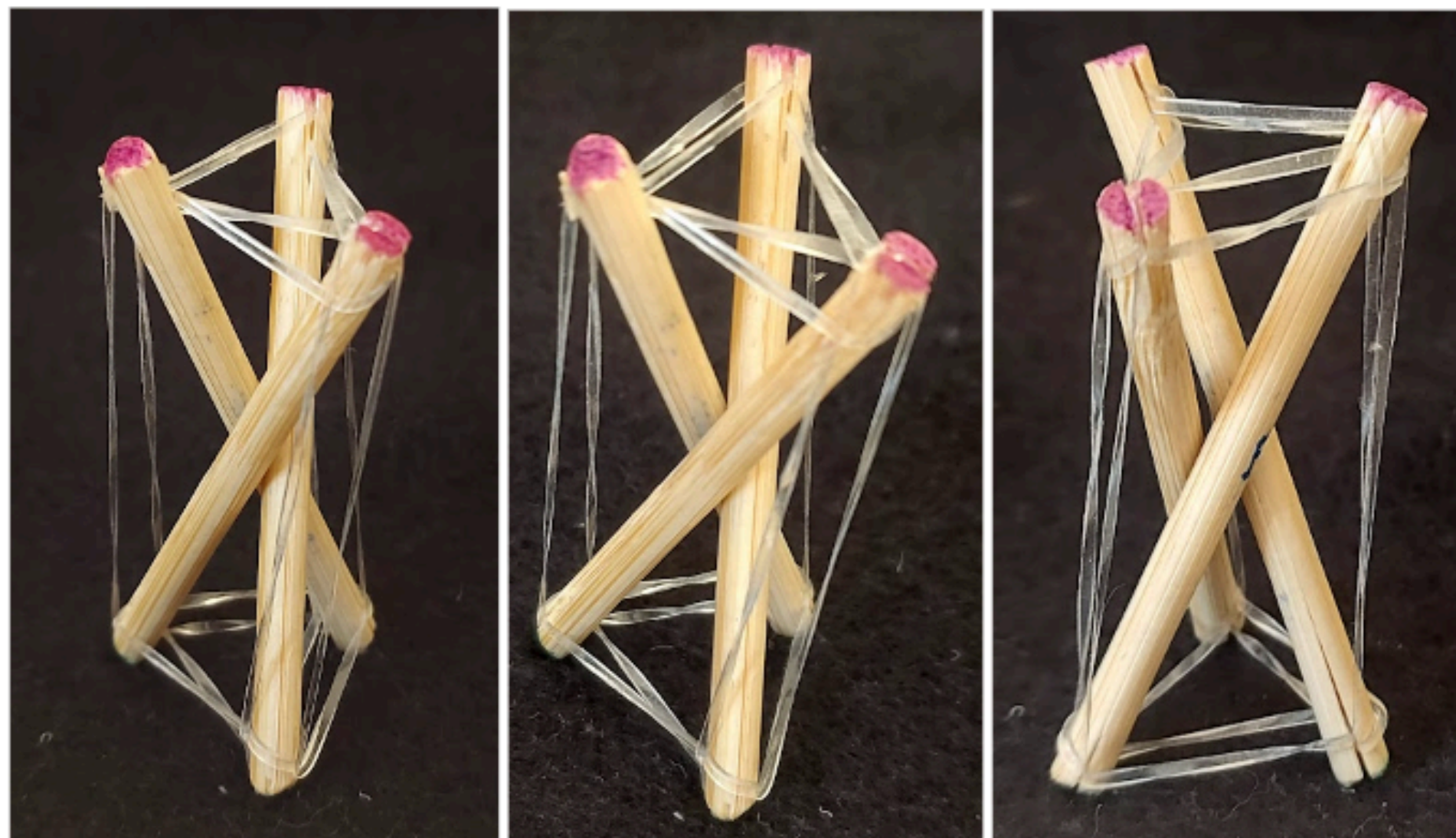
Fonte: Imagem autoral



# Estudo de técnicas e volumetrias

Em seguida, o prisma em T foi montado, mais simples, composto de três hastes, os elásticos formam uma base triangular e interligam os três palitos (Imagem 8). Na formação da estrutura há uma rotação no posicionamento das hastes, provocando um efeito de torção em que há estabilidade e os palitos não se encostam.

Imagem 8: Testes práticos - T-prisma



Fonte: Imagem autoral

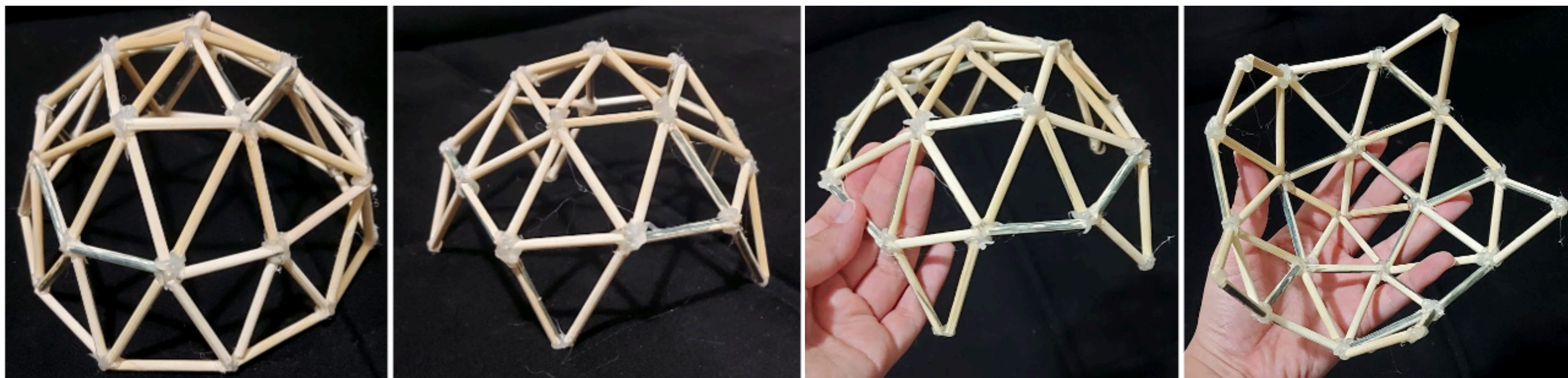
Quando se rotaciona os dois polígonos (topo e base) existe um ponto único em que os cabos que conectam os vértices dos mesmos atingem a sua dimensão mínima. Nesta posição o elemento em tensegrity estará todo ele igualmente tensionado e portanto estável. (Verschleisser, 2008, p. 96).



# Estudo de técnicas e volumetrias

Um domo geodésico também foi elaborado a partir dos mesmos palitos de bambu, porém unidos com cola quente, a estrutura completa foi montada e se demonstrou de extrema resistência, conforme esperado (Imagem 9). Logo depois, foram retiradas estrategicamente algumas das varetas de bases e estruturas inferiores para atender ao modelo pretendido, a construção se manteve estável.

Imagem 9: Testes práticos - Domo geodésico



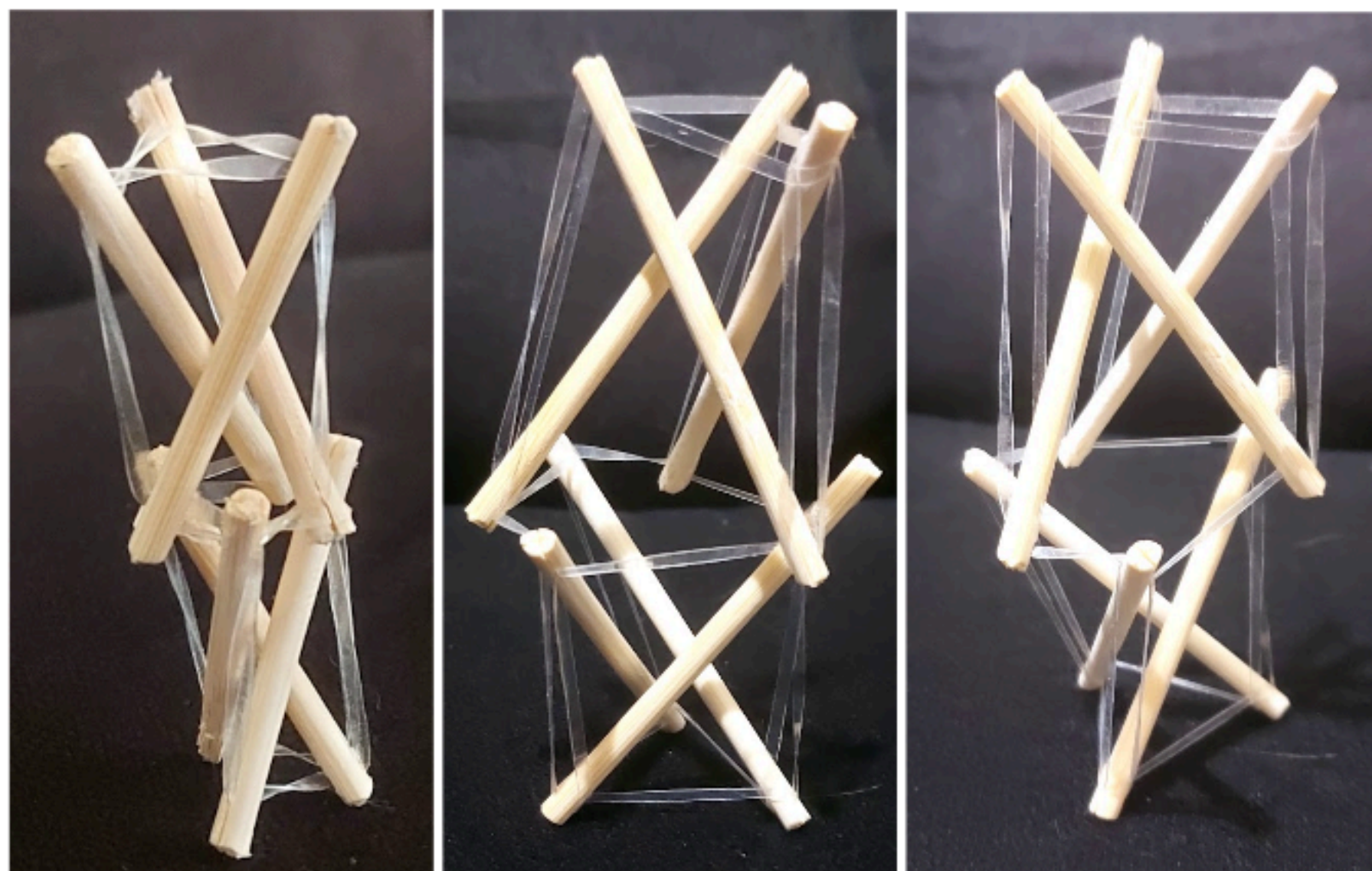
Fonte: Imagem autoral



# Estudo de técnicas e volumetrias

Já com enfoque no mobiliário a ser produzido, também foi testado a realização da torre que utiliza a mesma estrutura do prisma em T, empilhados em rotação e com os elásticos de ligação entre as duas composições reposicionados de modo que a figura central gerada é um hexágono, promovendo estabilidade e resistência (Imagem 10).

Imagem 10: Testes práticos - Torre



Fonte: Imagem autoral



## 3.4 - Mobiliário externo



# Mobiliário externo

Os móveis, de modo geral, são abrangentes e estão presentes em todos os ambientes, compondo decoração e proporcionando funcionalidades. Tratando de mobiliário externo, estes possibilitam a criação de espaços, geralmente ao ar livre, que podem ser convidativos, funcionais e esteticamente agradáveis.

Assim, o objetivo é desenvolver mobiliários voltados ao ambiente externo, deste modo, é possível se guiar por itens comumente usados em áreas de lazer, jardins, lounge e ambientes adjacentes. Dentre as opções pode-se considerar chaises, espreguiçadeiras, bancos, puffs, sofás e poltronas como itens para acomodações confortáveis em momentos de descontração.

Partindo para a parte gourmet é possível citar mesas, cadeiras, banquetas para bancadas, mesas do tipo bistrô e uma série de mobiliários que trazem comodidade durante a recepção e disposição de refeições.



# Mobiliário externo

Vale pontuar pequenos itens que fazem a diferença, seja uma luminárias ou uma mesa de centro, a gama relacionada a mobiliário e decoração é extensa e permite muitas combinações, fundindo o belo ao útil.

Imagem 11: Exemplo de ambiente com mobiliário externo



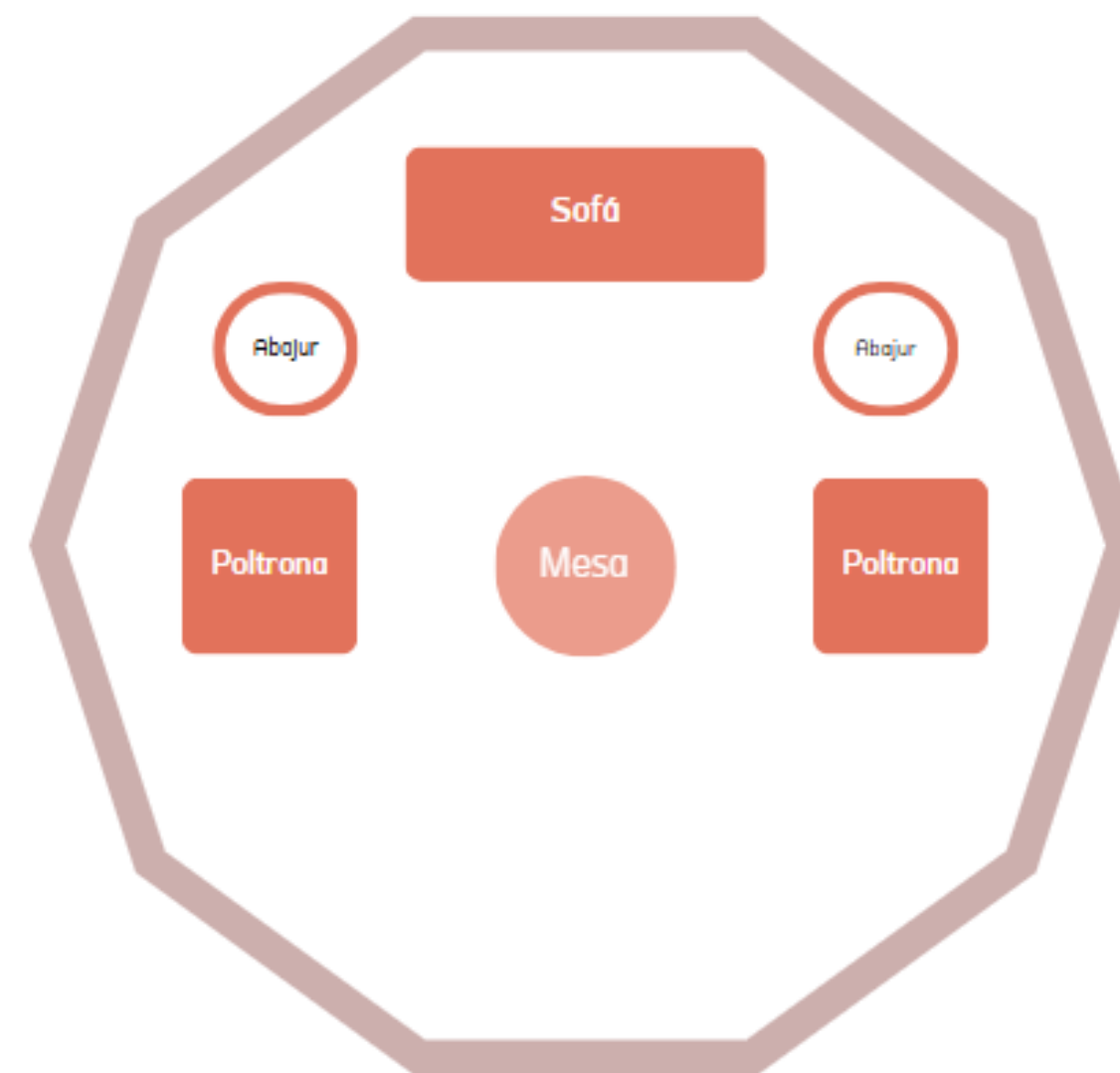
Fonte: <https://blog.archtrends.com/lounge/>

## 3.4.1 - Composição do ambiente

Conforme citado, os domos geodésicos são estruturas que tiveram grande influência e importância na concepção das estruturas de tensegridade. Pensando nisso e visando tornar o ambiente completo, a estrutura de domo geodésico surge como uma proposta de área para dispor os mobiliários desenvolvidos, com sofisticação e elegância.

Sendo assim, o ambiente será composto, por um domo geodésico, com a estrutura ligeiramente modificada, para permitir a passagem e acesso das pessoas ao ambiente interno, que por sua vez é composto por duas poltronas, um sofá, mesa de centro e dois abajures, dispostos harmoniosamente dentro da cúpula. No layout a seguir (Imagem 12) está representada a disposição dos mobiliários dentro do domo.

Imagem 12: Esboço conceitual, área de lazer



Fonte: Imagem autoral

## 3.4.2 - Domo geodésico

Um domo geodésico é uma estrutura esférica formada por uma rede de triângulos que se interconectam, criando uma forma leve, resistente e estável. Essa configuração geométrica permite que a força seja distribuída uniformemente por toda a superfície, resultando em uma estrutura que resiste a condições climáticas adversas.

Domos geodésicos são estruturas úteis de várias maneiras: Eles são construídos em torno de uma rede de triângulos que são extremamente estáveis. Se uma força for aplicada ao canto de um triângulo, no entanto, ele preservará sua forma, ao contrário de outros formatos. (Jaiswal; Tupe, 2022, p. 2678).

Apesar do domo geodésico não ter ligação direta com a tensegridade, ambos utilizam princípios de estruturação que otimizam a resistência e a leveza, além de terem sido largamente explorados por Richard Fuller.



# Domo geodésico

De acordo com Verschleisser (2008), o domo geodésico se baseia na rigidez dos triângulos e a triangulação significa estabilidade, sendo o triângulo a única forma que permanece rígida, mesmo quando construída com conexões flexíveis, porque cada vértice é estabilizado pelo lado oposto.

Ainda em sua tese, Roberto Verschleisser (2008) aborda a exploração dos domos por Fuller, nos quais utilizou outros materiais como plástico e papel. A conclusão era que, com este tipo de estrutura, as pessoas poderiam ter um alto padrão de qualidade de vida com condições financeiras limitadas.

Nos anos 60, Fuller foi popular entre os jovens e se tornou um herói. Houve uma utilização dos Domos Geodésicos como elementos habitacionais entre os hippies, que fundaram a primeira Comunidade Geodésica. (Drop City, no Colorado) feita de materiais recicláveis e restos de automóveis.

# Domo geodésico

Imagem 13: Drop city, Colorado



Fonte: <https://boot-boyz.biz/products/drop-city-domes>

Com isso, aplicar uma estrutura de domo para uma área externa é propiciar um espaço seguro por sua resistência, além de promover a sofisticação do ambiente, fugindo ao usual, para enriquecer o espaço externo e acomodar os móveis da área de convívio.

## 3.4.3 - Poltrona

**Objetivo:** A escolha da poltrona foi pensada idealizando momentos mais individuais, onde busca-se conforto por longos períodos, podendo sentar-se para ler um livro, para relaxar, ou simplesmente mexer no celular, afinal não é possível se desvencilhar dele atualmente.

Imagem 14: Poltrona



Fonte: Imagem autoral

**Concepção:** Nessa ideia, foi incorporado um design que busca o aconchego e comodidade, com traços sofisticados e materiais que interajam bem para áreas externas, portanto, as estruturas dos pés são de alumínio, interligados por material com mais elasticidade, para gerar o equilíbrio presente na tensegridade, sendo as hastes de alumínio os elementos de compressão e os cabos de tensão, conforme poderá ser observado na poltrona. O estofado foi desenvolvido em um formato mais cubista, apesar de ter as arestas suavizadas por grandes raios e formas circulares, incorpora uma estrutura que verte do geométrico linear.



## 3.4.4 - Sofá

**Objetivo:** Incorporar o sofá ao ambiente de lazer é uma incitação direta à sociabilidade, pois diferentemente da poltrona com seu caráter individual, é um móvel que une e aproxima as pessoas.

Imagem 15: Sofá



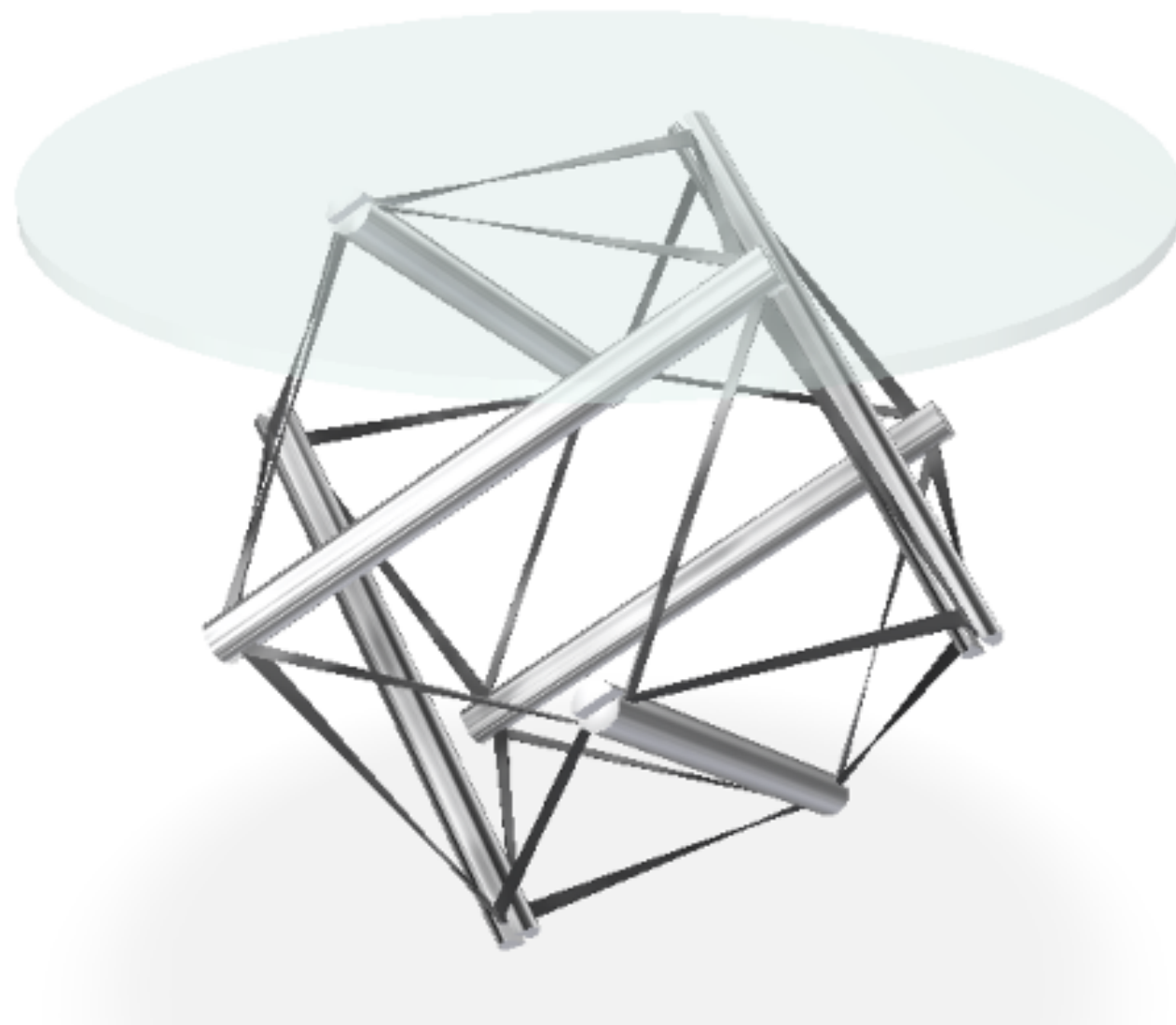
Fonte: Imagem autoral

**Concepção:** Seguindo a linha inicial, o desenvolvimento se deu a partir da estrutura da poltrona. Novamente, os pés em alumínio, resistente às intempéries externas, e o assento estofado com mesmo design do móvel anterior. A mesma estrutura da poltrona, porém disposta pela extensão do mobiliário, garantem a sustentação que um assento coletivo demanda.

## 3.4.5 - Mesa de centro

**Objetivo:** Para maior comodidade, o papel da mesa de centro é apoiar o que for necessário para tornar o ambiente dinâmico, único e satisfatório, em momentos de solitude ou coletivos, recebendo comidas, copos, livros, decorações e tantas outras possibilidades.

Imagem 16: Mesa de centro



Fonte: Imagem autoral

**Concepção:** Complementando ao ambiente, este móvel convergiu para as aplicações dos conceitos de tensegridade, utilizando em sua base uma das estruturas clássicas do tema, o icosaedro, feito também com tubos de alumínio, com tampo de vidro circular, para exaltar o design da base, posicionado concêntrico ao domo é o elemento central do espaço.

## 3.4.6 - Abajur

**Objetivo:** Deixar o ambiente democrático, para usos diurnos e noturnos, além de promover aconchego e acalento, a iluminação é o toque final, sofisticado, intimista que pode ser regulada para se adequar as ocasiões.

**Concepção:** A ideia de uma luminária com pedestal vem em conjunto com a disposição dos móveis dentro do domo geodésico, sendo assim, de alguma forma seria necessário uma fonte de luz, principalmente para usos noturnos. Com esse cenário foi pensado num complemento elegante e inovador como fonte de luz, foi desenvolvido também com estruturas equilibradas por tensegridade, com um conjunto de estruturas empilhadas, mais precisamente a torre simulada em miniatura, proporcionando um design elegante ao ambiente.





# 3.5 - Linha criativa



## Linha criativa

Na sequência é apresentado as etapas fundamentais da concepção dos móveis, portanto será exposto os esboços, que, posteriormente foram trabalhados em softwares de modelagem paramétrica (Autodesk Inventor e Solidworks), após isso os mobiliários são detalhados explicitando suas dimensões e materiais, em seguida as imagens foram renderizadas para assemelhar-se melhor a realidade. Paralelo a isso, foi desenvolvido uma identidade visual para ser apresentada de acordo com o nome escolhido para a linha de produtos e por fim, a composição renderizada do ambiente com os móveis posicionados em conjunto.

### 3.5.1 - Esboços

Os esboços iniciais fazem parte do processo de compreensão das estruturas, além de mostrarem as ideias iniciais das concepções dos mobiliários, um processo para encontrar uma estrutura elegante e ao mesmo tempo diferenciada, principalmente envolvendo a poltrona e o sofá, por fim, foi adotada a tensegridade como parte integrante em todos os itens.

The collage consists of 10 hand-drawn sketches of furniture and interior objects:

- Top Left:** A collection of small sketches including a lamp, a sofa, a chair, and a small table.
- Top Middle:** A sketch of a sofa and a chair.
- Top Right:** A sketch of a sofa and a chair.
- Middle Left:** A sketch of a sofa and a chair.
- Middle Right:** A sketch of a chair and a table.
- Bottom Left:** A sketch of a chair and a table.
- Bottom Middle:** A sketch of a chair and a table.
- Bottom Right:** A sketch of a chair and a table.
- Far Right:** A sketch of a chair and a table.

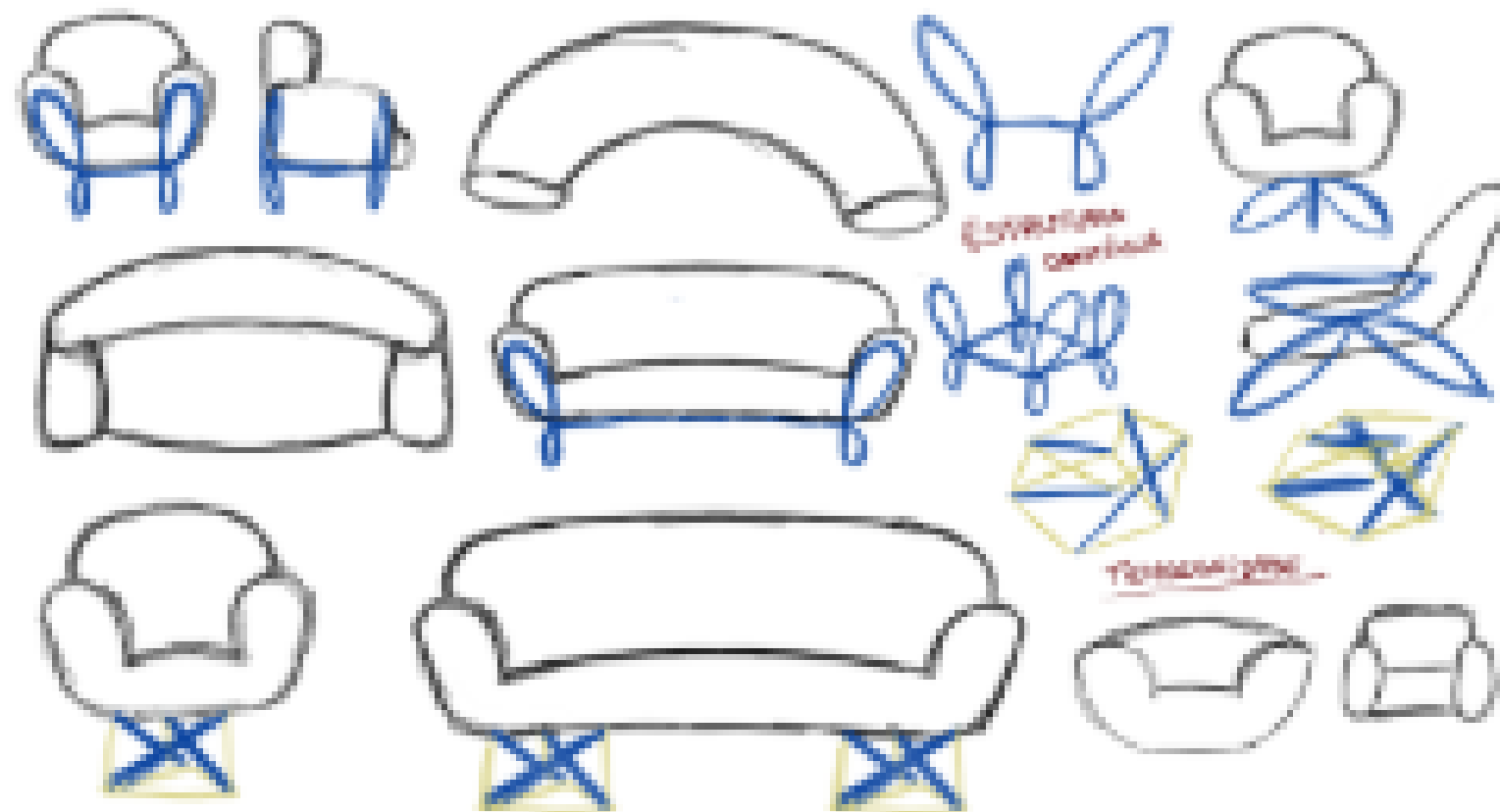
The collage consists of 10 hand-drawn sketches of furniture and interior objects:

- Top Left:** A collection of small sketches including a lamp, a sofa, a chair, and a small table.
- Top Middle:** A sketch of a sofa and a chair.
- Top Right:** A sketch of a sofa and a chair.
- Middle Left:** A sketch of a sofa and a chair.
- Middle Right:** A sketch of a chair and a table.
- Bottom Left:** A sketch of a chair and a table.
- Bottom Middle:** A sketch of a chair and a table.
- Bottom Right:** A sketch of a chair and a table.
- Far Right:** A sketch of a chair and a table.



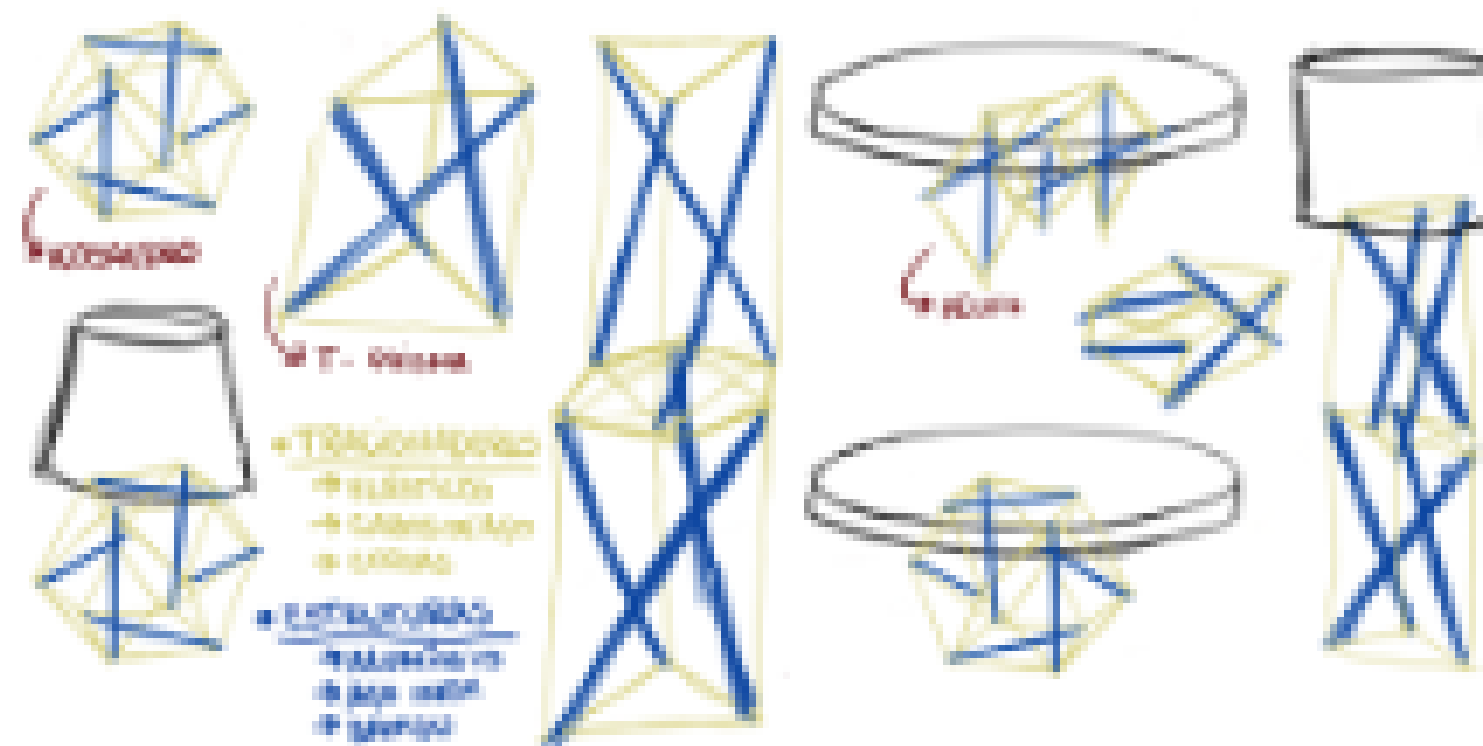
Os esboços finais foram feitos por meios digitais, entretanto, neles já é possível perceber a construção dos móveis com a estrutura de tensegridade aplicada. Abaixo (Imagem 15) estão os esboços finais relacionados à poltrona e ao sofá, já referentes aos mobiliários escolhidos para desenvolvimento.

Imagem 19: Esboços poltronas e sofá



Fonte: Imagem autoral

Imagem 20: Esboços mesa e abajur



Fonte: Imagem autoral

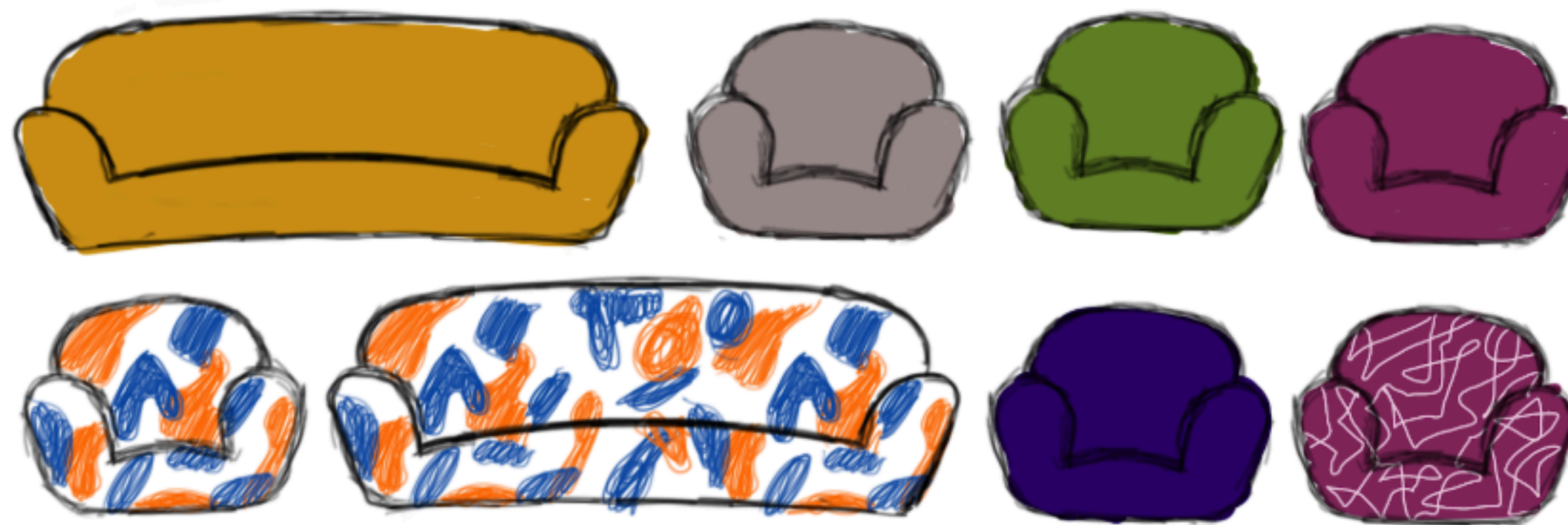
Esboços  
finais

Os esboços relacionados à mesa de centro e ao abajur tiveram menos variações, foi definido a estrutura de tensegridade que iria sustentá-los, no caso as primeiras estruturas montadas, icosaedro e a torre composta pelo t-prisma. Foram elencadas durante a realização dos esboços materiais que podem ser utilizados para realização do mobiliário.

# Esboços

Além disso, foi realizado um breve estudo voltado para a estética dos estofados, analisando cores e estampas que podem compor o ambiente.

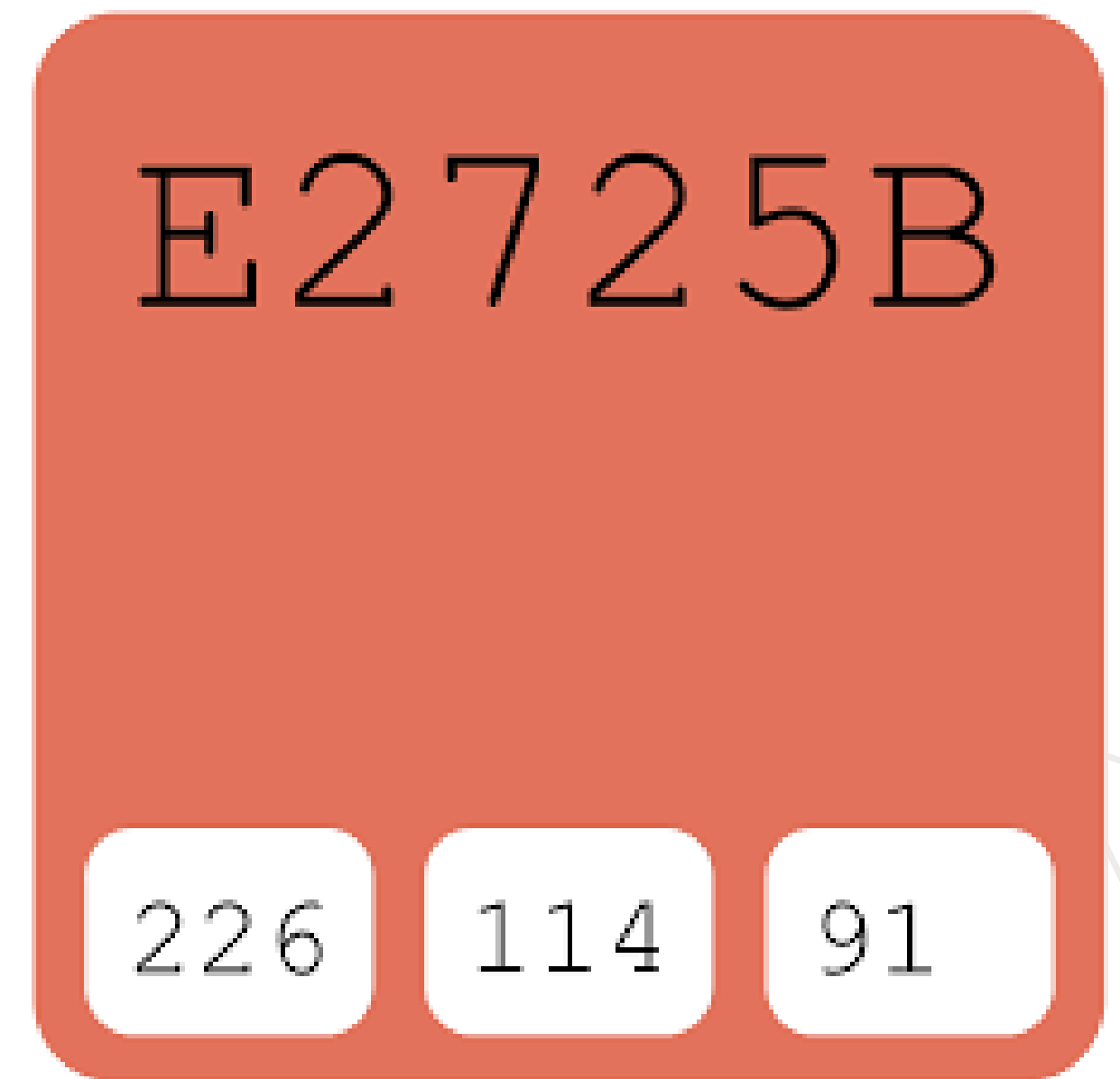
Imagem 21: Testes de possíveis cores e estampas para os estofados



Fonte: Imagem autoral

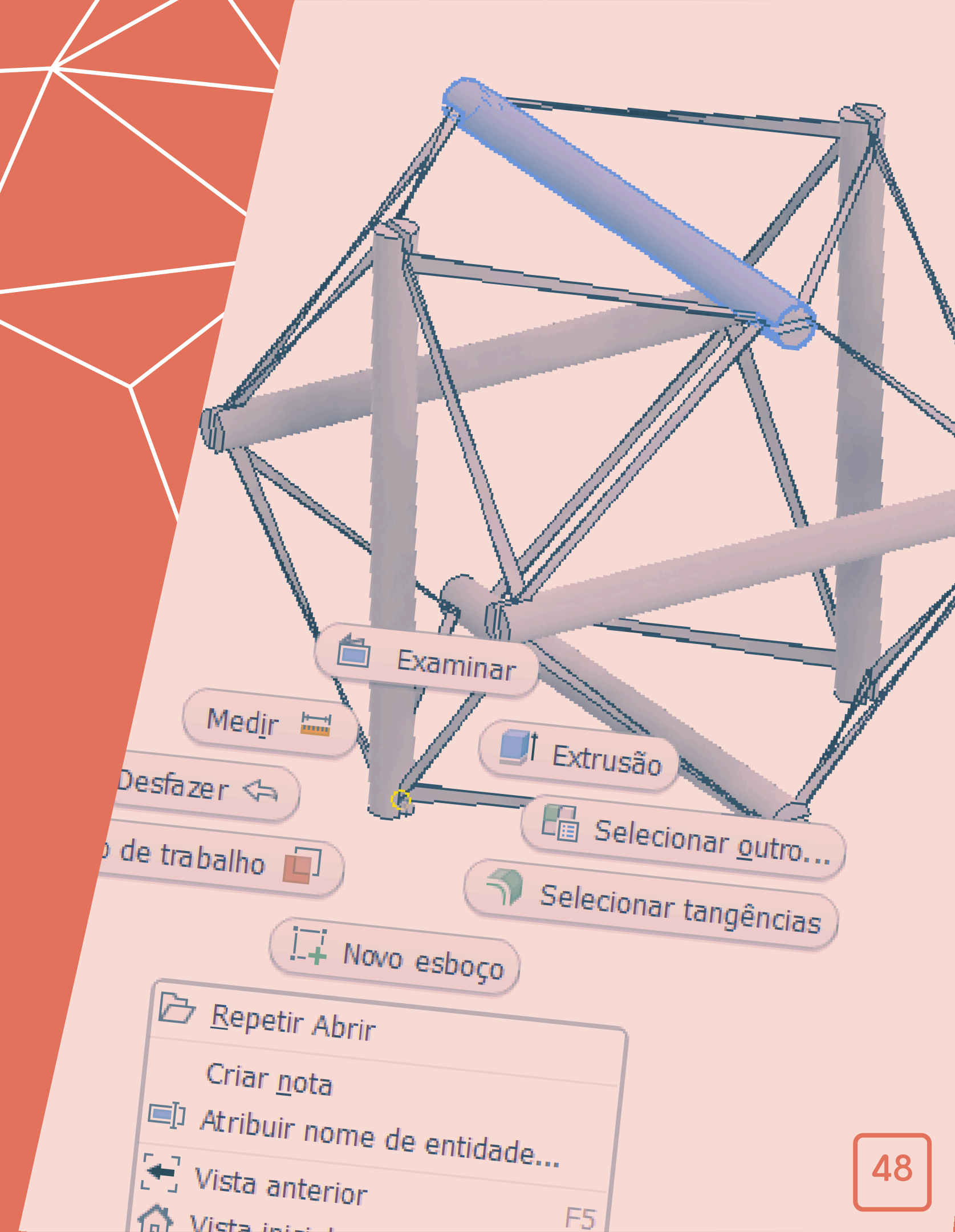
Por fim, foi escolhido utilizar a cor terracota, simbolizando a conexão com tons terrosos e devido ao contraste harmônico com tonalidades de verde e azul, criando um ambiente acolhedor que remete a tons naturais, sem esquecer da sofisticação.

Imagem 22: Terracota - tonalidade escolhida



Fonte: <https://encycolorpedia.pt/e2725b>

# 3.5.2 - Modelagem



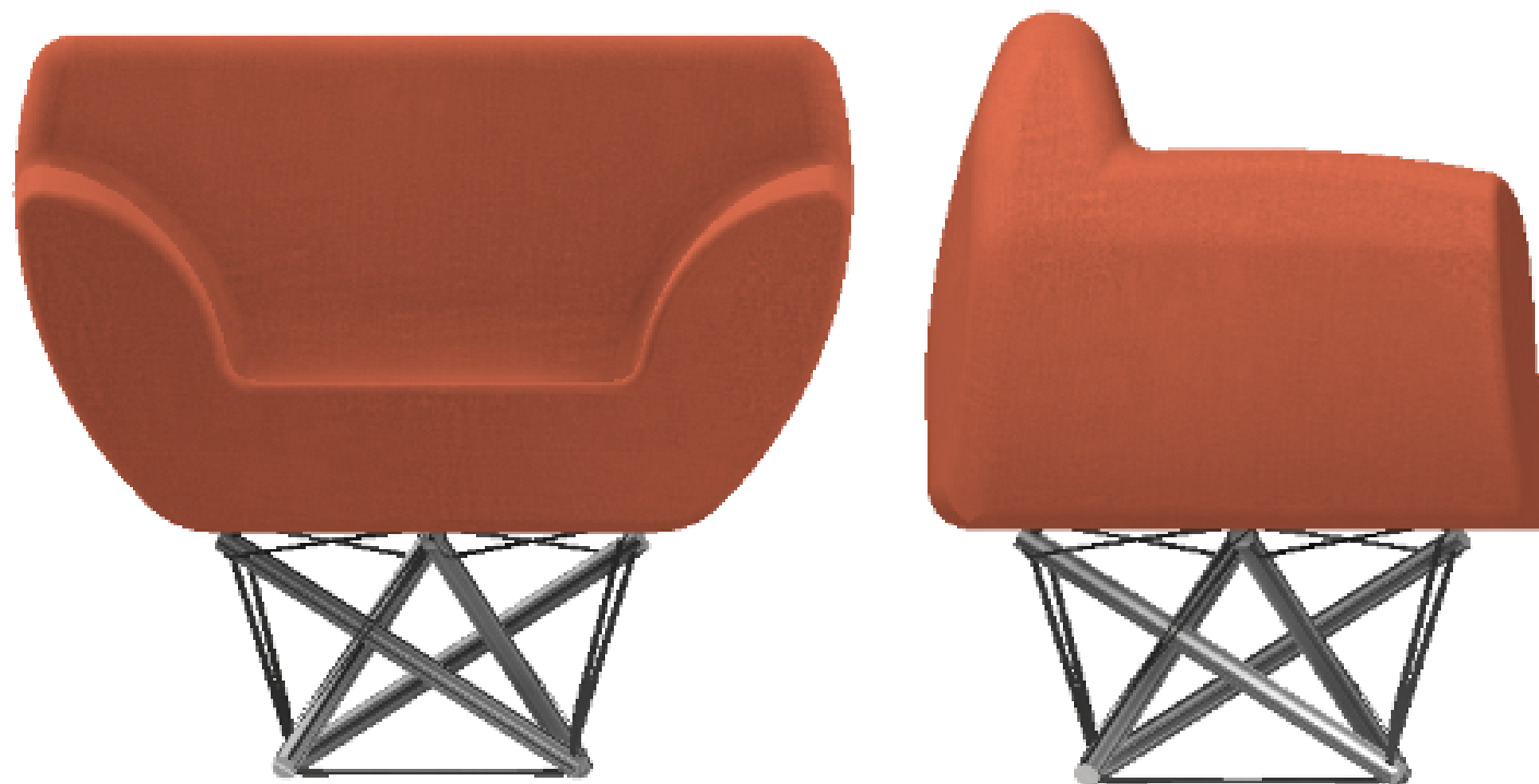


# Poltrona

As imagens expõem as modelagens realizadas, contextualizando os móveis finais, a poltrona (imagem 23) foi baseada em padrões ergonômicos relacionados às suas dimensões, já sua estrutura, é composta um conjunto com quatro hastes de alumínio tracionadas por borracha chata.



Imagem 23: Modelagem poltrona



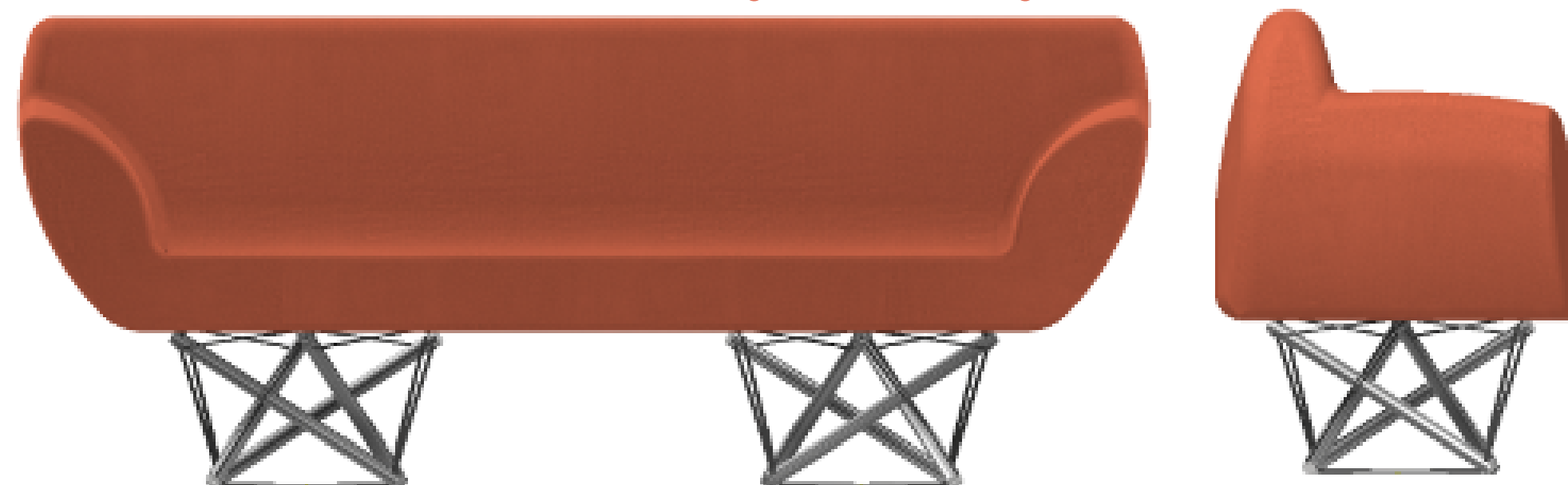
Fonte: Imagem autoral

# Sofá



O sofá (imagem 24) foi estruturado da mesma forma que a poltrona, inclusive seguindo o mesmo design, porém devido ao comprimento o assento será sustentado por dois conjuntos de tensegridade iguais aos da poltrona.

Imagem 24: Modelagem sofá



Fonte: Imagem autoral

# Mesa de centro

A mesa de centro (imagem 25) será composta por um tampo de vidro posicionado sobre uma estrutura de icosaedro regular, composta por seis hastes também tracionadas por borracha chata.

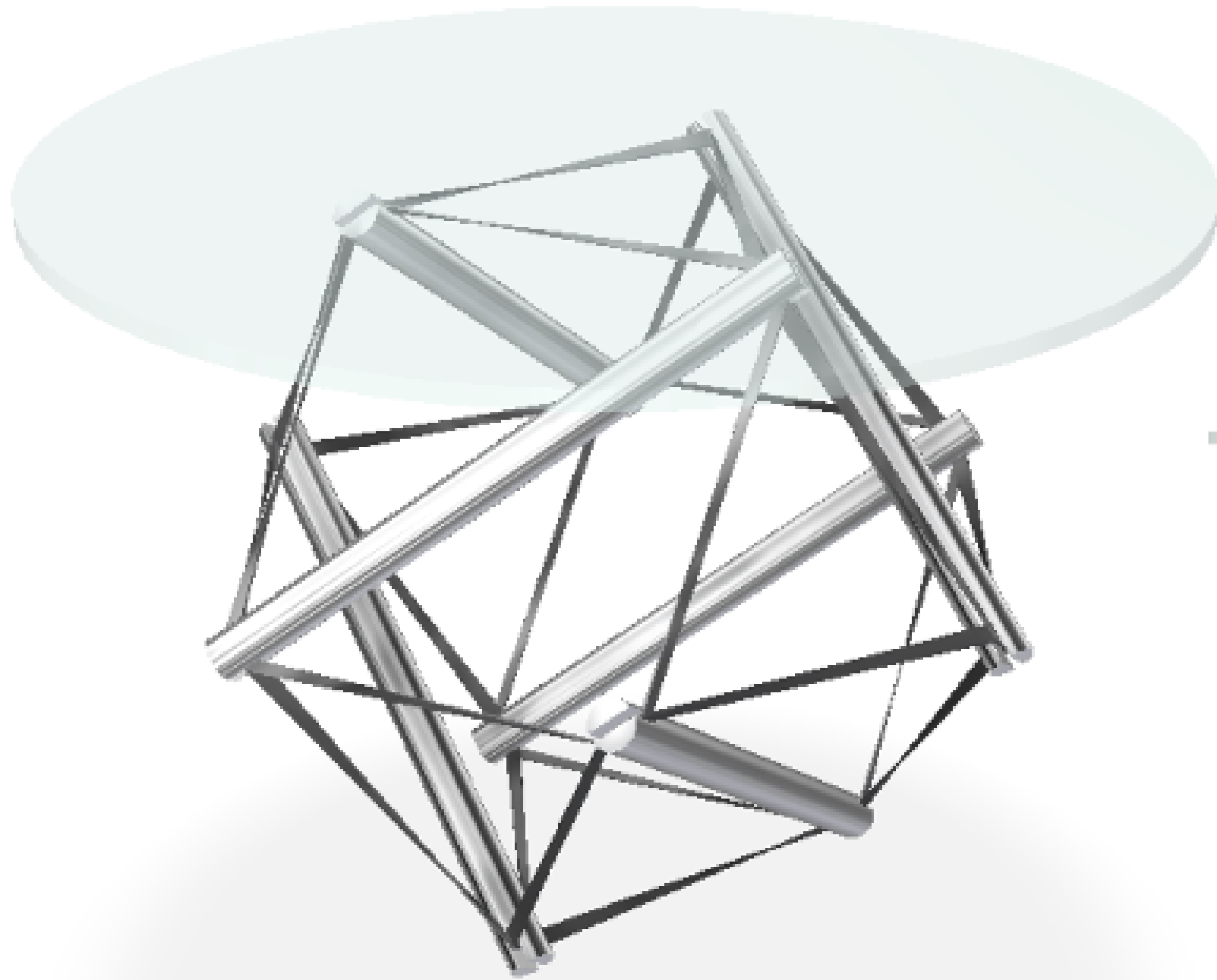
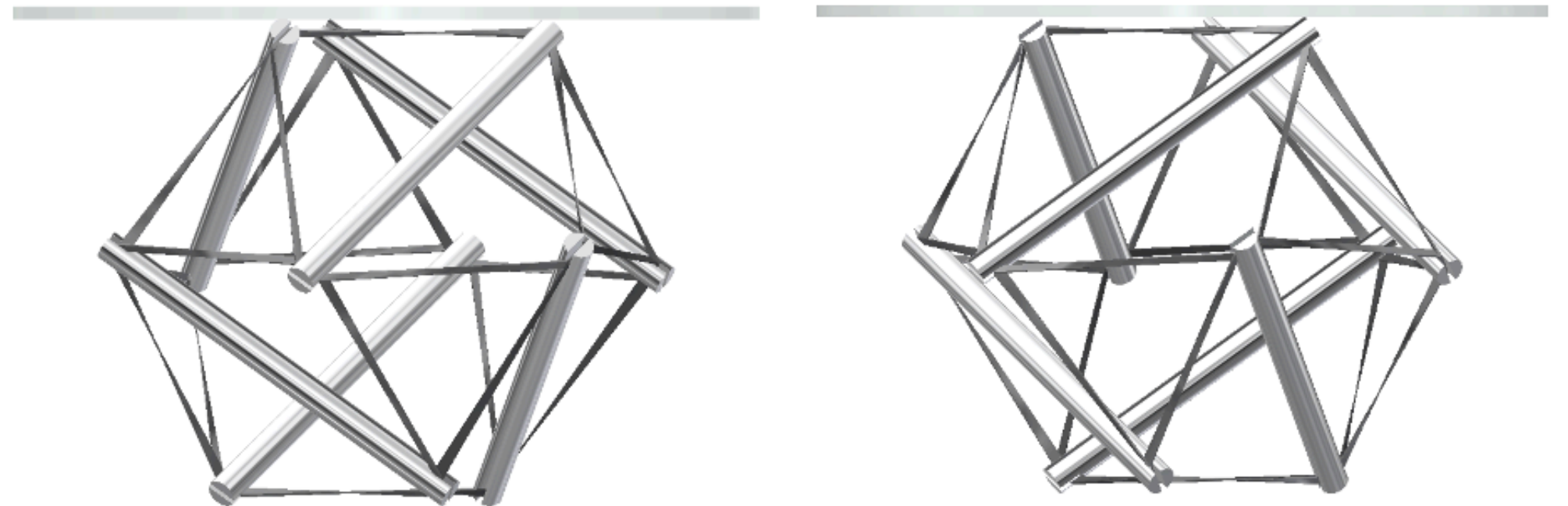


Imagem 25: Modelagem mesa de centro



Fonte: Imagem autoral

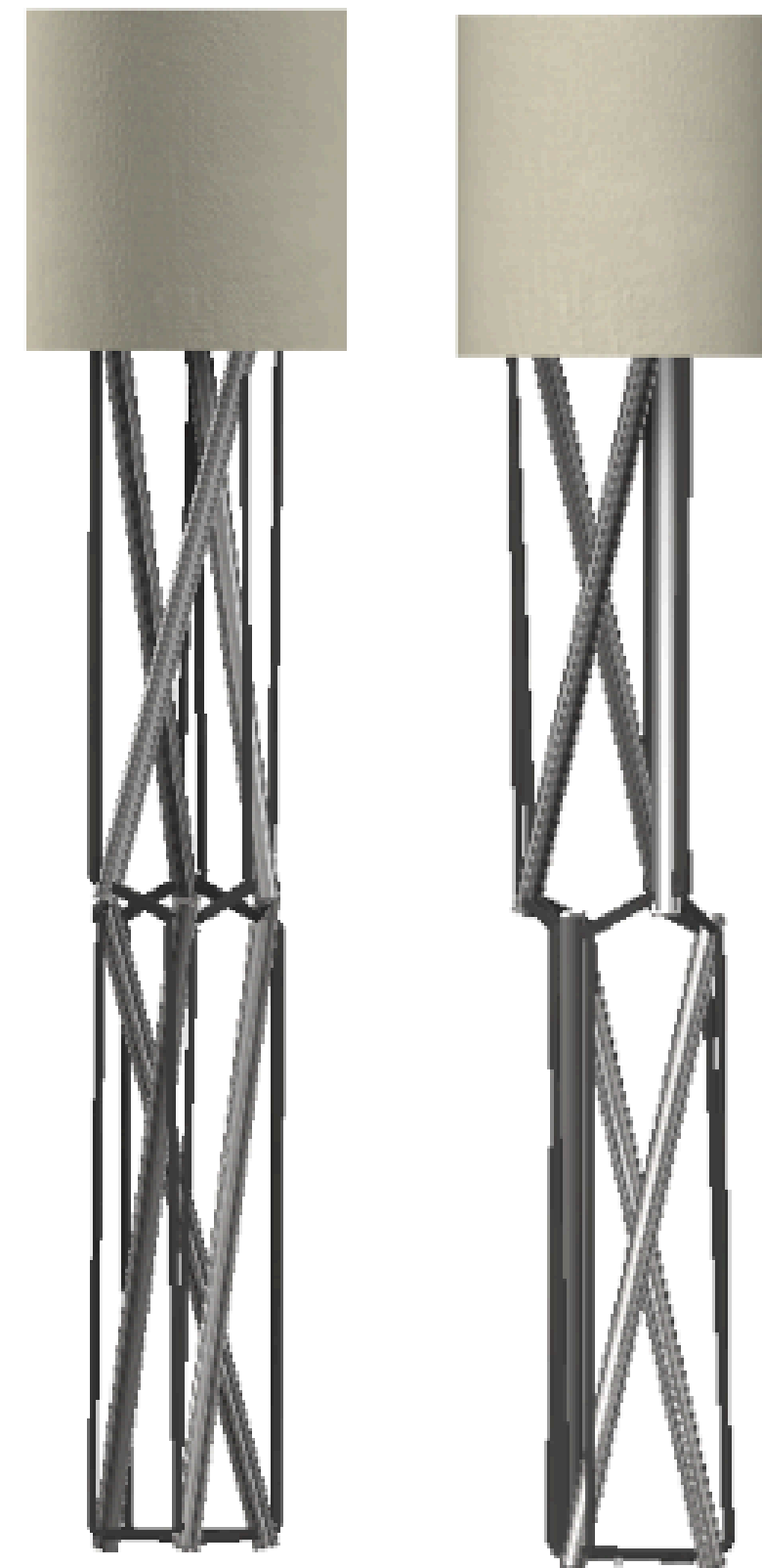


# Abajur

O abajur (imagem 26) é estruturado por uma combinação de dois conjuntos de tensegridades sobrepostos, nomeados de T-prisma, que vai elevar e sustentar uma cúpula comercial, será composto por 6 hastes de alumínio interligadas por borrachas chatas.



Imagem 26: Modelagem abajur



Fonte: Imagem autoral

# 3.5.3 - Pranchas

As pranchas detalham as dimensões principais dos produtos, como forma de representação técnica, o objetivo do desenho técnico é comunicar de maneira visual e padronizada todas as especificações necessárias para a execução do projeto. Neste tópico está disposto os detalhamentos dos móveis desenvolvidos.

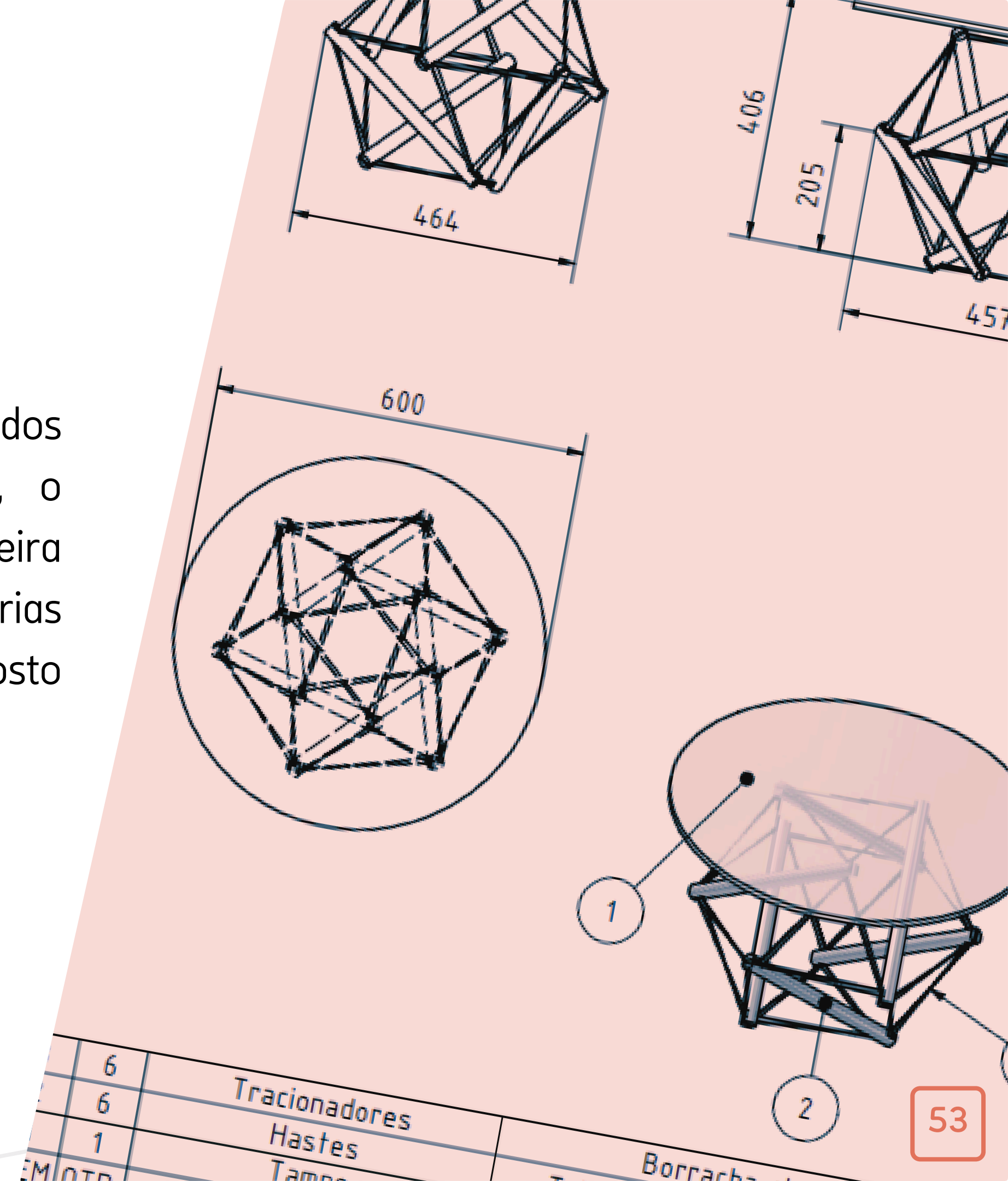
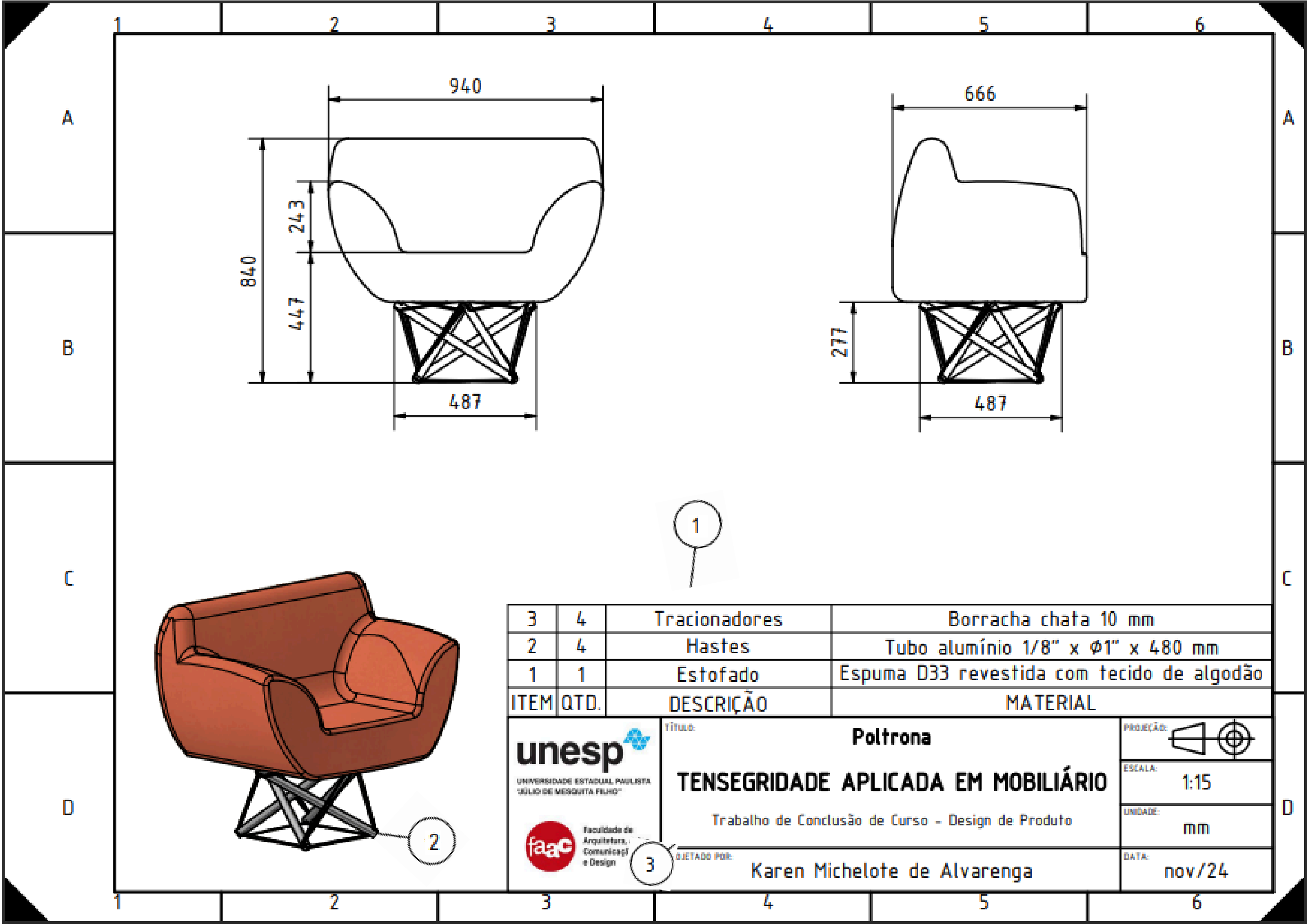


Imagem 27: Detalhamento - poltrona

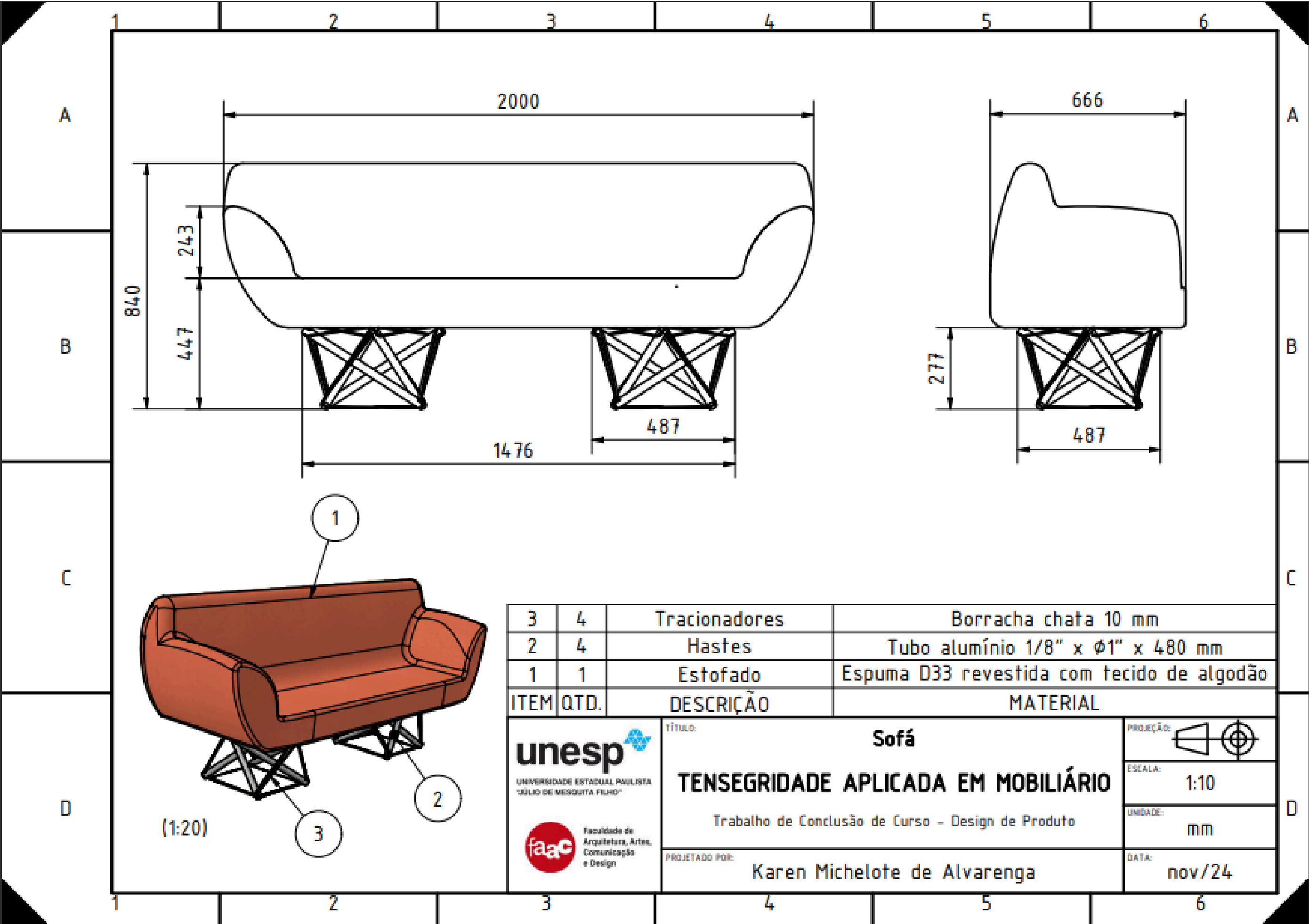


Fonte: Imagem autoral

Pranchas



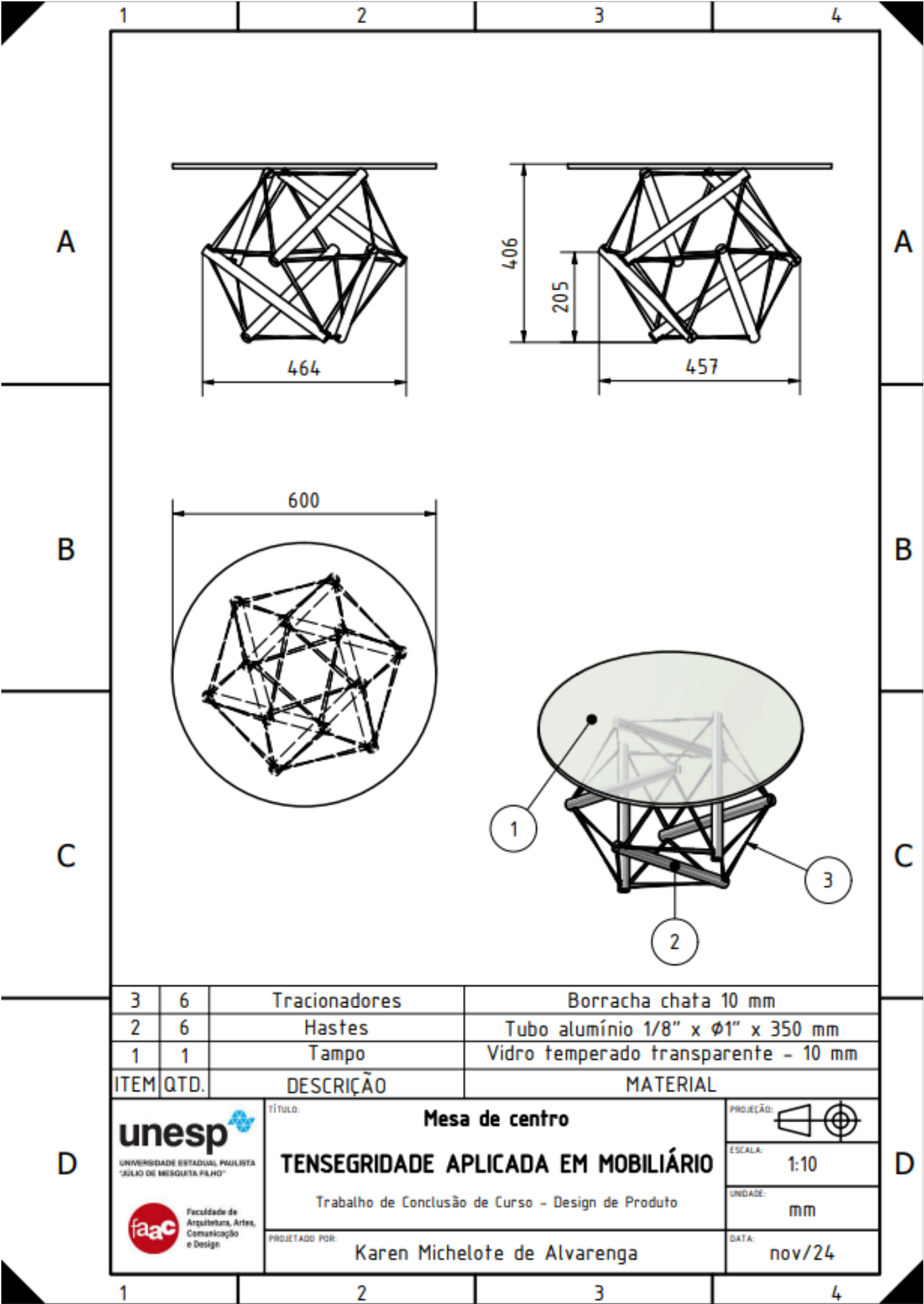
Imagem 28: Detalhamento - sofá



Fonte: Imagem autoral

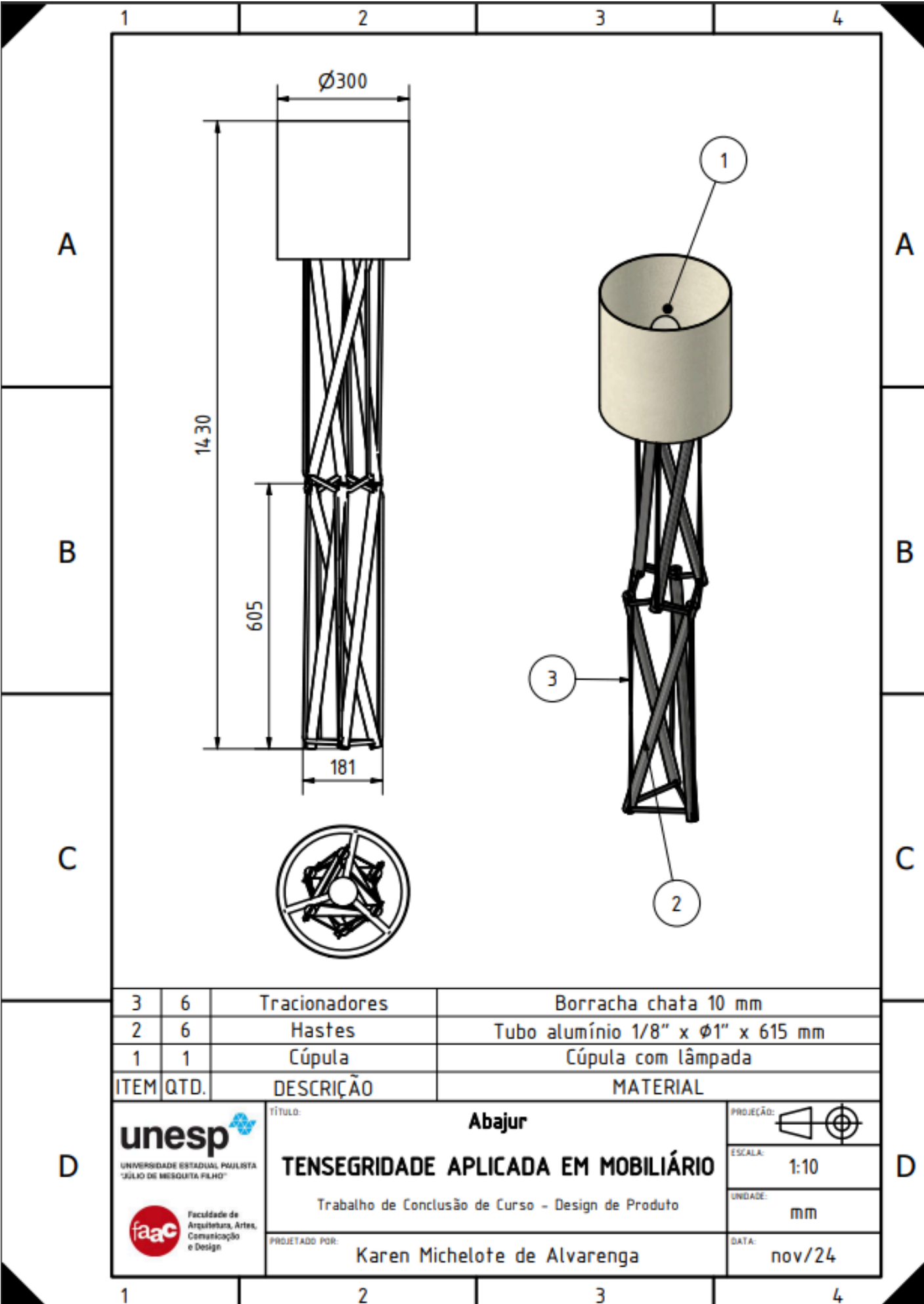
# Pranchas

Imagem 29: Detalhamento - mesa de centro



Fonte: Imagem autoral

Imagem 30: Detalhamento - abajur



Fonte: Imagem autoral

Pranchas

# 3.5.4 - Imagens renderizadas

Imagem 31: Imagem renderizada - mesa de centro



Fonte: Imagem autoral

A renderização consiste em criar imagens de produtos de maneiras realistas a partir de um modelo tridimensional. O software utilizado foi o Visualize, extensão do Solidworks. É possível aplicar texturas, iluminação, reflexos e sombras para simular como o produto aparecerá no mundo real. A renderização permite visualizar e promover produtos antes de sua fabricação ou lançamento. Além disso, ela facilita a criação de protótipos visuais sem a necessidade de produção física.



# Imagens renderizadas

Imagem 32: Detalhe renderização do tecido



Fonte: Imagem autoral

Imagem 33: Renderização poltrona

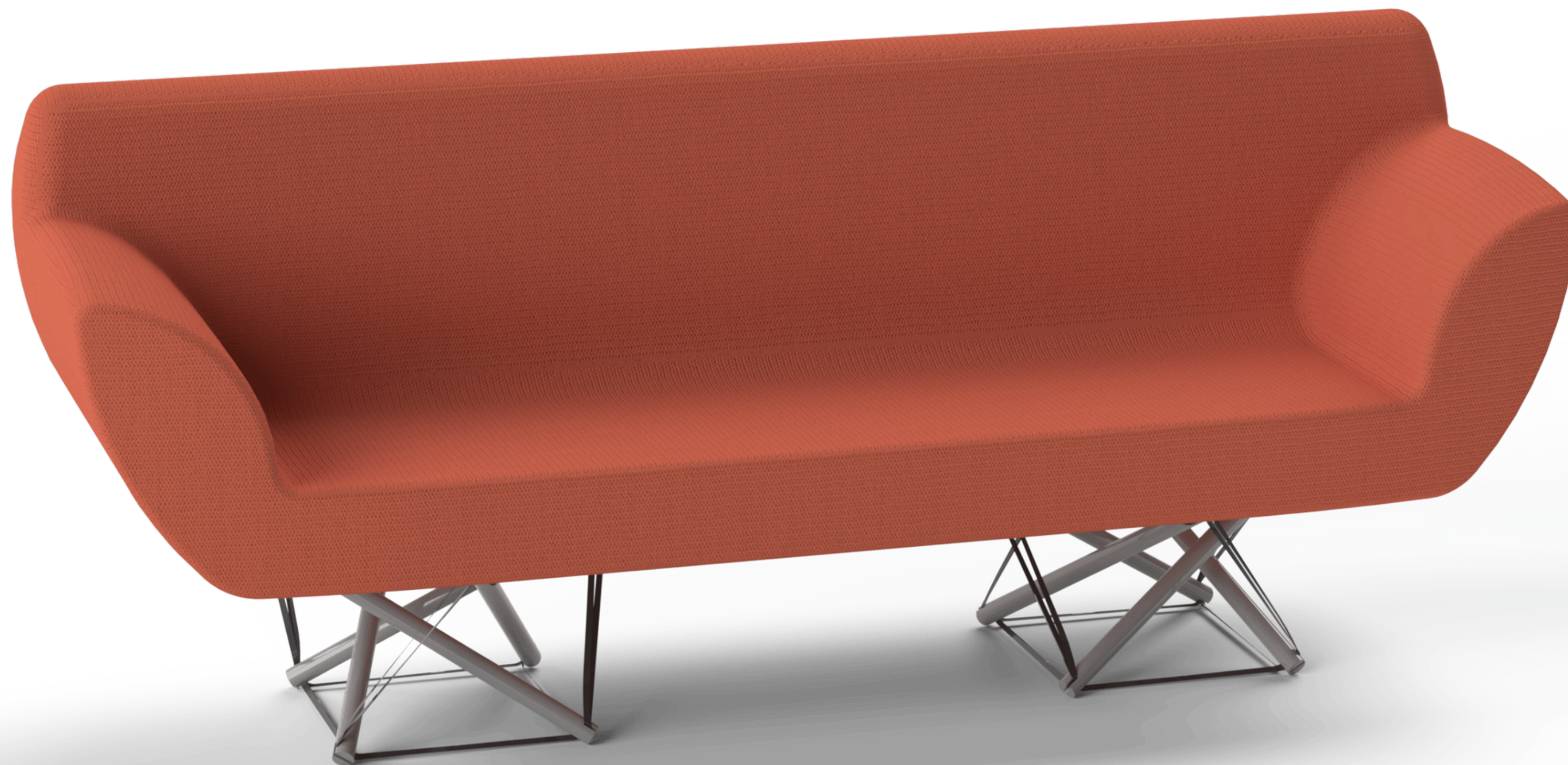


Fonte: Imagem autoral



# Imagens renderizadas

Imagem 34: Renderização sofá

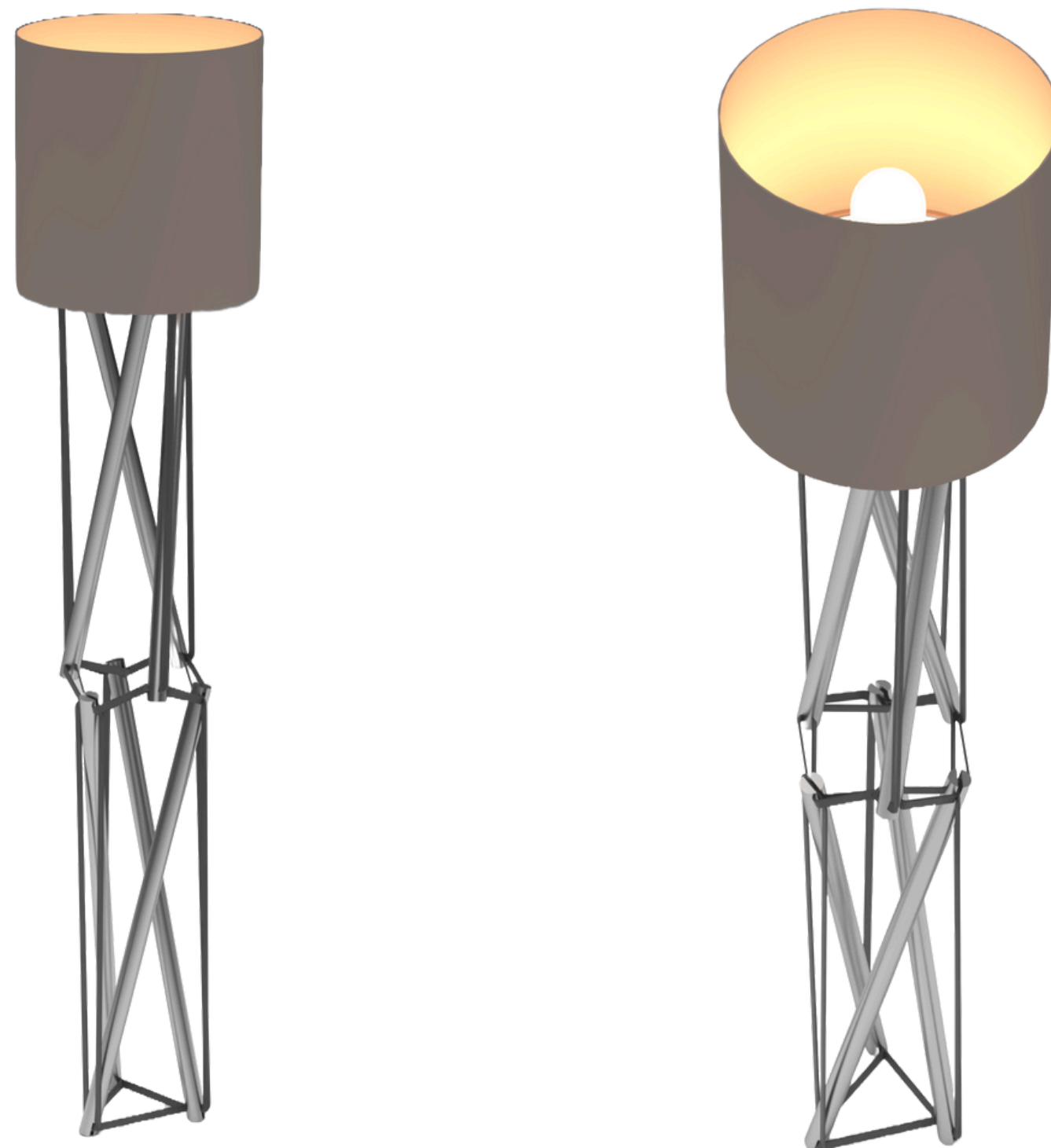


Fonte: Imagem autoral



# Imagens renderizadas

Imagem 35: Renderização abajur



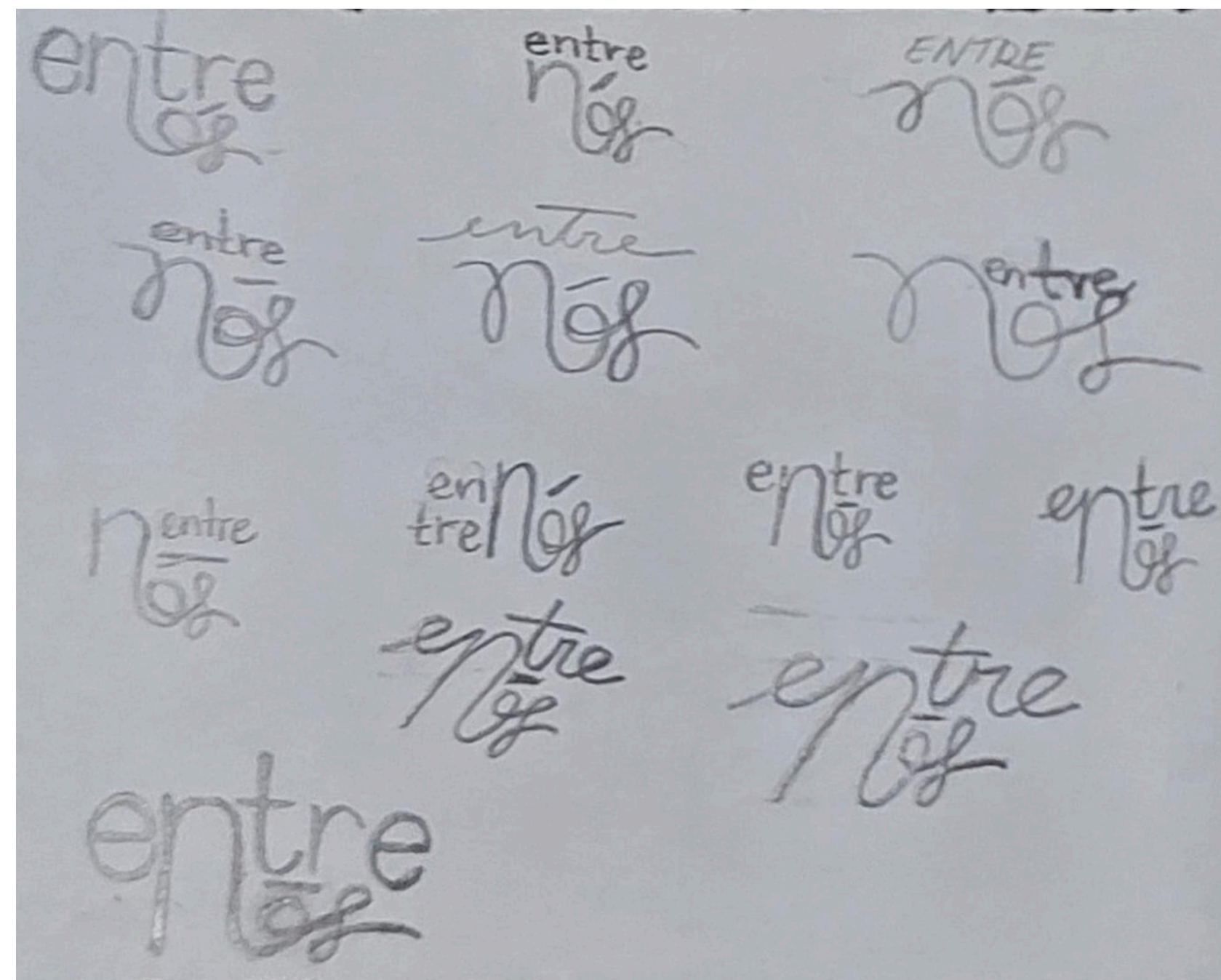
Fonte: Imagem autoral



## 3.5.5 - Identidade visual

A identidade visual desta linha de mobiliário foi pensada para transmitir a mensagem de forma clara e direta, com fácil leitura e identificação. A estrutura da tipografia foi planejada para remeter a geometria e simetria, presentes quando tratado da tensegridade. Além disso, "entrenós", o nome escolhido, transmite, junto a proposta do mobiliário, algo mais intimista, fazendo uma analogia a sociabilidade que o ambiente propõe, como se fosse uma sugestão, estar/ficar "entre nós" o que seria popularmente 'entre a gente'. Juntamente, pode ser equiparado ao "nó", termo constantemente usado para referenciar a união de vértices em uma figura geométrica.

Imagem 36: Esboços identidade visual

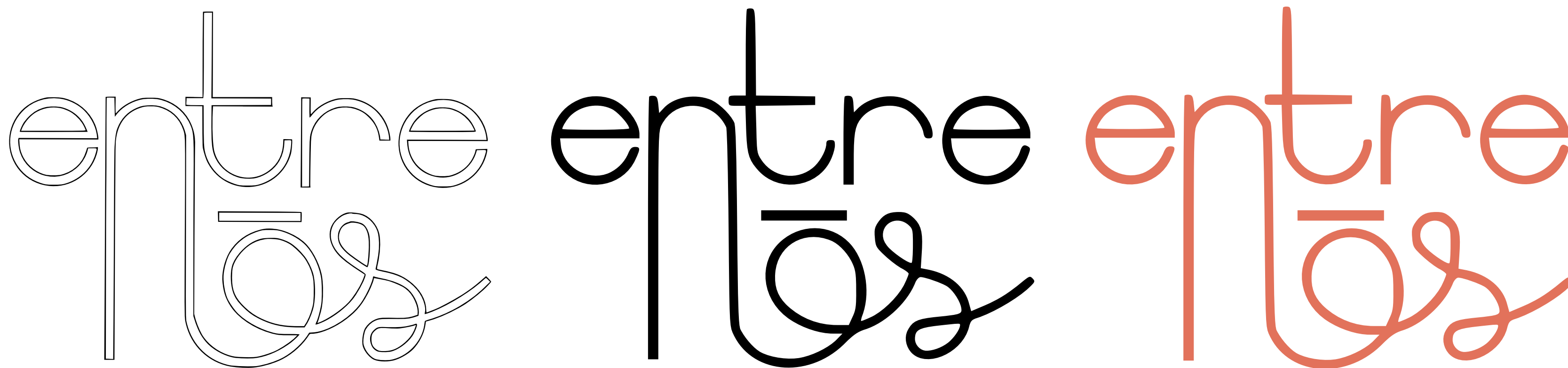


Fonte: Imagem autoral

# Identidade visual

Deste modo, a tipografia desenvolvida foi utilizada na concepção da logo, que por sua vez, teve o acréscimo da fonte cursiva, destacando essa interseção entre o geométrico e o orgânico, para representar a união e presença dos temas, termos e propósitos da linha de produtos.

Imagem 37: Esboços identidade visual



Fonte: Imagem autoral



# 4 - Modelos de baixa fidelidade

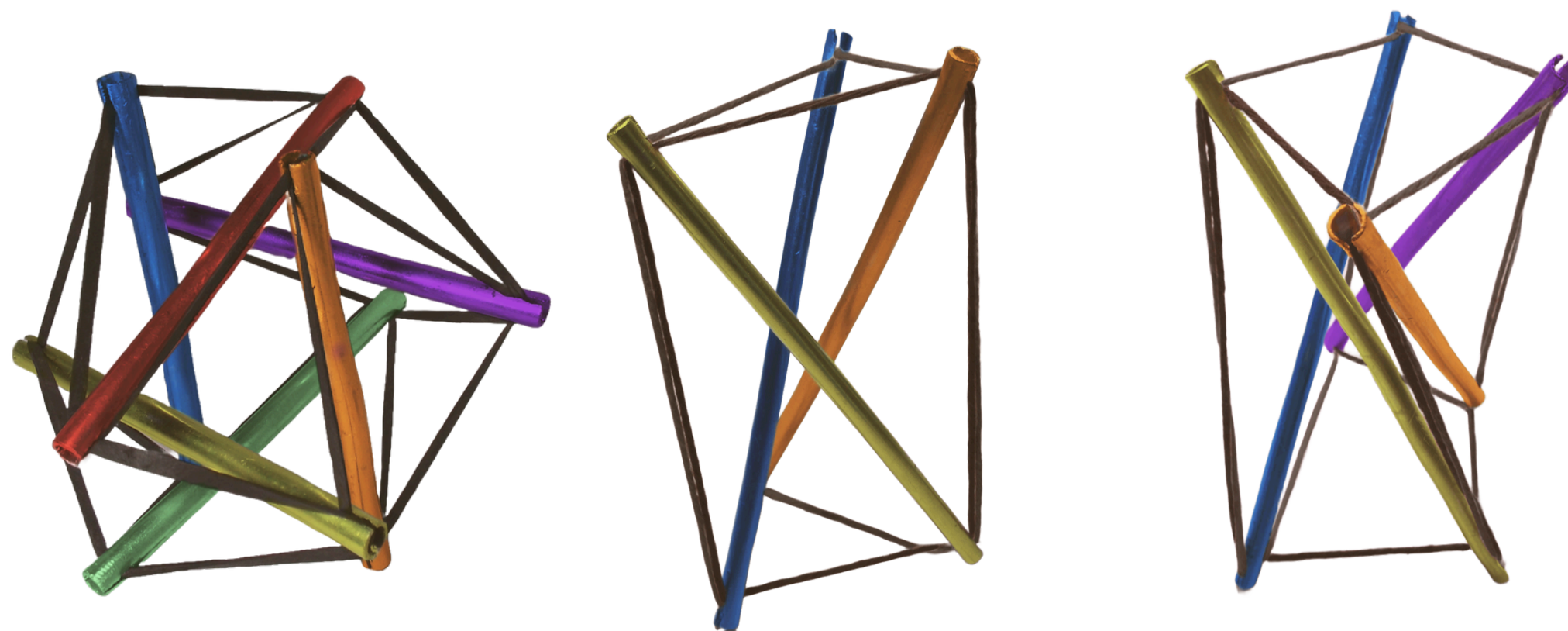




# 4.1 - Métodos de montagem

Para elucidação da montagem dos modelos de baixa fidelidade, será apresentado uma sequência de fotos na tentativa de ilustrar um passo a passo da execução das estruturas. Visando uma abordagem mais didática, o material da câmara de ar utilizada para representar o componente elástico no modelo final foi adaptado com o uso de barbantes, permitindo mais dinamismo na realização das fotos, além disso, buscando diferenciar as hastes e facilitar a visualização e entendimento, as fotos foram coloridas digitalmente e serão referenciadas na descrição pelas cores e letras correspondentes.

Imagem 38: Estruturas montada

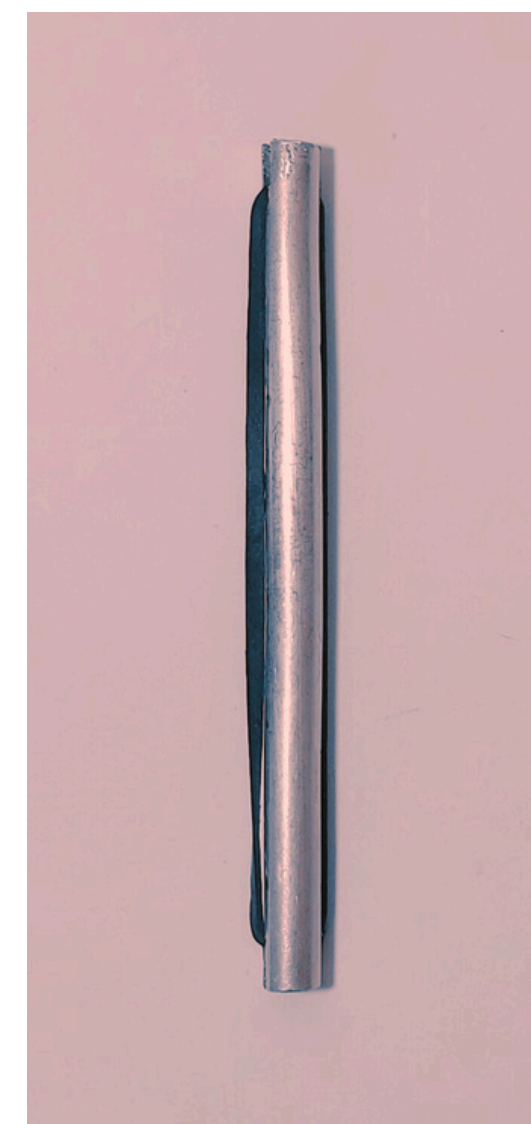
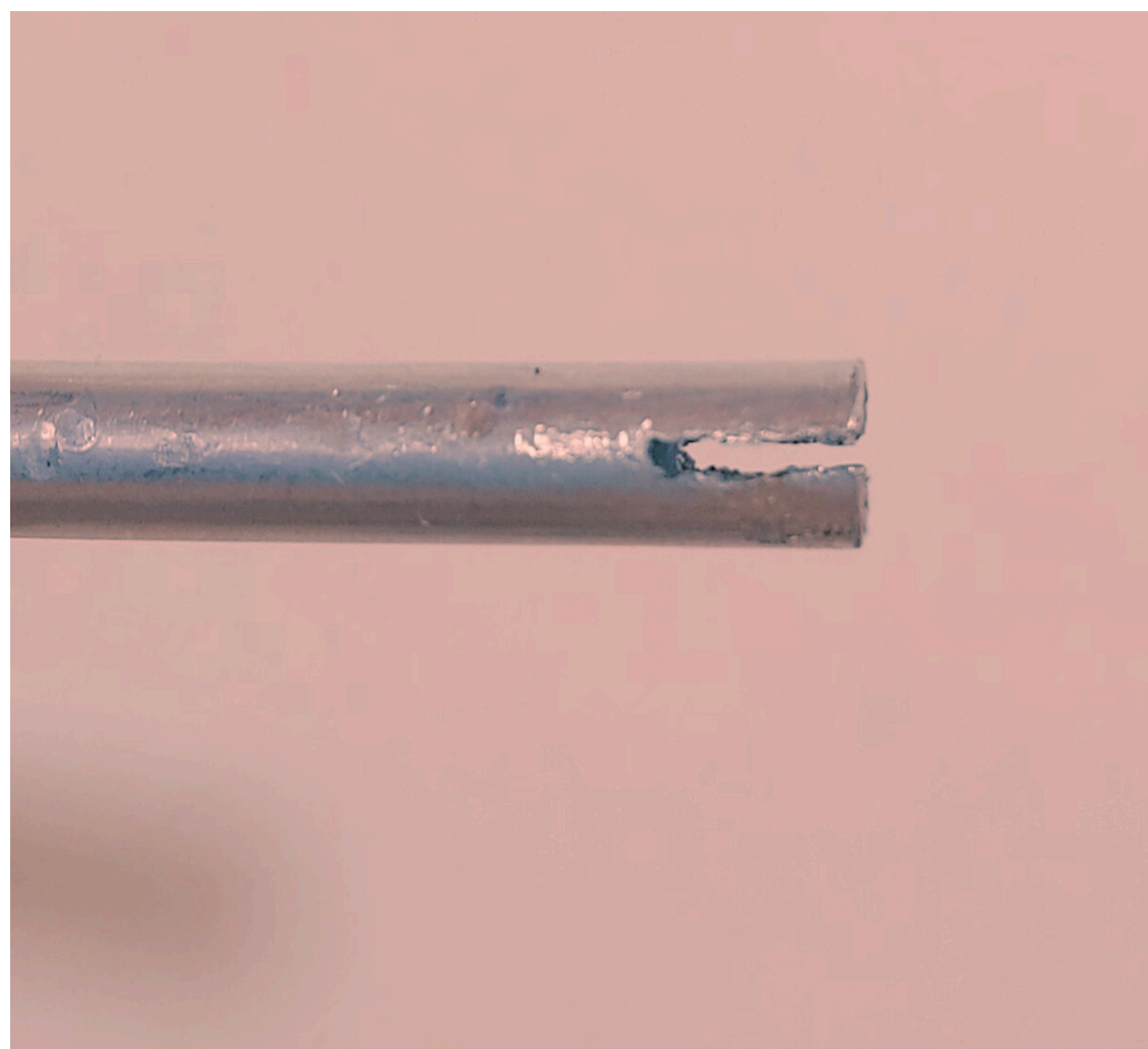


Fonte: Imagem autoral

# Métodos de montagem

Esse primeiro procedimento deve ser realizado para montagem de todas as estruturas, inicialmente é feito um corte em cada extremidade de todas as hastes. Em seguida, é possível colocar os elásticos em cada uma delas, passando pelos dois cortes, só então, dar início a montagem.

Imagem 39: Preparação



Fonte: Imagem autoral

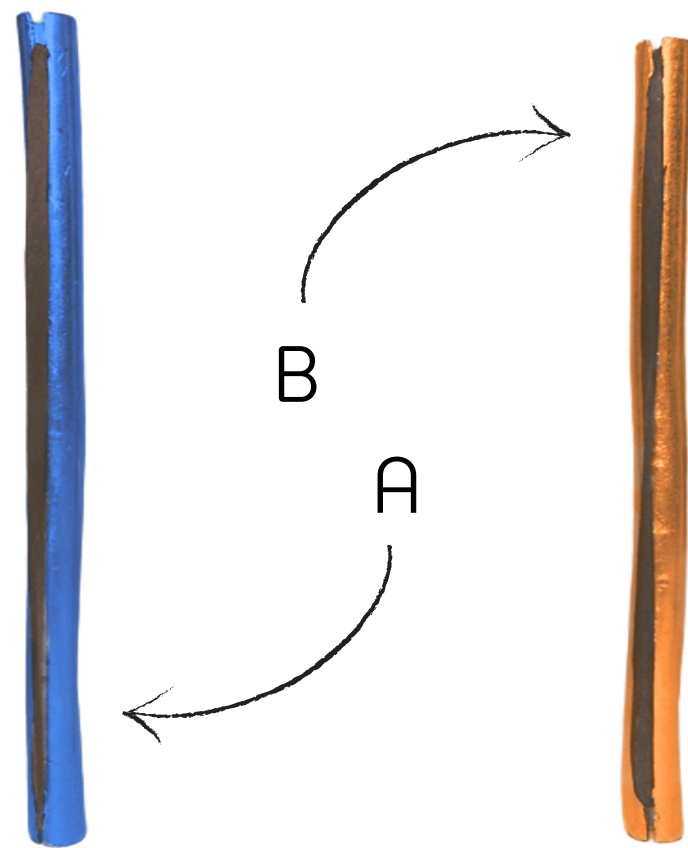
# Métodos de montagem

Para o ICOSAEDRO, será necessário com 6 hastes e 6 elásticos.

## Etapa 1 - icosaedro

Primeiro é necessário posicionar duas hastes em paralelo, haste azul (A) e laranja (B).

Imagem 40: Etapa 1 - icosaedro

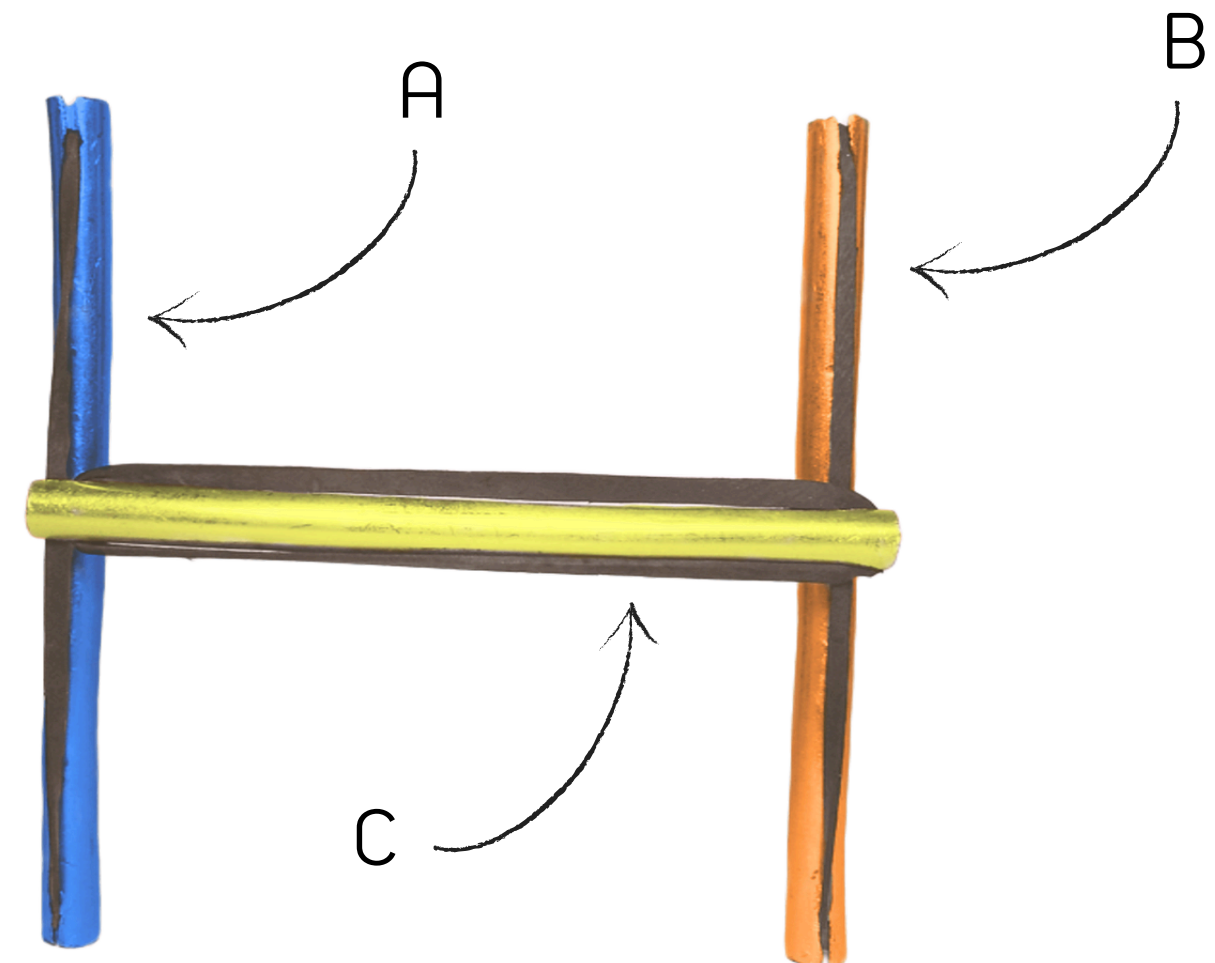


Fonte: Imagem autoral

## Etapa 2 - icosaedro

Logo depois, com uma terceira haste, representado com amarelo (C), posicioná-la de maneira perpendicular ao centro, sobre as hastes iniciais, enlaçar os elásticos das hastes azul (A) e laranja (B) as extremidades da haste amarela (C).

Imagem 41: Etapa 2 - icosaedro



Fonte: Imagem autoral

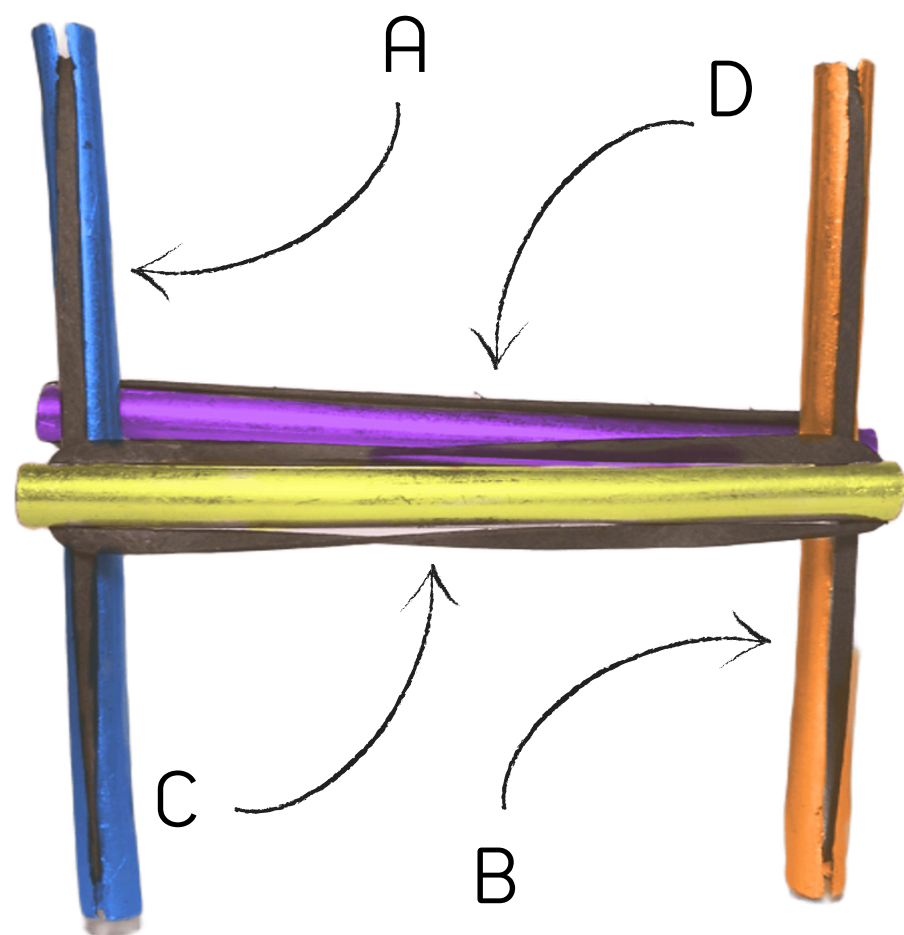


# Métodos de montagem

## Etapa 3 - icosaedro

O mesmo procedimento é realizado no lado oposto, de maneira simétrica, inserindo a haste roxa (D) paralelamente a haste amarela (C).

Imagem 42: Etapa 3 - icosaedro

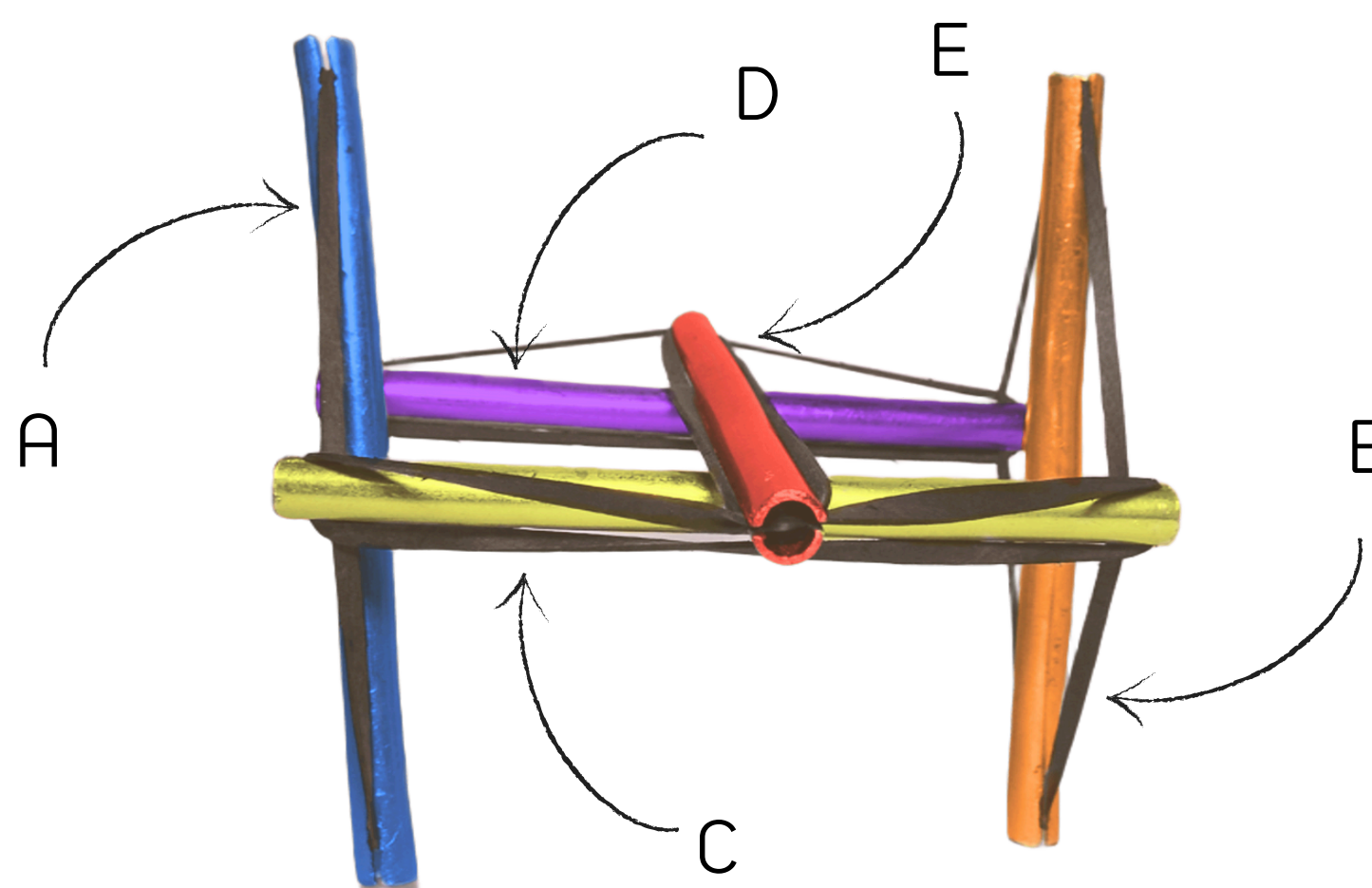


Fonte: Imagem autoral

## Etapa 4 - icosaedro

Mais uma haste é posicionada, representada pela cor vermelha (E) ficará acima hastes amarela (C) e roxa (D), transversalmente, neste momento é feita a ligação dos elásticos das hastes amarela (C) e roxa (D) nas extremidades da haste vermelha (E).

Imagem 43: Etapa 4 - icosaedro



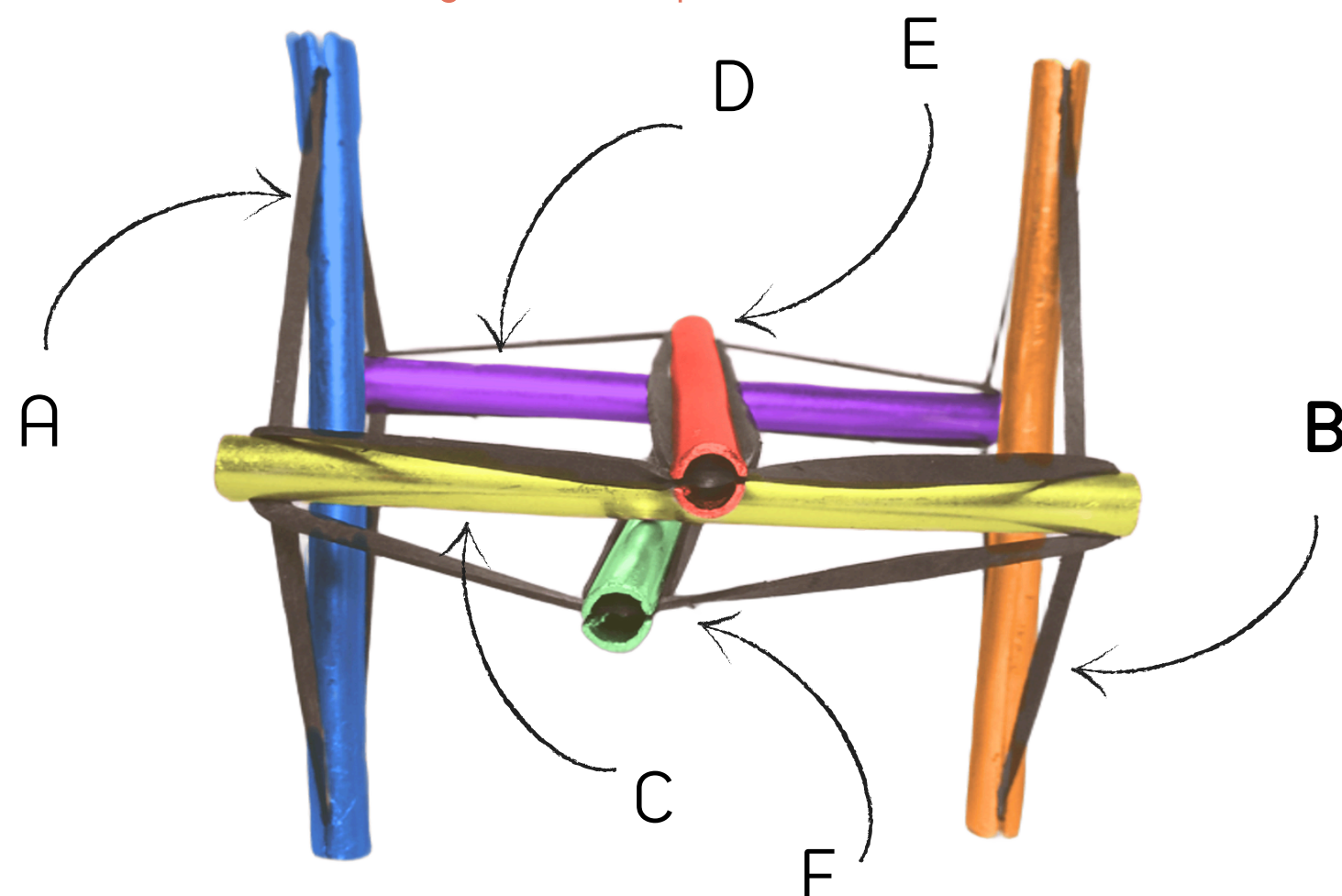
Fonte: Imagem autoral

# Métodos de montagem

## Etapa 5 - icosaedro

Da mesma forma da etapa anterior, a última haste, que está na cor verde (F) é posicionada, porém na parte inferior também é interligada com as hastes amarela (C) e roxa (D).

Imagem 44: Etapa 5 - icosaedro

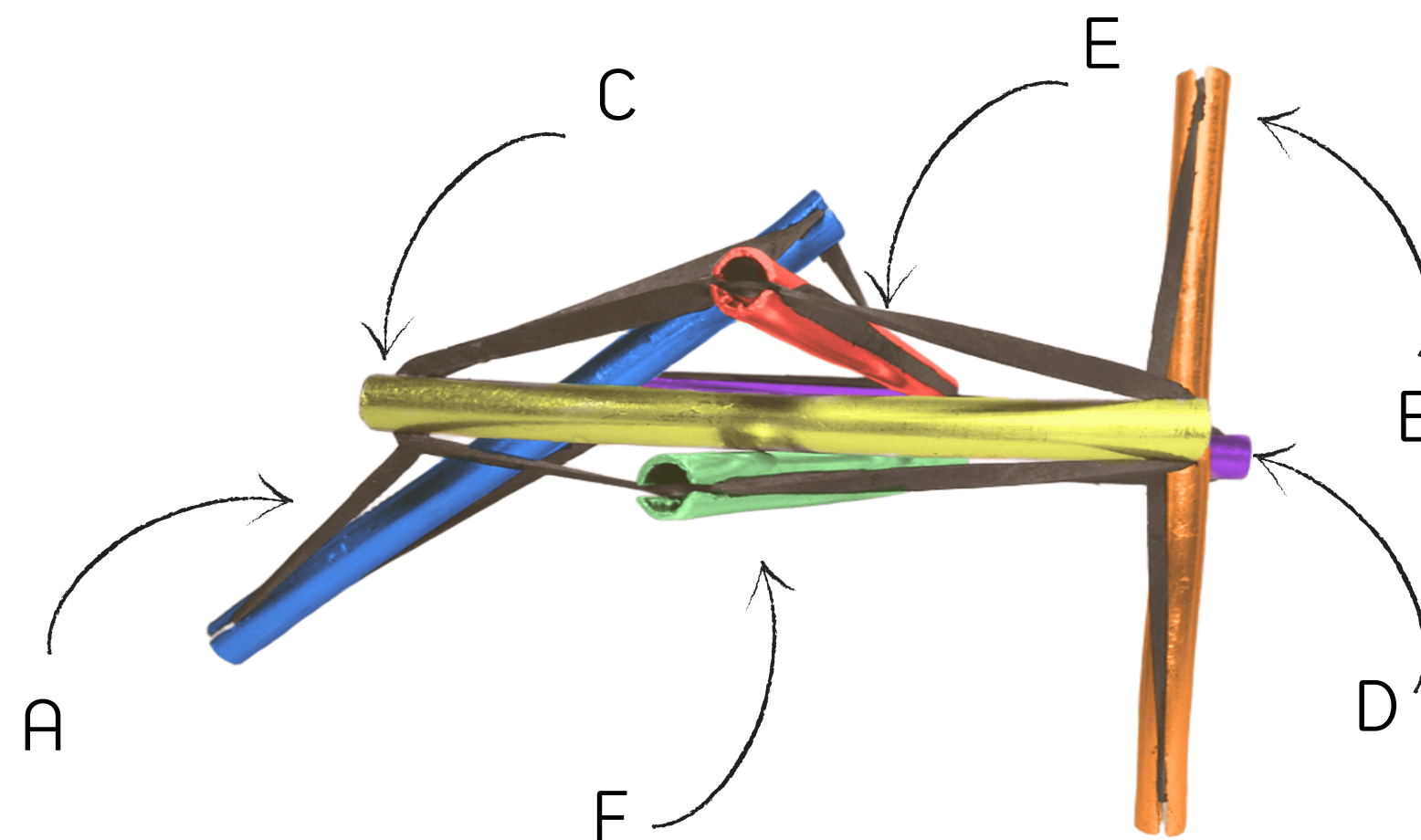


Fonte: Imagem autoral

## Etapa 6 - icosaedro

Caminhando para finalizar o icosaedro é necessário tracionar o elástico da haste vermelha (E) até a parte superior da haste azul (A).

Imagem 45: Etapa 6 - icosaedro



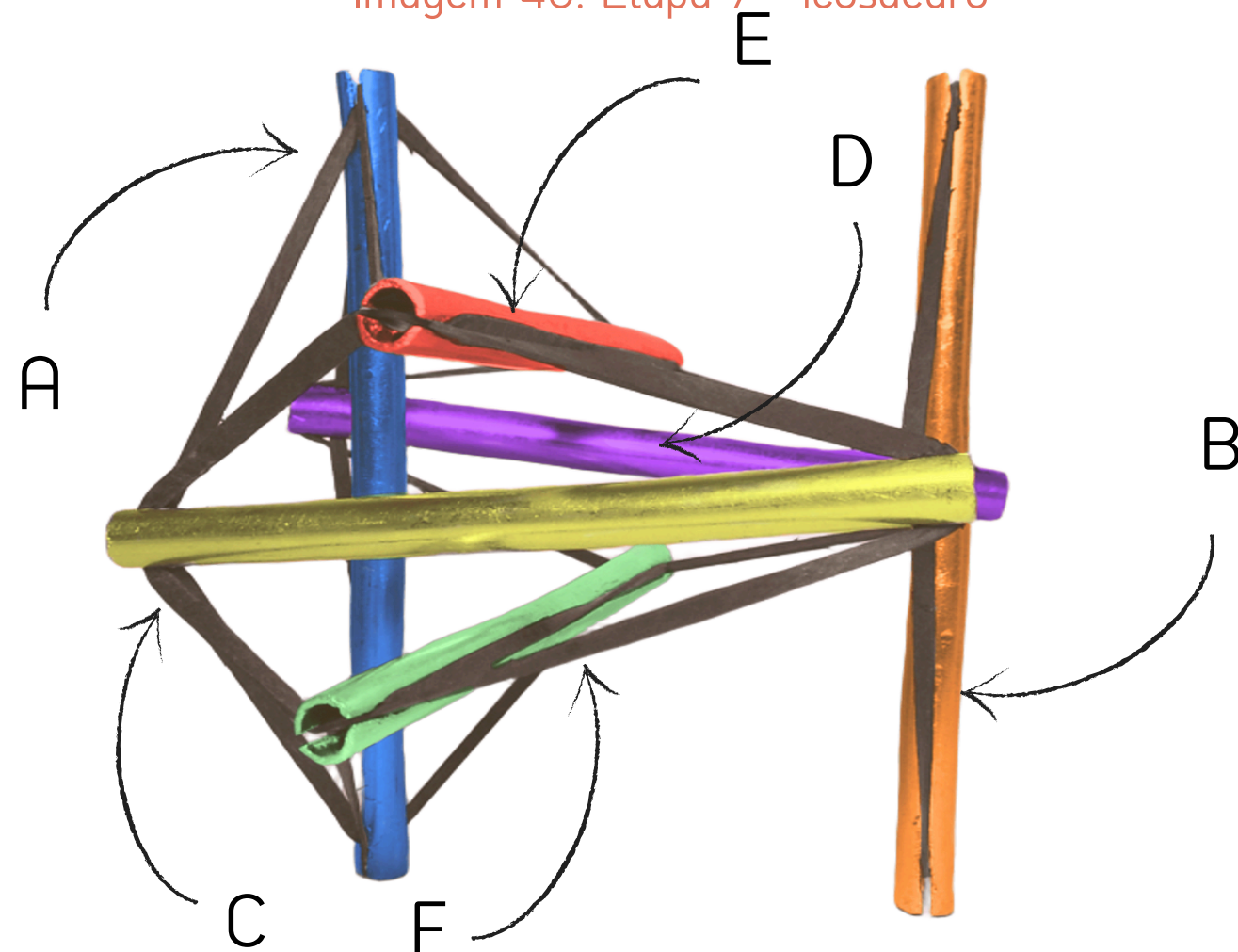
Fonte: Imagem autoral

# Métodos de montagem

## Etapa 7 - icosaedro

O mesmo processo da etapa 6 é realizado neste ponto, porém com a haste verde (F) se ligando ao extremo inferior da haste azul (A), finalizando a primeira lateral da estrutura.

Imagem 46: Etapa 7 - icosaedro

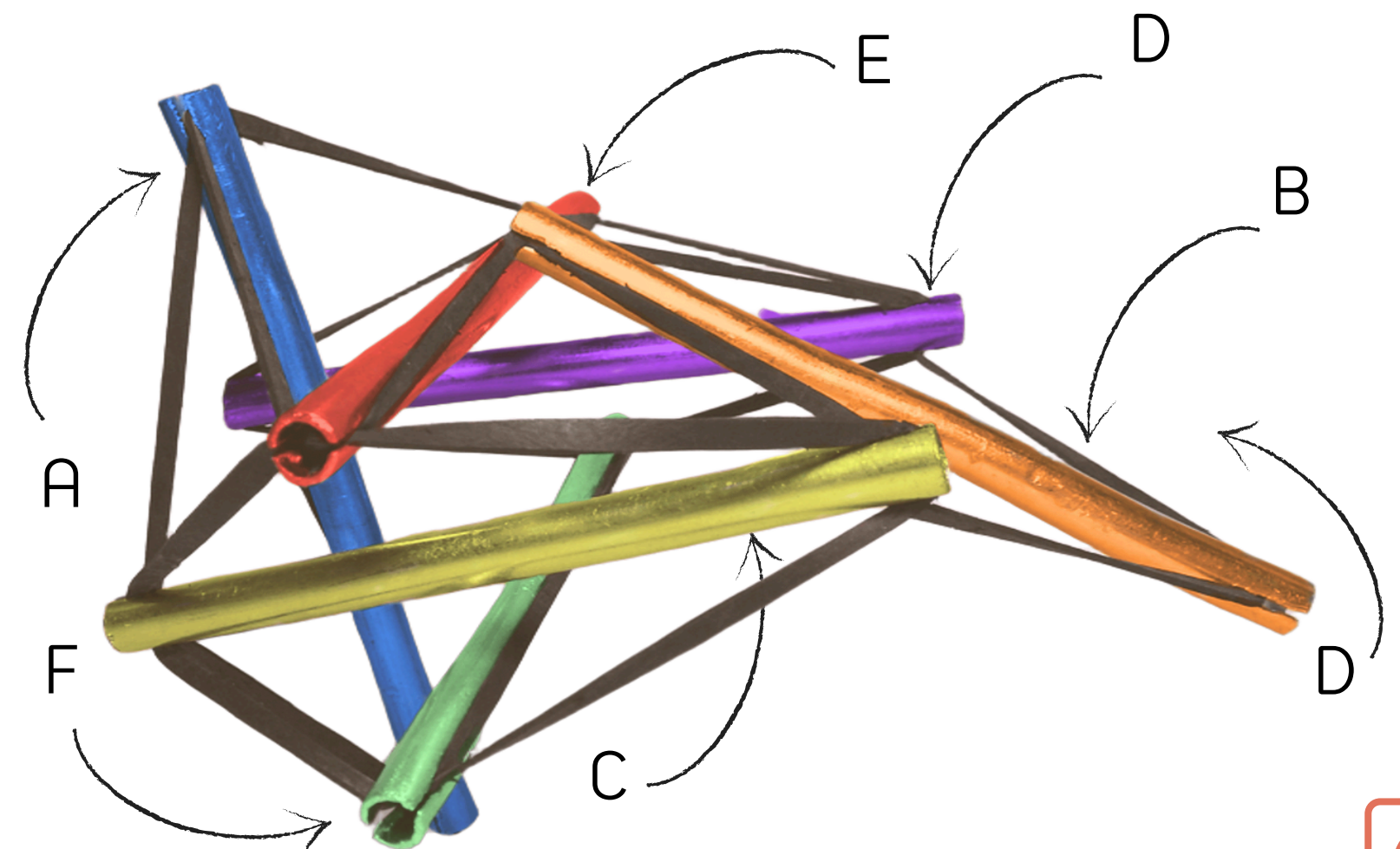


Fonte: Imagem autoral

## Etapa 8 - icosaedro

Por ser uma estrutura simétrica, as etapas 6 e 7 são realizadas da mesma forma no sentido oposto. Sendo assim, o elástico da haste vermelha (E) se liga com a parte superior da haste laranja (B).

Imagem 47: Etapa 8 - icosaedro



Fonte: Imagem autoral

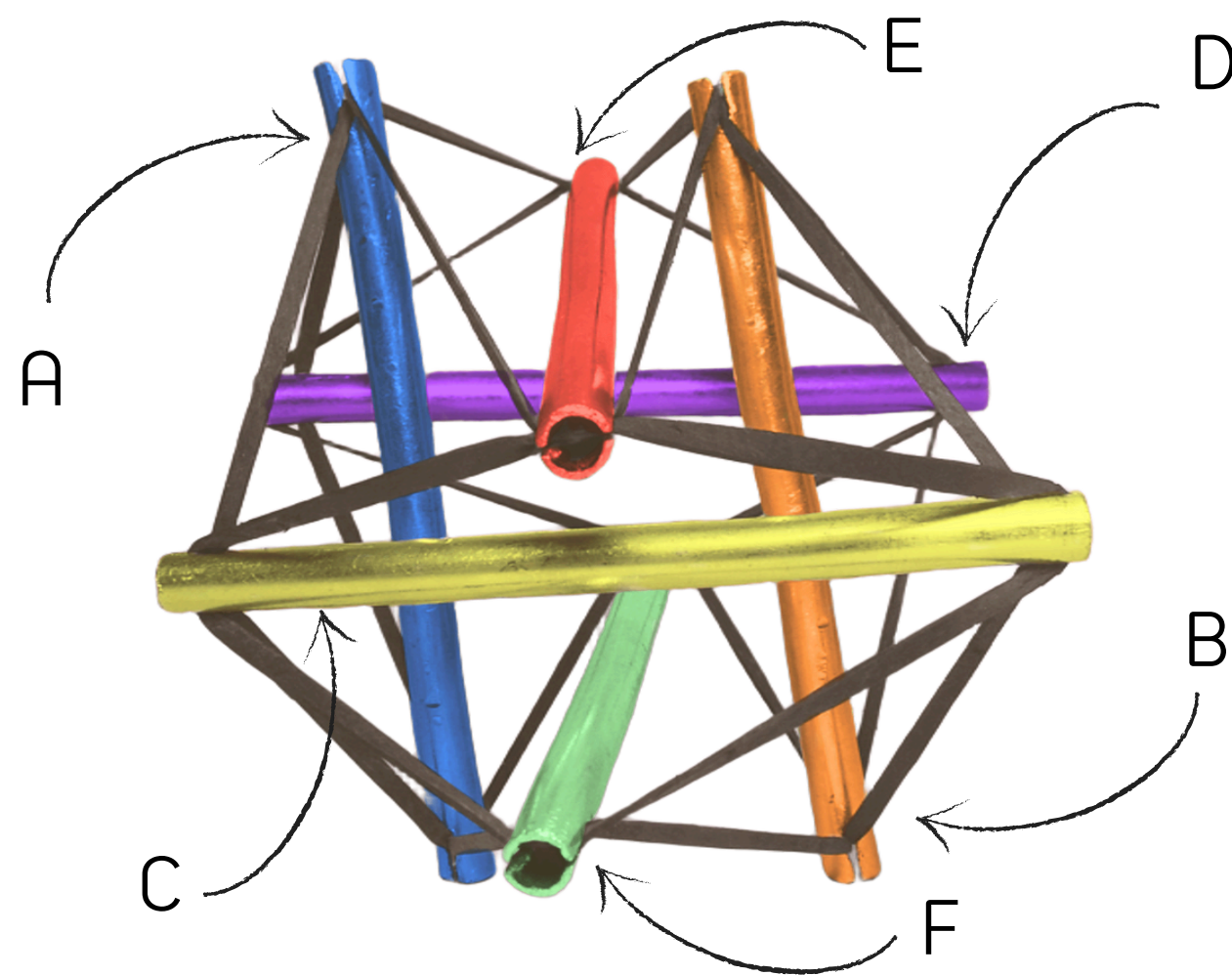


# Métodos de montagem

## Etapa 9 - icosaedro

Neste momento, só falta a ligação final, feita na parte inferior, entre a haste verde (F) e a haste laranja (B).

Imagem 48: Etapa 9 - icosaedro



Fonte: Imagem autoral

## Resultado final - icosaedro

Imagem 49: Resultado - icosaedro



Fonte: Imagem autoral

# Métodos de montagem

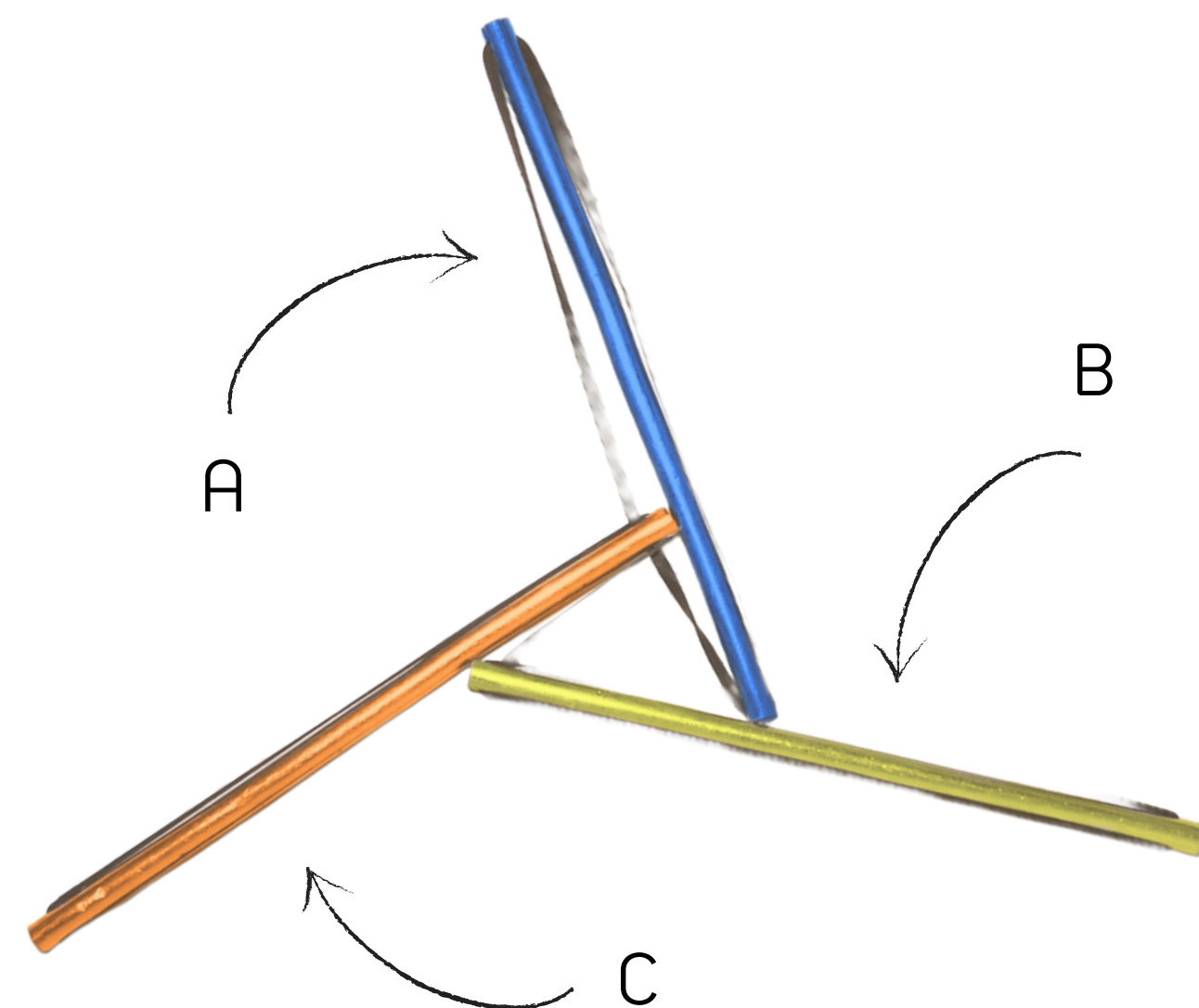
Para o T-PRISMA, será necessário com 3 hastes e 3 elásticos.

## Etapa 1 - T-prisma

A etapa inicial consiste em dispor as hastes em um triângulo, entretanto não com as extremidades unidas, o triângulo é formado pelo posicionamento da extremidade de uma haste próximo ao comprimento da outra. Deste modo, os elásticos são enlaçados na ponta da haste que os encontra, tendo cada uma, um ponto de ligação da extremidade com o comprimento de outra haste.

Ou seja, de maneira descritiva, a haste azul (A) está posicionada com uma das extremidades no comprimento da haste amarela (B), enquanto a haste amarela (B) está posicionada com sua ponta no comprimento da haste laranja (C) e por fim, a haste laranja (C) finda o ciclo ligando sua extremidade ao comprimento da haste azul (A).

Imagem 50: Etapa 1 - T-prisma



Fonte: Imagem autoral

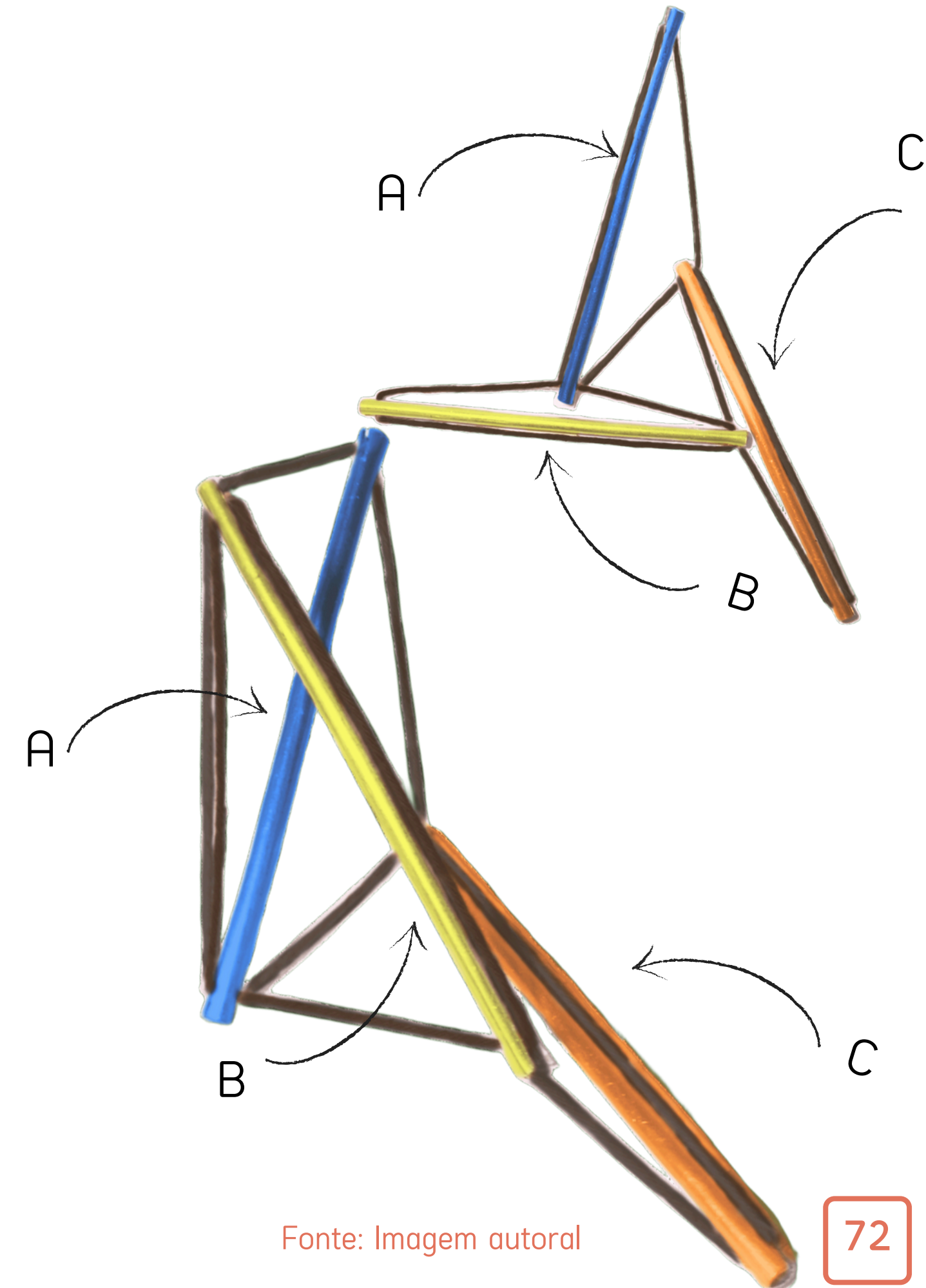
# Métodos de montagem

## Etapa 2 - T-prisma

É possível escolher qualquer uma das hastes para iniciar a montagem da estrutura. Para manter a sequência iniciarei pela haste azul (A).

Ao localizar a haste, é importante observar que será utilizado o elástico que está "livre" (sem nenhuma haste presa em seu comprimento); ele será tracionado até a extremidade superior da haste amarela (B), as hastes irão se reposicionar pela tração (não ocorre nas fotos, pois foram usados mecanismos para controle desse posicionamento, de modo que seja mais visível as transições), porém é importante manter a identificação das hastes.

Imagem 51: Etapa 2 - T-prisma



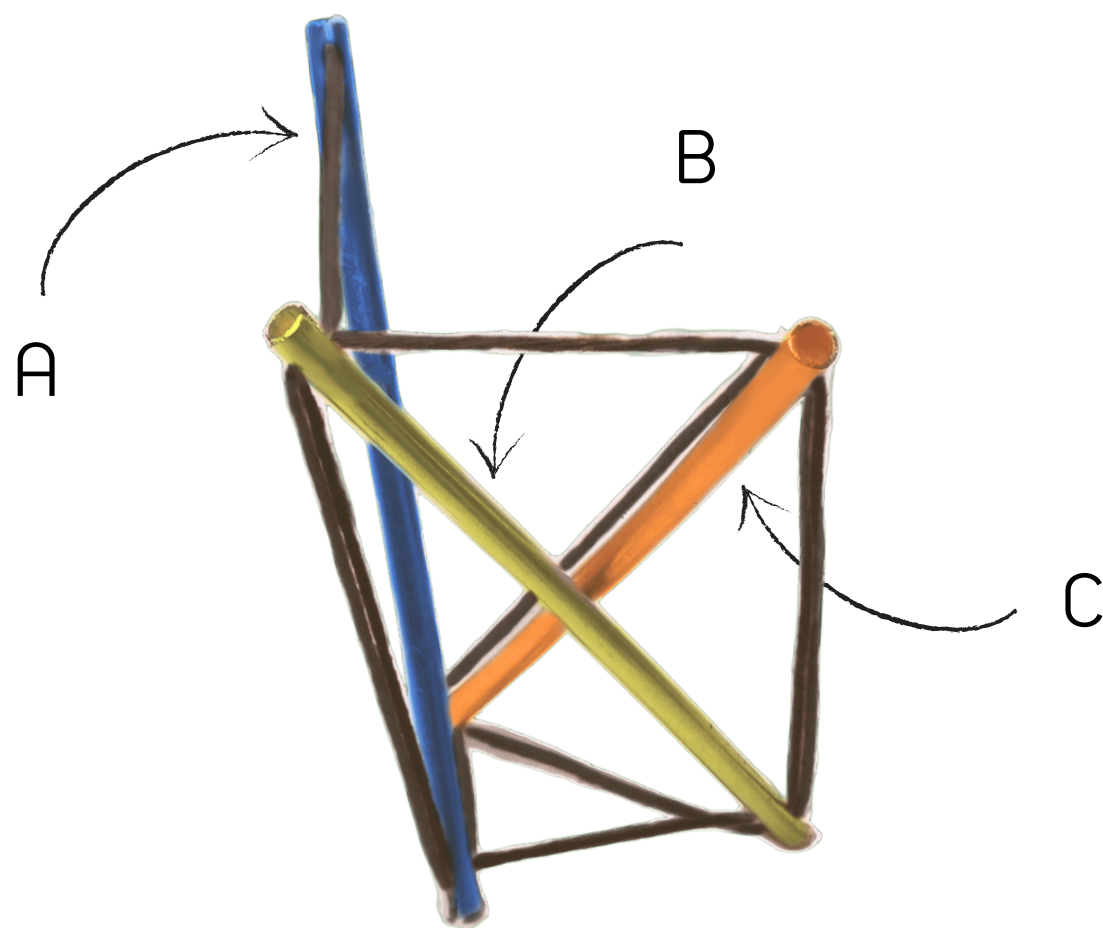


# Métodos de montagem

## Etapa 3 -T-prisma

A sequência segue no sentido que se iniciou, sendo assim, a haste amarela (B) terá seu elástico disponível ligado a haste laranja (C).

Imagem 52: Etapa 3 - T-prisma

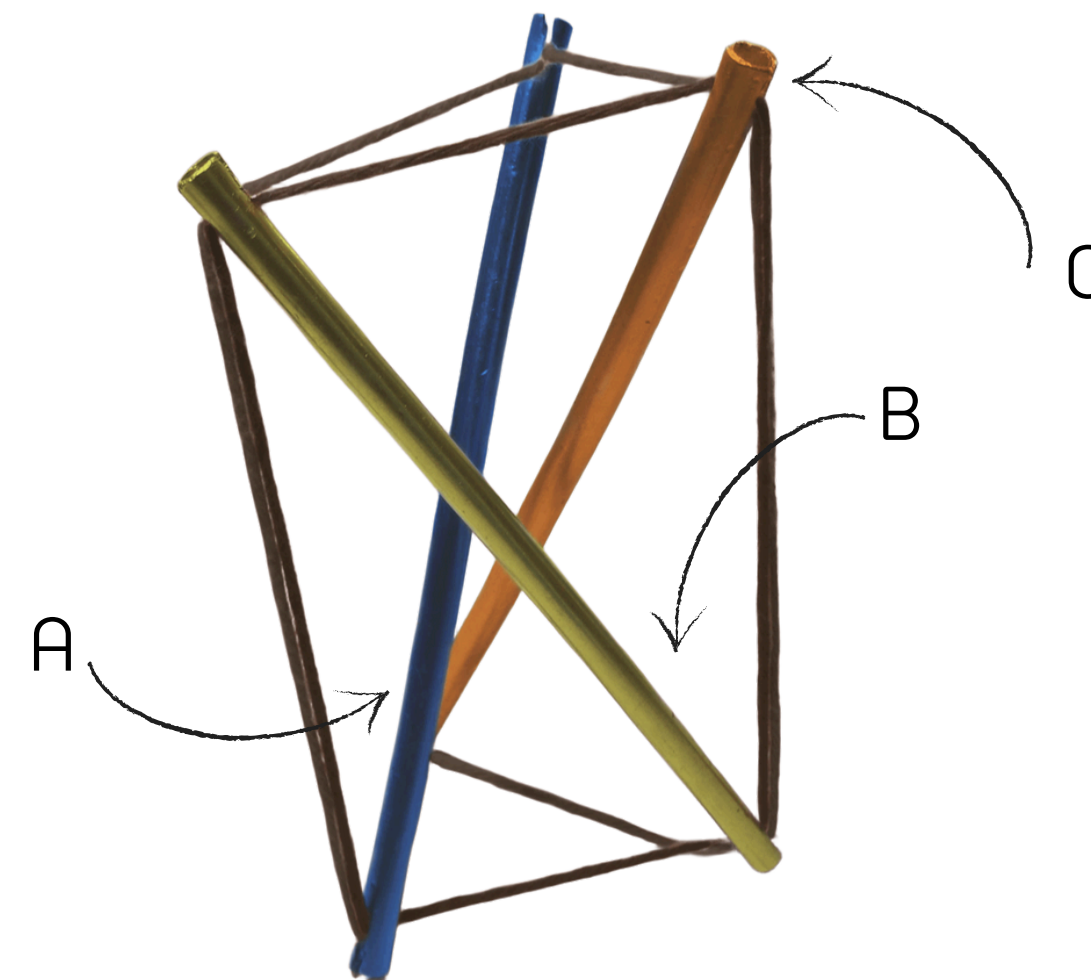


Fonte: Imagem autoral

## Etapa 4 -T-prisma

Por fim, o elástico da haste laranja (C) que não tem nenhuma ligação, será posicionado o ponto inicial, na extremidade da haste azul (A)

Imagem 53: Etapa 4 - T-prisma



Fonte: Imagem autoral

\*Lembrando que esse trabalho foi baseado em experimentos, portanto não há exatidão e não é possível prever a variação dos materiais, deste modo, é possível que, para que o t-prisma permaneça 'em pé', os elásticos de base que formam os triângulos devem ser cuidadosamente ajustados, sendo tracionados ou aliviados, até que a estrutura se equilibre.

# Métodos de montagem

## Resultado final - T-prisma

Imagem 54: Resultado - T-prisma

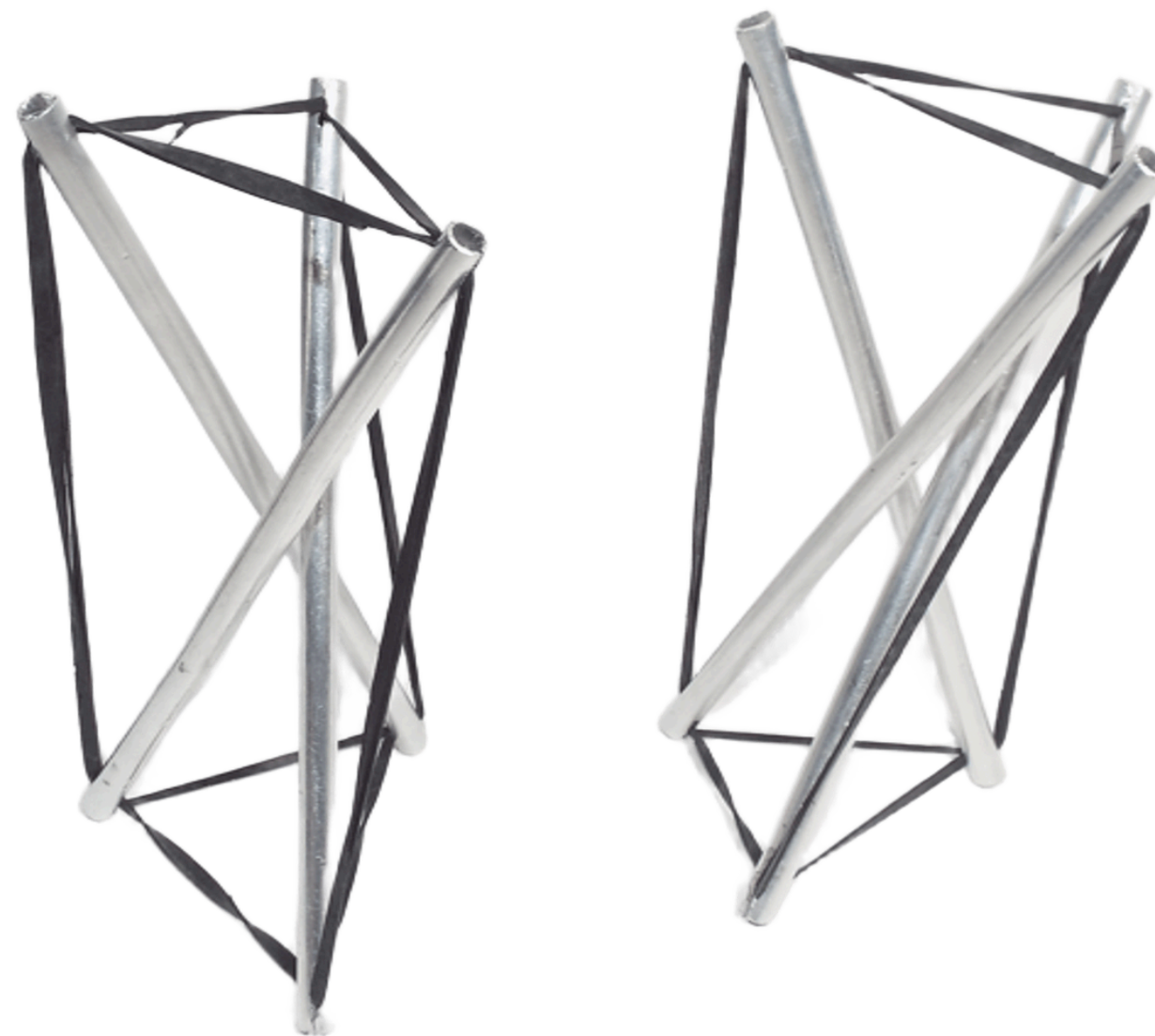


Fonte: Imagem autoral

## Empilhamento em torre

Para o empilhamento em torre, é necessário duas ou mais estruturas do T-prisma, montadas conforme os passos anteriores.

Imagem 55: Empilhamento torre

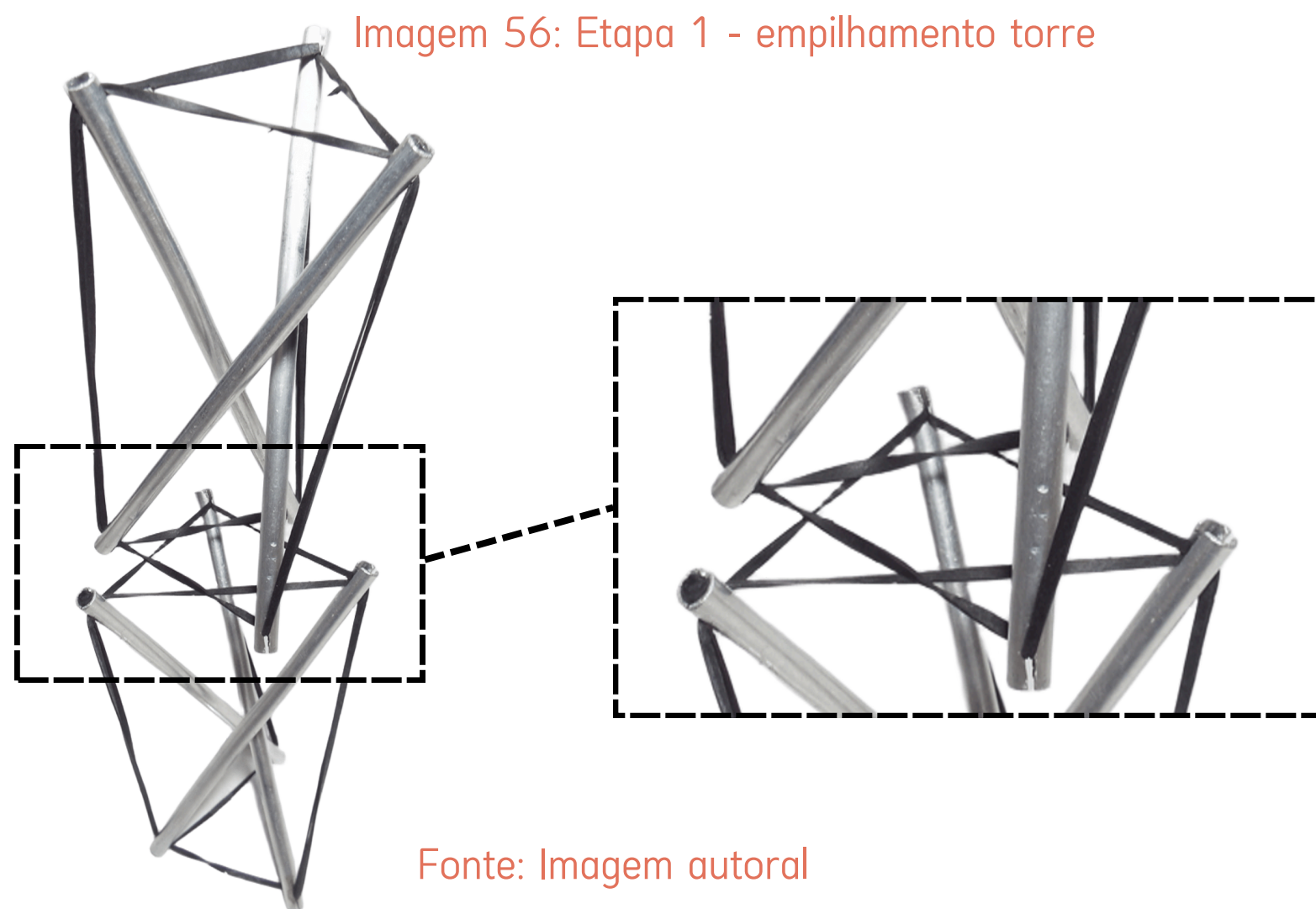


Fonte: Imagem autoral

# Métodos de montagem

## Etapa 1 - empilhamento torre

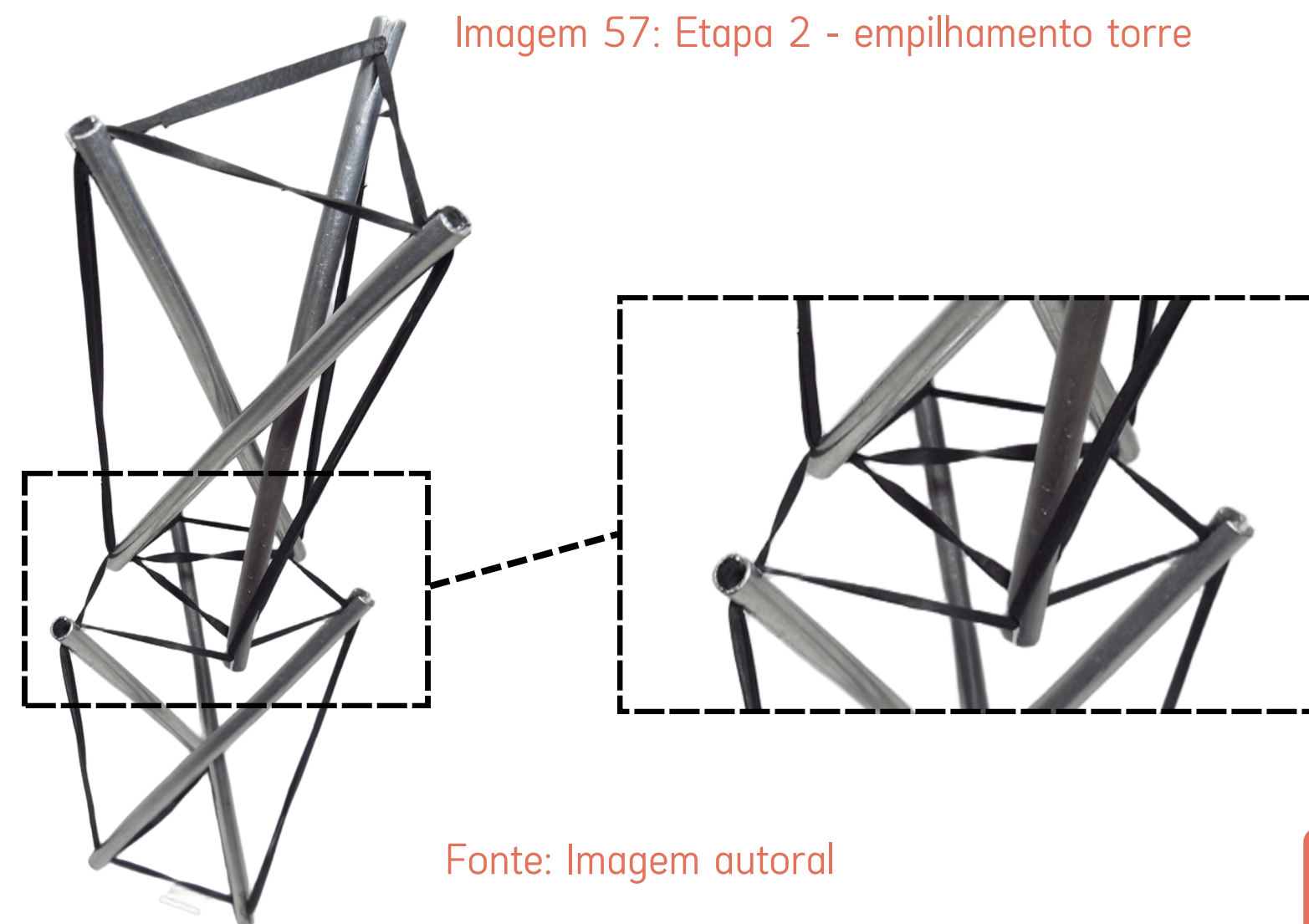
Com as estruturas montadas, elas devem ser posicionadas uma acima da outra, com uma rotação para as hastes se alternarem, de modo que no centro forme uma estrela de 6 pontas com os elásticos das bases



Fonte: Imagem autoral

## Etapa 2 - empilhamento em torre

Neste momento, não é importante a identificação e nomenclatura das hastes. Entretanto, as hastes da estrutura superior devem ser presas aos centros dos elásticos da estrutura inferior.



Fonte: Imagem autoral

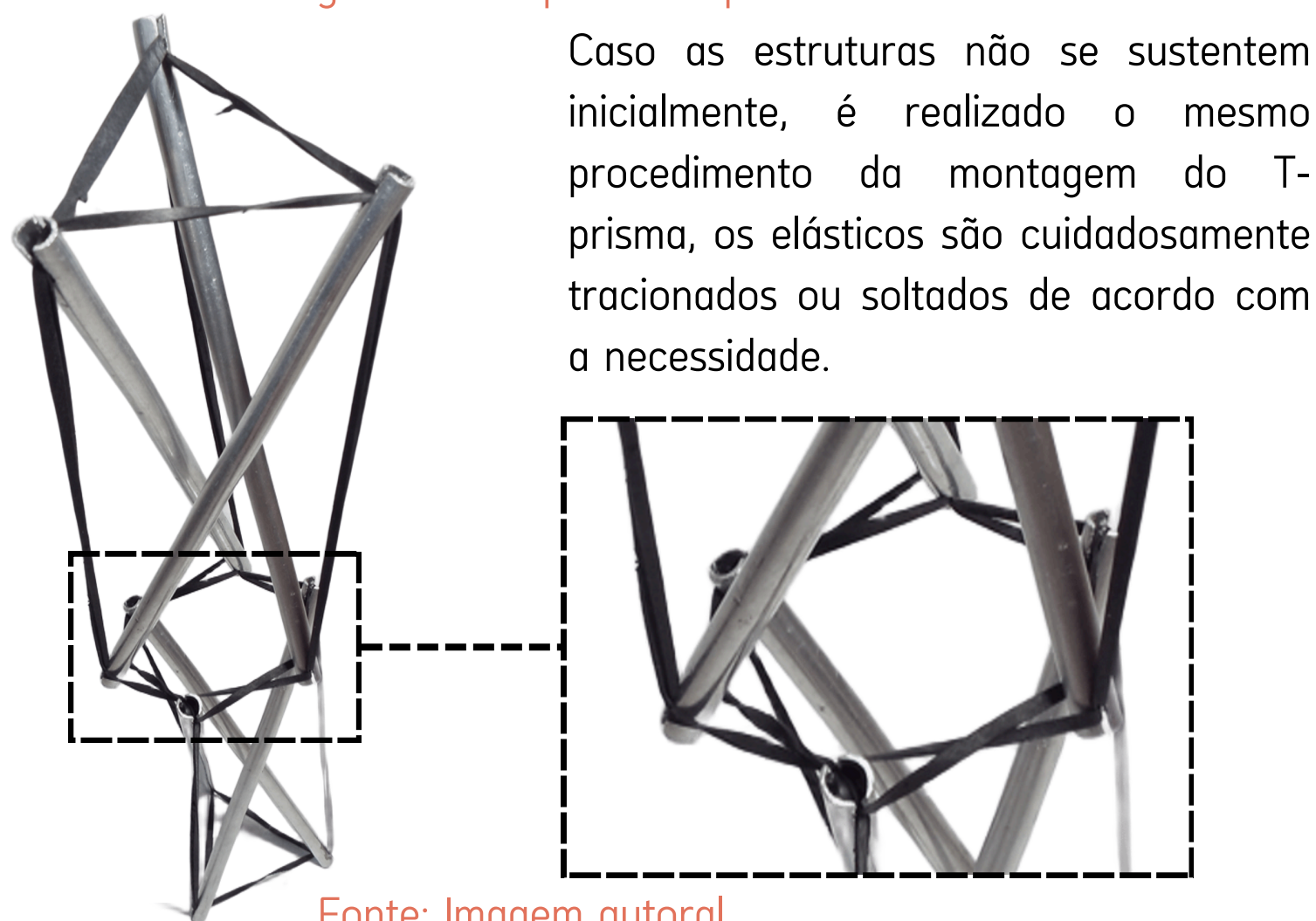


# Métodos de montagem

## Etapa 3 - empilhamento torre

Feito isso, é só realizar o mesmo procedimento, prendendo os centros dos elásticos da estrutura superior as hastes da estrutura inferior, deste modo, a união das estruturas será um hexágono.

Imagem 58: Etapa 3 - empilhamento torre



## Resultado final - empilhamento torre

Imagem 59: Resultado - empilhamento torre



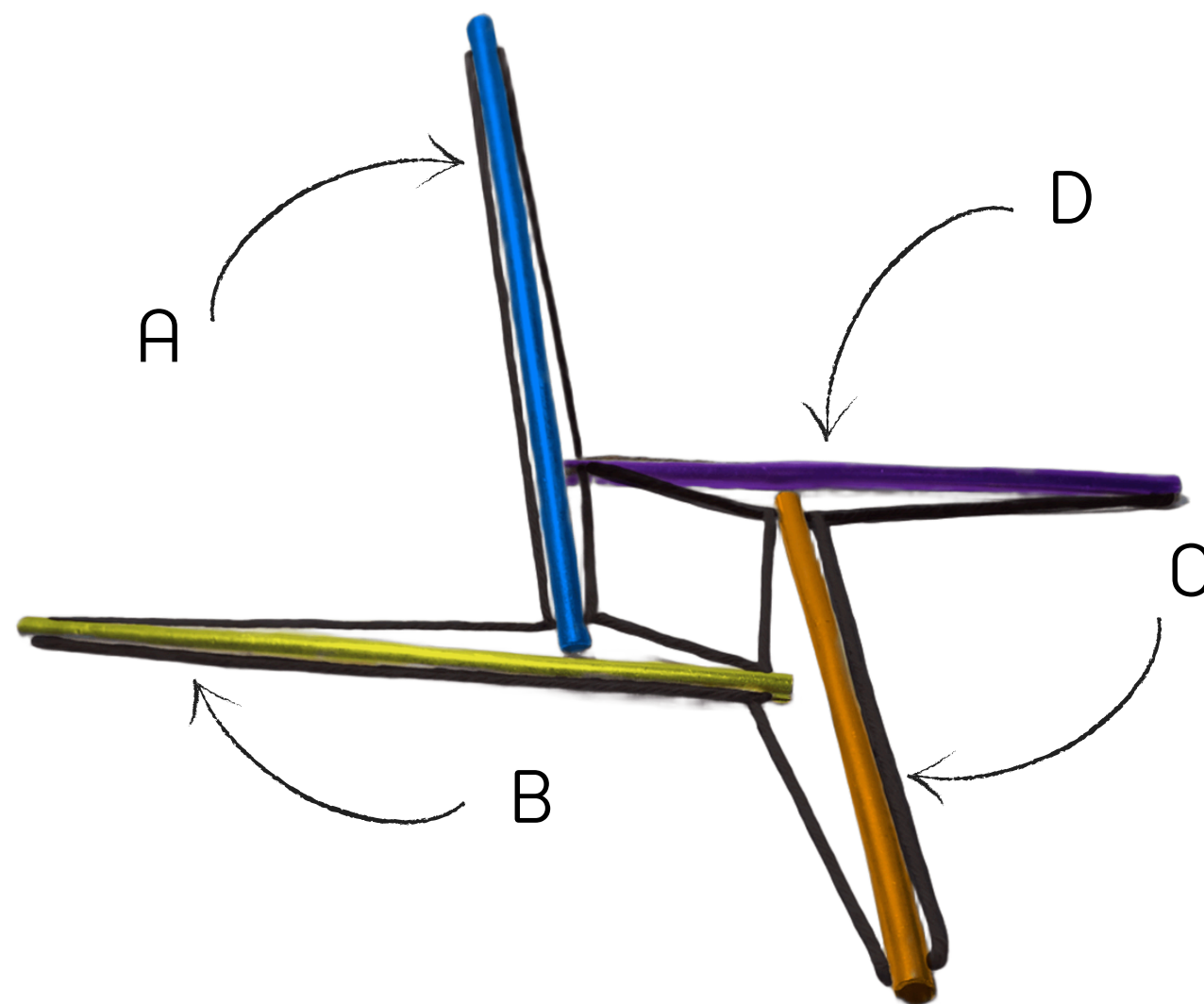
# Métodos de montagem

Para o prisma de 4 hastes, será necessário com 4 hastes e 4 elásticos.

## Prisma de 4 hastes

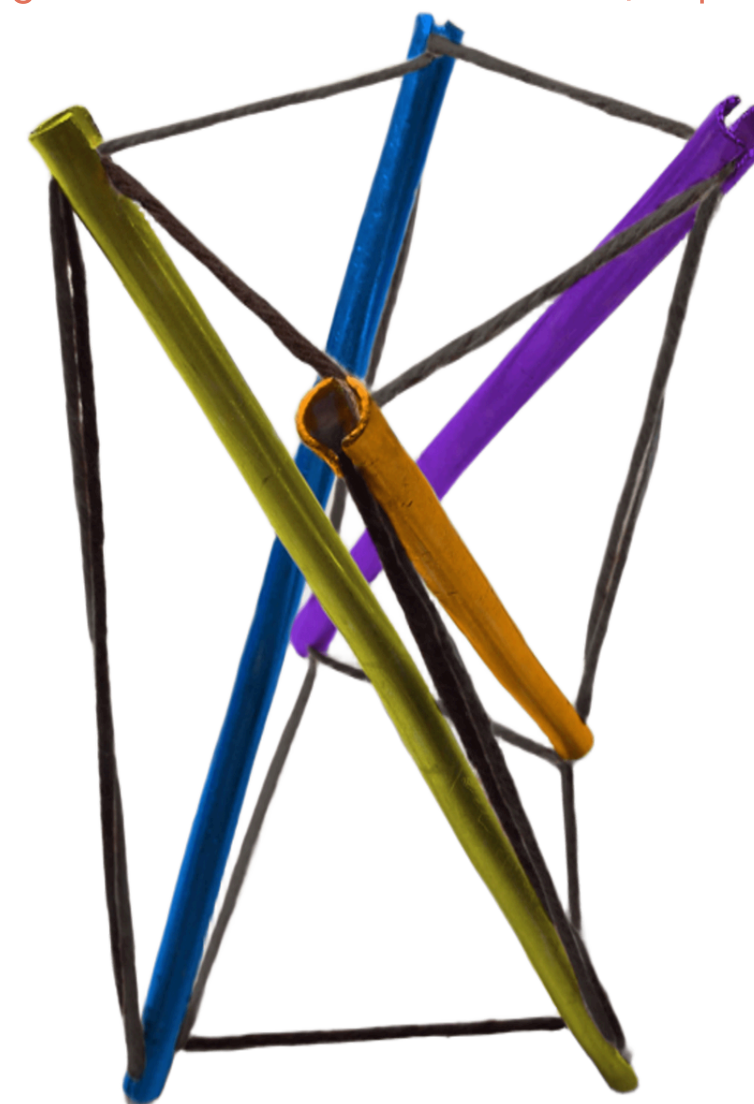
O prisma de 4 hastes consiste na mesma lógica do t- prisma, porém com uma haste a mais, desta forma a figura inicial não será um triângulo e sim um quadrado. A partir daí, todo o desenvolvimento de montagem é equivalente ao t-prisma, ligando os elásticos “livres” a haste que está próxima.

Imagem 60: Prisma de 4 hastes (etapa1)



Fonte: Imagem autoral

Imagem 61: Prisma de 4 hastes (etapa final)



Fonte: Imagem autoral

## 4.2 - Mockups

Para a construção dos modelos de baixa fidelidade, foram utilizados materiais alternativos que se assemelham aos finais, aplicados principalmente nas estruturas, pois foram o foco do projeto, portanto a cúpula do abajur e o assento da poltrona foram realizados por impressão 3d de forma representativa.

Os modelos foram impressos considerando a escala 1:4, utilizando a impressora 3D da Creality no modelo ender 3 Neo do CADEP (Centro Avançado de Desenvolvimento de Produtos - CADEP) com filamento de PLA.

Paralelo a isso as estruturas foram montadas utilizando um tubo de alumínio de 1/4" (material comumente aplicado em chopeiras), adquirido facilmente na internet, por fim, retalhos de câmaras de ar foram usadas, para simular os componentes elásticos.



# Mockups - Resultados finais

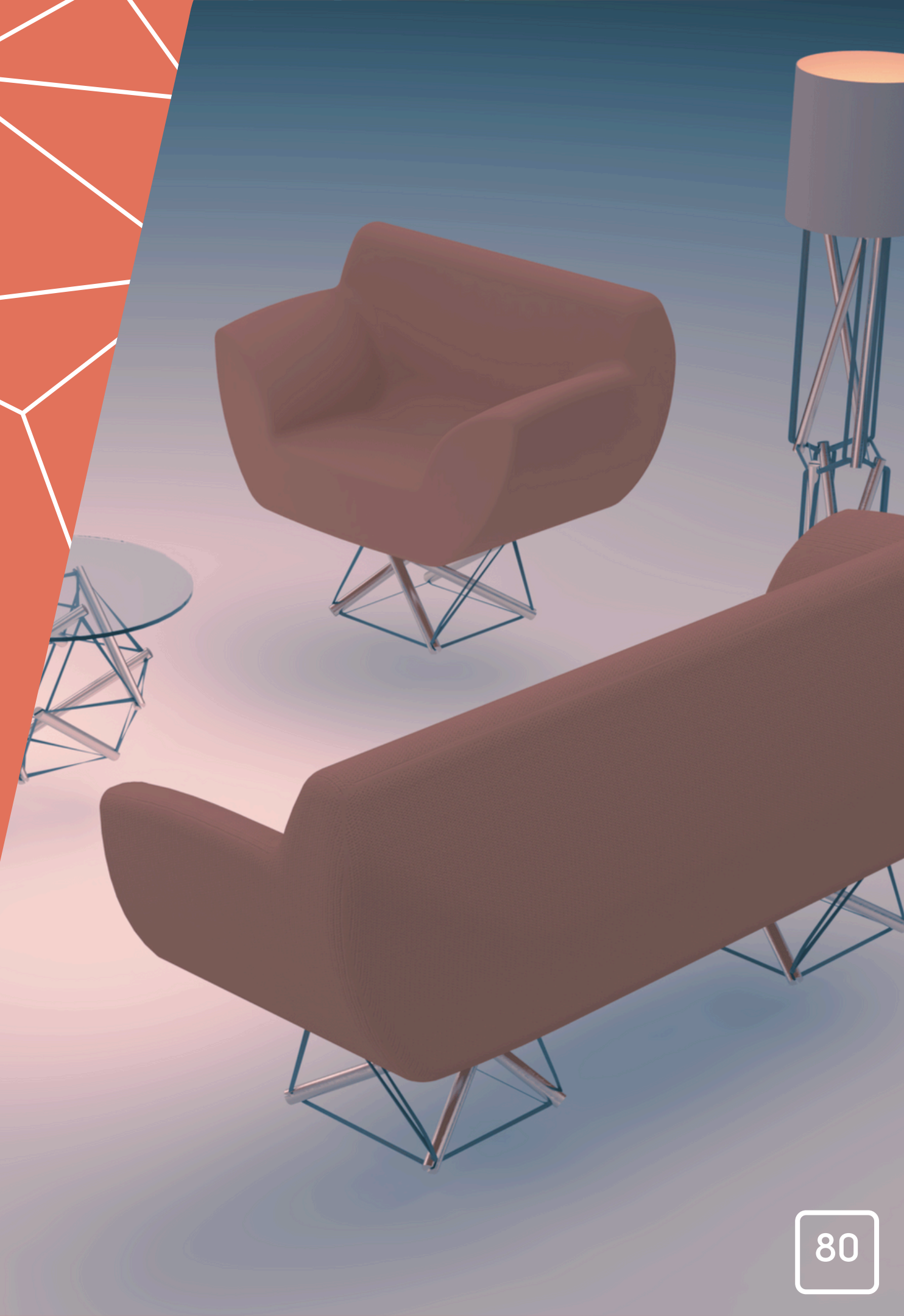
Imagem 62 : Fotografias modelos baixa fidelidade



Fotos por: Fernanda Cristina Vianna



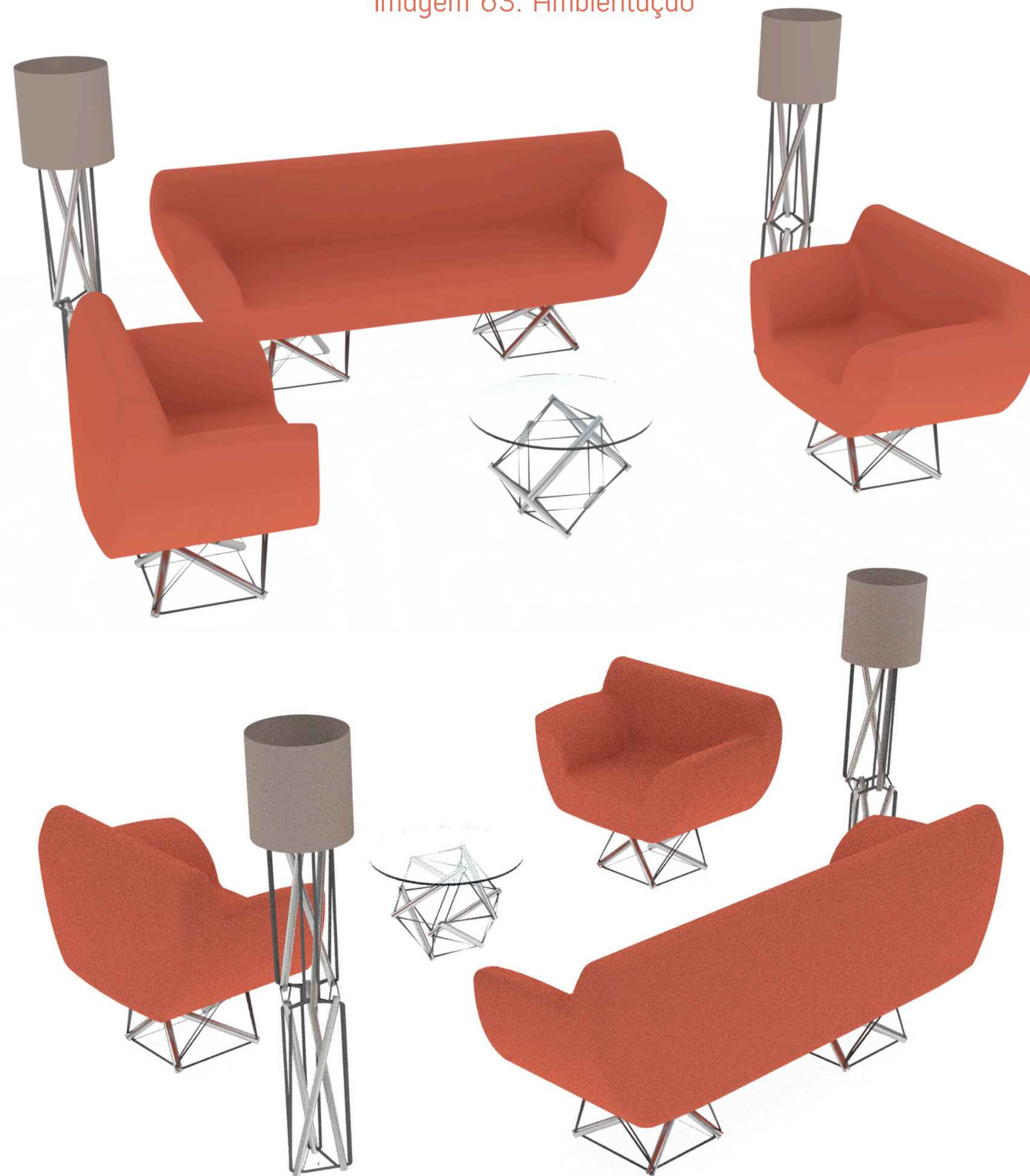
# 5 - Ambientação



# Ambientação

A ambientação dos mobiliários consistiu em posicionar virtualmente os móveis de forma estratégica para avaliar sua combinação, funcionalidade e estética. Esse processo envolveu distribuir os itens de acordo com o layout do ambiente proposto anteriormente (imagem 12), levando em conta o fluxo de circulação, a proporção do espaço e as necessidades dos usuários.

Por fim, nas últimas imagens, o mobiliário foi simulado junto ao domo, compondo integralmente o ambiente idealizado. Com os recursos da renderização foi possível simular o ambiente diurno e noturno.



Fonte: Imagem autoral











# 6 - Considerações finais





# Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma linha de mobiliário para áreas externas aplicando conceitos de tensegridade. Durante a pesquisa, foi possível entender e aplicar estruturas que se equilibram por forças de tração e compressão, resultando em quatro produtos finais: sofá, poltrona, mesa de centro e abajur.

Os produtos desenvolvidos demonstraram que o uso de tensegridade não só torna as construções mais eficientes e resistentes, mas também revela o grande potencial desse conceito para o design. Apesar das dificuldades teóricas, devido à escassez de registros específicos sobre tensegridade, e dos desafios práticos no processo de visualização das estruturas, as simulações com modelos em miniaturas facilitaram a execução do projeto.

O desenvolvimento deste projeto proporcionou um significativo aprendizado e mostrou que a tensegridade é mais do que uma teoria: ela é uma abordagem aplicável e útil no desenvolvimento de produtos inovadores e funcionais. Com isso, é possível concluir que este projeto além de criar um ambiente convidativo e funcional, também abriu caminho para futuras pesquisas e aplicações de tensegridade no design de mobiliários.

# ? - Agradecimentos

A realização deste projeto só foi possível graças a todo o conhecimento adquirido nesses anos de graduação. Dito isso, agradeço a todos os docentes que participaram dessa jornada acadêmica, pelo compromisso e dedicação no compartilhamento de saberes. Agradeço também as amizades cultivadas durante o curso, cujas trocas de ideias, parceria e experiências ultrapassaram os limites do campus e foram fundamentais para chegar aqui.

Um agradecimento especial à minha orientadora, que me guiou nas diversas etapas do desenvolvimento deste trabalho, sempre incentivando a busca por soluções inovadoras e desafiadoras. Expresso minha gratidão a banca examinadora, que se dispôs a dedicar seu tempo e expertise para avaliar este trabalho.

Agradeço também à minha família, pelo apoio incondicional, compreensão e incentivo constante, não apenas nessa fase, mas em toda minha vida, foi essencial para que eu pudesse superar todos os desafios.

Por fim, expresso minha sincera gratidão, para todos que de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto, seja com palavras de incentivo, sugestões ou apoio direto, cada contribuição foi essencial para que pudesse concluir esta etapa.

# 8 - Referências

- 
- ALIZADEH, Hadi; SHARIF, Ayyoob; DAMANBAGH, Safyeh; NAZARNIA, Hadi; NAZARNIA, Mohammad. Impacts of the COVID-19 pandemic on the social sphere and lessons for crisis management: a literature review. *Natural Hazards*, v. 117, p. 2139-2164, 2023.
- 
- ALQUIMÉTRICOS. Tensegrity. Lab Alquimétricos, [s.d.]. Disponível em: <https://lab.alquimetricos.cc/lab/tensegrity/>. Acesso em: 27 jul. 2024.
- 
- ARCHSCAPE. Mobiliário para áreas externas. 2024. Disponível em: <https://archscape.com.br/mobiliario-para-areas-externas/>. Acesso em: 09 set. 2024.
- 
- ARRUDA, Amilton J. V. Métodos e processos em biônica e biomimética: a revolução tecnológica pela natureza. São Paulo: Blucher, 2018.
- 
- AZEM, Raneem; ELLEITHY, Wael; LAU, Teck Leong; ANWAR, Mohammed Parvez. Parametric study of tensegrity structures under seismic loading. *E3S Web of Conferences*, v. 347, jan. 2022.
-



# 9 - Referências

- 
- BURKHARDT, Robert William, Jr. A practical guide to tensegrity design. 2. ed. Cambridge, 2008. Disponível em: [https://www.angelfire.com/ma4/bob\\_wb/tenseg.pdf](https://www.angelfire.com/ma4/bob_wb/tenseg.pdf). Acesso em: 29 jul. 2024.
- 
- BROWNING, M. H. E. M.; LEE, K. E. The relationship between neighborhood environment and the quality of life of older adults. Social Science & Medicine, v. 192, p. 45-54, 2017. DOI: 10.1016/j.socscimed.2017.08.021.
- 
- DICASDECOR. Mesa de centro. Disponível em: <https://dicasdecor.com/mesa-de-centro/>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- 
- FENGLER, Isabelle. Uma viagem pela graduação narrada através do design de mobiliário. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru, 2023.
- 
- JAISWAL, Vaibhav L.; TUPE, Dr. D.H. Analysis of Geodesic dome structure. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), v. 09, n. 06, p.2678, jun. 2022.
-

# 9 - Referências

- LIDER INTERIORES. Ergonomia: como saber se estou comprando o móvel certo? Disponível em: <https://www.liderinteriores.com.br/ergonomia-como-saber-se-estou-comprando-o-movel-certo/>. Acesso em: 19 out. 2024.
- NASA. Super Ball Bot. Disponível em: <https://www.nasa.gov/image-article/super-ball-bot/>. Acesso em: 10 out. 2024.
- MARON, Jorge. Cúpulas geodésicas: guia para iniciantes. Ameríndia - Design em Sustentabilidade, 2024. Disponível em: <https://amerindia.eco.br/assets/files/CUPULAS%20GEODESICAS%20-%20GUIA%20PARA%20INICIANTES.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- TENSOLOGIC. Tensegrity Model Tutorials. 2021. 7 vídeos. Disponível em: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLWZqLozZEUVDSoBLOoInQWTdhbmxBjCwy>. Acesso em: 03 ago. 2024.
- VERSCHLEISSE, Roberto. Aplicação de estruturas de bambu no design de objetos: como construir objetos leves, resistentes, ecológicos e de baixo custo. 2008. Tese (Doutorado em Design) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.