

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Curso de Desenho Industrial

Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação

Mobiliário Urbano Interativo

Poltrona João Bobo



Carolina Terra Lamim

Escola de Belas Artes

Departamento de Desenho Industrial
Mobiliário Urbano Interativo

Carolina Terra Lamim

Aprovado por:

Ana Karla Freire

Beany Monteiro

Maria Beatriz Afflalo

Rio de Janeiro

Março de 2014

LAMIM, Carolina Terra.

Poltrona João Bobo: Mobiliário urbano interativo

[Rio de Janeiro] 2014.

140 páginas; 21 x 29,7 cm (EBA/UFRJ, Bacharelado
em Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto, 2014)

Relatório Técnico - Universidade Federal do Rio de Janeiro, EBA.

1. Mobiliário urbano interativo

I. D.I. EBA/UFRJ II. Poltrona João Bobo

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos que acompanharam o desenvolvimento desse projeto. Alguns mais de perto, como minha mãe e meu pai, que ouviram quase diariamente, nesses últimos meses, as minhas dúvidas, hesitações, insatisfações e comemorações enfrentados a cada etapa cumprida. Obrigada por compreenderem, sugerirem, questionarem e fazerem de tudo pra facilitar a minha vida durante esse período, vocês foram perfeitos. Meu irmão também, que ficou comigo algumas noites acordado até tarde, me ajudando com as minhas indecisões ou apenas me fazendo companhia.

Obrigada aos meus amigos, Júlia, Jéssica, Luísa, por me aguentarem sempre querendo voltar pra casa e recusando convites todo fim de semana. Pc, por todas as quartas-feiras de orientação, sempre com dicas ótimas e observações inteligentes trocadas no 485. Foi muito bom passar por isso junto com você. Thiago pelas dicas e orientações sobre materiais e produção e pelos almoços onde não parávamos de reclamar um com o outro de nossos projetos e imaginar como seríamos felizes quando ele chegasse ao fim. Um agradecimento especial a Arthur, que me orientou pacientemente em relação aos processos e materiais utilizados e suas especificações. Você foi fundamental para que eu confiasse na concretização desse projeto. Agradeço também ao meu chefe, Guilherme, por aguentar meus atrasos e tardes fora da empresa sempre com bom humor e compreensão.

E por último queria agradecer profundamente a minha orientadora de projeto, Bitiz. Obrigada por passar a sua experiência profissional de uma maneira tão simples e prática. Por estar sempre por perto, pronta para ajudar com o seu conhecimento e um bom humor contagiante. Você soube acompanhar e dar liberdade na medida certa e foi fundamental em cada etapa do processo.

Mobiliário Urbano interativo

Carolina Terra Lamim

Março, 2014

Orientador: Maria Beatriz Afflalo

Departamento de Desenho Industrial/Projeto de Produto

O projeto em questão gira em torno do desejo de incentivar a ocupação e intensificar a relação da população brasileira com o espaço público ao seu redor através da experiência do usuário. A partir de estudos de caso e métodos de observação serão levantados conceitos que guiarão a elaboração de um produto focado em construir um vínculo da população com o espaço público. Também serão construídas hipóteses sobre possíveis tipologias de experiência que podem ser proporcionadas a esse usuário e em seguida será avaliada a eficiência de cada uma delas em estreitar a relação homem-espaço público.

Após todo o processo de pesquisa será definido o tipo de experiência que se deseja proporcionar ao usuário, acreditando que essa será a maneira mais eficiente de fazer com que o bem público se torne presente na vida da população através de uma conotação positiva. Enfim esse conceito será traduzido na forma de um produto que poderá ser implantado em espaços públicos urbanos.

A longo prazo a ideia é que exista uma noção de propriedade desses espaços por parte das pessoas, que começarão a ocupá-los e a zelar por eles como fazem em suas casas ou outros locais privados.

Interactive Urban Furniture

Carolina Terra Lamim

March, 2014

Advisor: Maria Beatriz Afflalo

Department: Industrial Design /Project of Product

This project is about the desire to encourage the occupation and intensify the relationship between the population and the public space around them, through the user experience. From case studies and observation methods will be defined fundamental concepts that will guide the development of a product focused on building a bond of the population with public space. Will be also raised hypotheses about possible types of experience that can be provided to that user and then the efficiency of each to strengthen the relationship between man and public space will be evaluated.

After the whole process of research, the kind of experience that wants to provide the user will be set believing that this will be the most efficient way to make the public things becomes present in people's lives in a positive way. Finally this concept will be translated in a product that may be allocated in urban public spaces.

The long-term idea is that there is a sense of ownership of these spaces by people who begin to occupy them and watch over them as they do in their homes or other private places .

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO - A origem da ideia

CAPÍTULO I - ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO

I.1: Apresentação do problema projetual

I.2: Brainstorm e Mind mapping

I.3: Objetivo projetual

I.4: Metodologia

I.4.1 - Pesquisa metodológica

I.4.2 - Metodologia utilizada

CAPÍTULO II - OUVIR

II.1: Avalie o conhecimento preexistente

II.1.1: Pesquisa de referências e conceitos

II.1.2: Definição de linhas Projetuais

II.1.3 - Pesquisa de referências bibliográficas - design de uso público e comportamento social

II.2: Escolha métodos de pesquisa

II.2.1 - Fly on the Wall

II.2.2 - Questionário Individual

CAPÍTULO 3 - CRIAR

III.1: Identificando padrões

III.1.1: Extraíndo insights principais

III.1.2 - Análise de similares

III.1.2.1 - Mapeamento e classificação de similares

III.2 - Brainstorming

III.3 - Critérios de projeto

III.4 - Geração de conceitos e alternativas

III.5 - Escolha da alternativa

CAPÍTULO 4 - IMPLEMENTAR

IV.1: Aprofundamento do conceito e forma

IV.1.2: Escolha da opção mais promissora

IV.1.3: Detalhamento estrutural do produto

IV.2: Definição de parâmetros antropométricos

IV.3: Estudo de materiais e processos

IV.3.1: Pesquisa

IV.3.2: Especificação

CONCLUSÃO

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Anexo 1: Desenho técnico

INTRODUÇÃO

Desde o início da faculdade, antes de começar a pensar em fazer projeto final, tive interesse pelo lado social do design. Me atraí pela relação das pessoas com os produtos a sua volta e principalmente pela interferência deles no nosso cotidiano. Como, mesmo sem atentarmos para isso, a presença dos produtos a nossa volta é importante para o nosso bem-estar, segurança, diversão entre outros fatores. Tinha pra mim que quanto mais presente na vida das pessoas maior o mérito do design de um produto.

Um pouco mais pra frente, quando fiz intercâmbio em Madri, na Espanha, vi a importância do design em nossas vidas em uma escala macro, através do design de uso público. As praças e parques da cidade são grandes pontos de encontro onde as pessoas vão fazer exercícios, comer, relaxar, passar o tempo, de modo que podemos observar uma intensa vivência do espaço público e da cidade. É como se esses espaços fossem os quintais de suas casas, a observar o cuidado e usufruto desses locais pelos cidadãos. Percebi que essa ocupação se deve, em parte, ao planejamento e conceituação desses locais, que são pensados visando atender as necessidades práticas e subjetivas da vizinhança.

Passei a explorar esses locais e pude perceber que os produtos ou espaços públicos que eu considerava bem sucedidos não eram determinados por um função, forma ou estética específica, mas que todos tinham como um dos seus pontos mais fortes a experiência proporcionada ao usuário. Assim, esses locais geravam vivências agradáveis e intransferíveis, fazendo com que eles fossem lembrados de uma maneira positiva e associados a sentimentos de prazer e bem-estar. Supus então que o resultado disso seria a criação de um vínculo subjetivo do espaço com aquelas pessoas fazendo com que elas voltassem e ocupassem o espaço de maneira definitiva.

Posto isso, concluí que o que me atraía nos espaços públicos era poder ver o design se fazendo presente na vida dos habitantes de uma cidade. Que trabalhar com o design de uso público seria a maneira mais legítima de projetar algo que estivesse presente na rotina das pessoas. E que para isso teria que desenvolver um produto ou espaço focado na experiência vivenciada pelo usuário e não apenas em uma função ou estilo.

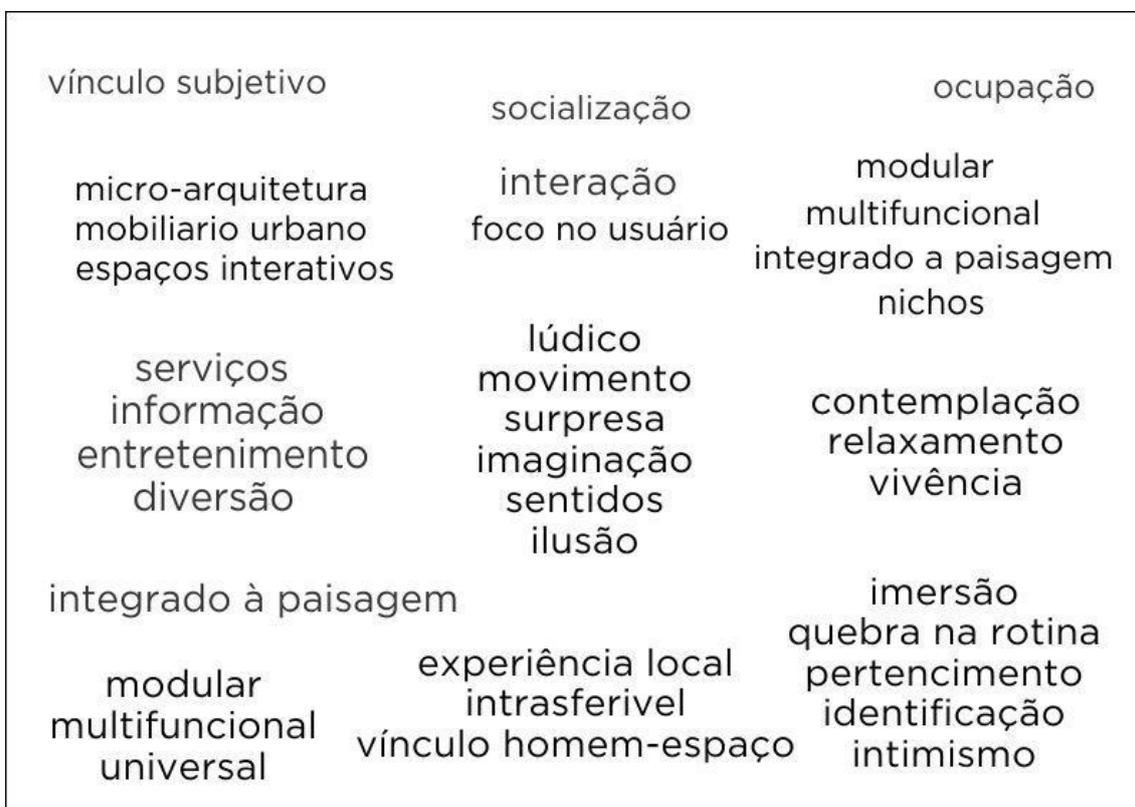
CAPÍTULO I - ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO

I.1: Apresentação do problema projetual

O problema principal que este projeto visa abordar é o mal aproveitamento dos espaços públicos no Brasil. Enquanto em outros países a população enxerga as praças, parques e jardins como ambientes de lazer e utilidade pública, figurando quase como extensões de suas próprias casas, por aqui esses locais parecem subutilizados e fora de contexto. Este projeto se inicia com o estudo das origens desse problema. Pretendo entender o que as pessoas esperam dos espaços de uso público, assim como seus padrões de comportamento, receios e anseios. Como uma base teórica sobre a base do problema poderei entender as maneiras mais pertinentes de tentar atingir a questão assertivamente.

I.2: *Brainstorm* e *Mind mapping*

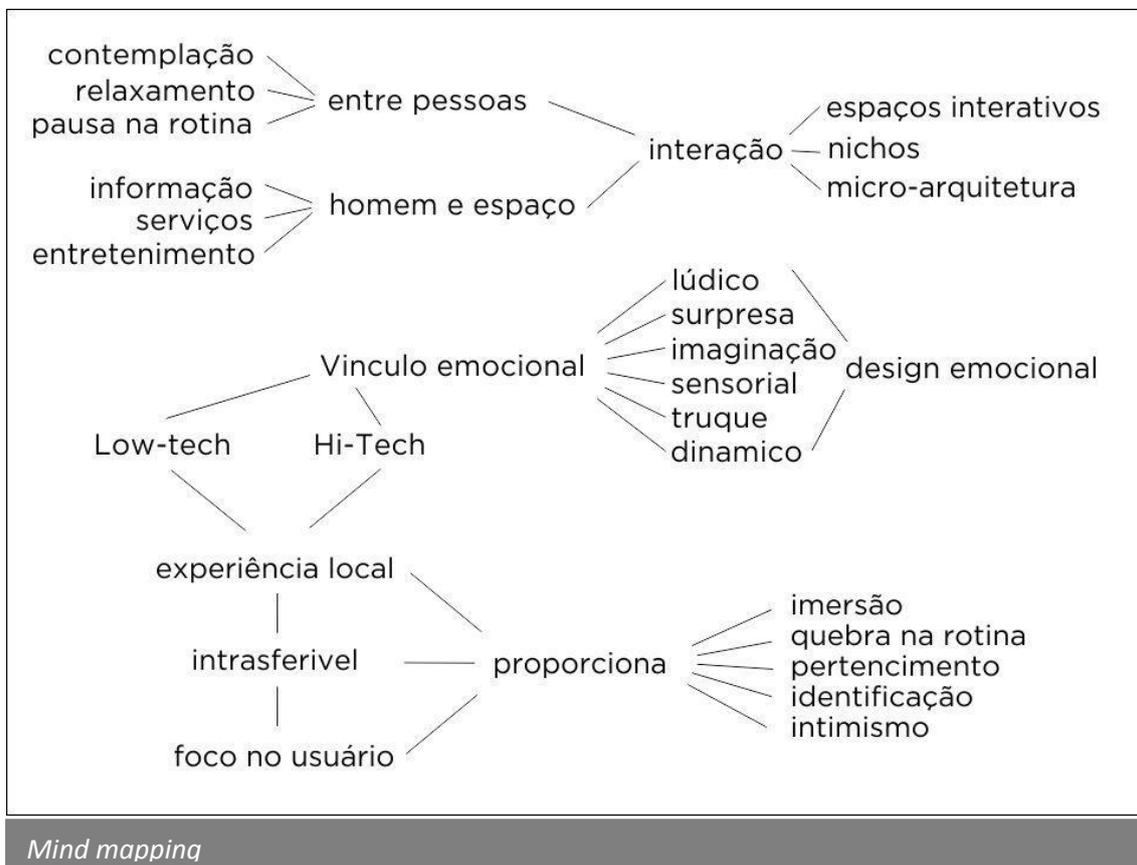
Para iniciar o processo projetual o primeiro passo foi externar as ideias em relação aos conceitos de maior interesse e suas possíveis interligações. Para conseguir visualizar esse cenário as palavras começaram a ser anotadas e agrupadas instintivamente, com o intuito de registrar todo e qualquer conceito que surgisse. Dessa maneira foi originado o primeiro *brainstorming* ou tempestade de ideias do projeto.



Brainstorming ou tempestade de ideias

Num segundo momento percebeu-se a necessidade de organizar e conectar as palavras que surgiram no *brainstorming* por grupos de semelhantes e segundo uma hierarquia. Por isso o próximo passo foi a realização de uma espécie de *mind mapping*, onde algumas palavras foram cortadas e outras surgiram por consequência, gerando uma rede de conceitos organizados em grupos por semelhanças. A diferença desse *mind mapping* para o conceito tradicional é que não há um conceito central a partir do qual os outros vão surgindo, como acontece normalmente. Isso por que o conceito central, que servirá de guia para o projeto, é exatamente o que deve surgir desse processo de levantamento e conexão de ideias.

Isso por que o conceito principal que servirá de guia para o projeto deve ser resultado de um processo mais longo que incluirá não apenas o *brainstorming* e o *mind mapping*, mas também um processo de pesquisa mais profundo. Só então o conceito que servirá de guia para o projeto será definido.



Isso posto, criou-se um cenário de diversos conceitos que se deseja abordar durante o projeto e então, mesmo sem um conceito central que definirá COMO as necessidades levantadas seriam atendidas, pôde ser definido o objetivo projetual.

I.3: Objetivo Projetual

Com o *mind mapping* pôde-se visualizar um panorama geral do que poderia ser abordado através do produto e sintetizando essa rede de conceitos, surgiu o **objetivo projetual**. Atentando desde o início para não se limitar precocemente a uma tipologia de produto

específica, buscou-se traduzir literalmente o que se buscava com o projeto. Tendo a finalidade claramente definida, começou-se a estudar então os caminhos e estilos de projeto que melhor atenderiam ao objetivo definido abaixo:

Promover a ocupação do espaço público através de um produto e/ou serviço que tenha como foco a experiência do usuário. Tornar este ambiente mais convidativo e atraente, proporcionando uma vivência única e intransferível e desenvolvendo um vínculo emocional entre o homem e o espaço público.

Sobre tentar definir que produtos ou tipologias podem melhor atender um objetivo projetual sem antes ouvir as necessidades do usuário disse Don Norman¹ (2006) em seu artigo "*Why doing user observations first is wrong*":

"uma vez que um projeto é anunciado é muito tarde para estudar o que um produto deve ser... Não insista em fazer isso depois que o projeto foi iniciado, pois será tarde demais. Nós temos que descobrir o que o usuário precisa antes do projeto começar, para que uma vez iniciado, a direção já tenha sido determinada. Nós temos que adotar métodos iterativos"

I.4: Metodologia

I.4.1: Pesquisa metodológica

Ao iniciar-se a pesquisa, buscou-se, antes de tudo, entender os tipos de metodologia existentes e então foi possível identificar alguns padrões que as definiam. Primeiro, em relação a estruturação das etapas, pôde-se perceber que estas podem se organizar de forma linear ou cíclica. No primeiro grupo considera-se que as etapas devem ser cumpridas em uma ordem pré-definida na qual cada uma delas deve ter início, meio e fim. Desse modo, não existem sobreposições de etapas e momentos de retorno para passos já concluídos nem sempre estão previstos. Muitos teóricos consagrados, tais como Bernhard E. Bürdek, Bernd Löbach e Gui Bonsiepe desenvolveram metodologias de estrutura linear, mas percebe-se que essa organização enxerga o processo projetual de uma perspectiva lógica, matemática, engessando as etapas de modo a desconsiderar insights e feedbacks que poderiam ser de extrema importância para o sucesso do produto.

Esse tipo de estruturação era mais comum antes dos anos 90 e atualmente caiu em desuso dando lugar a metodologias de organização cíclica ou mais flexíveis. Um modelo mais flexível e que prevê, de maneira intrínseca a sua estrutura, retornos para alterações com base em insights e feedbacks. Com fases mais detalhadas e complexas, conta com técnicas multidisciplinares e verificações constantes através de testes e protótipos.

Tendo em vista a importância da multidisciplinaridade e o fato de que o projeto terá como foco a experiência do usuário, definiu-se que não seria adequado escolher uma metodologia linear, pois esse modelo poria em segundo plano o caráter humano do projeto, fazendo com que este perdesse o sentido. Então as atenções se concentraram na busca por metodologias não lineares, contemporâneas, que melhor se encaixassem no contexto de projetos de uso público e no objetivo projetual já estabelecido. Então surgiu o HCD (*Human Centered Design*), metodologia desenvolvida pela IDEO. Uma empresa que trabalha com o design a partir de uma abordagem centrada nas necessidades e desejos do

¹ Donald Norman é um dos grandes nomes do Design de Interação. Engenheiro com PhD em Psicologia, Norman alia a praticidade de um campo com a teoria subjetiva do outro para trabalhar com o *design* centrado no usuário. É autor de importantes obras como "*Emotional Design: Why We Love (Or Hate) Everydaythings*" (2004) e já trabalhou conceituando produtos para a Apple e HP. Atualmente integra a *Nielsen Norman Group*, empresa de consultoria e treinamento especialista em pesquisa e levantamento de evidências baseadas na experiência do usuário

usuário. Desenvolve projetos próprios e oferece consultoria para o desenvolvimento de produtos, serviços e espaços partir de um processo focado na pesquisa com o público-alvo.

I.4.2: Metodologia de referência

Para tirar melhor proveito da metodologia, esta foi estuda e resumida de modo a auxiliar na escolha dos métodos utilizados e na sua visualização de maneira geral. A referência de estudo da metodologia foi o kit HCD, material disponibilizado pela IDEO em PDF. Nem todos os passos contidos no material HCD devem ser utilizados, pois como o próprio kit sugere, as técnicas devem ser escolhidas a dedo de acordo com o contexto geral de cada projeto. Podendo inclusive serem complementadas por outros métodos. Para facilitar a compreensão da metodologia base utilizada foi feito um resumo de suas etapas e fases para que em seguida se tornasse possível a adaptação desta ao projeto em questão.

Human Centered Design

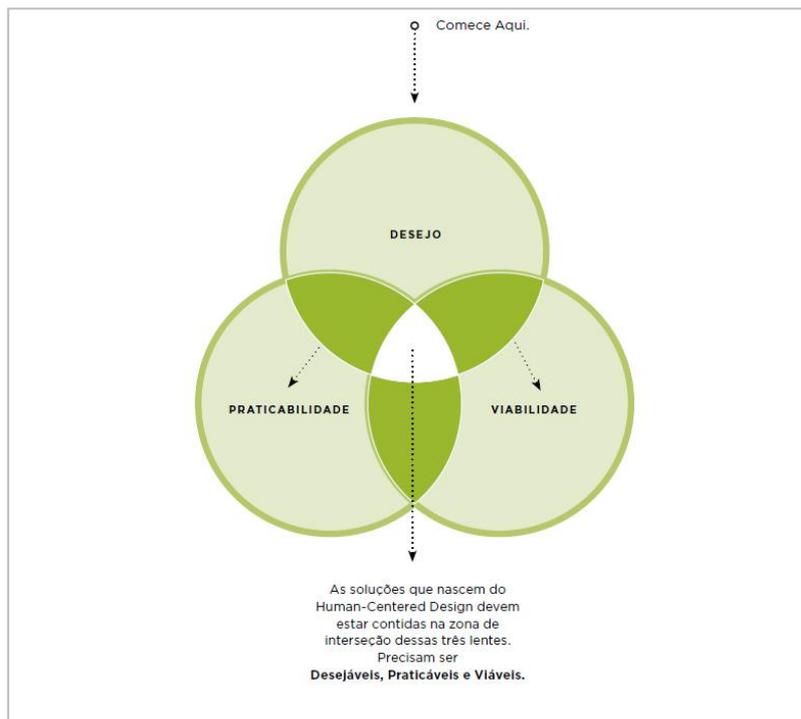
As três lentes, ou maneiras de enxergar o problema, na qual se baseiam as solução desenvolvidas através do HCD são as lentes do desejo, da pratica e da viabilidade.

DESEJO > O que desejam as pessoas

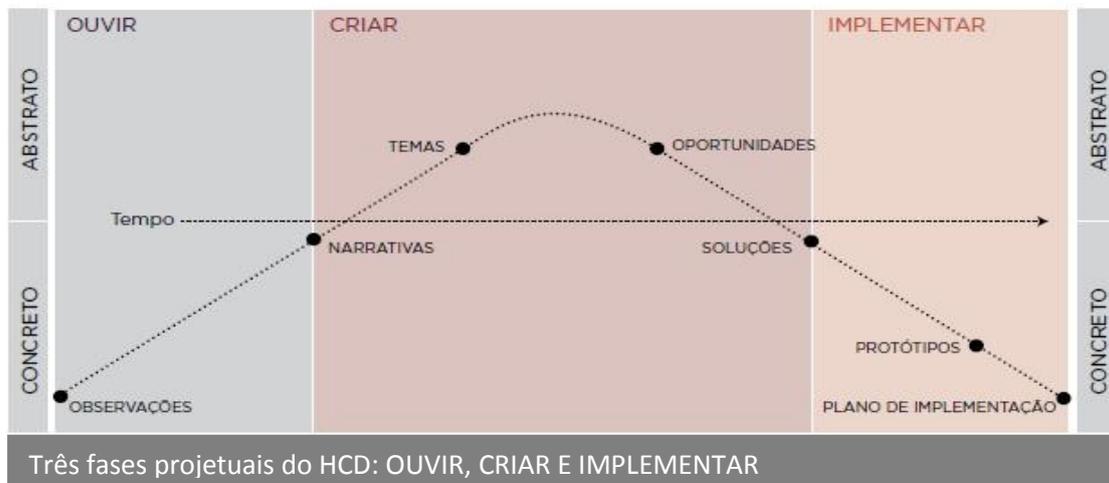
PRATICABILIDADE > O que é possível em termos de técnica e logística

VIABILIDADE > O que é viável financeiramente

Assim, as soluções devem ser guiadas sempre pela combinação desses três viés para atingir o sucesso.



As três grandes fases projetuais são "OUVIR", "CRIAR" E "IMPLEMENTAR" e podem ser observadas no gráfico a seguir.



OUVIR

Como a metodologia HCD é focada em criar soluções baseadas nas necessidades do usuário, a fase inicial do projeto consiste em entender as aspirações e expectativas das pessoas e usar essas informações como guia principal para o desenvolvimento conceitual da solução. Para isso, alguns métodos são sugeridos, de modo que estes devem ser selecionados para ser aplicados de acordo com o perfil de cada projeto.

1. Métodos qualitativos

devem ser utilizados basicamente para conhecer os desejos e necessidades do público-alvo. Interessante também quando o designer não conhece todo o universo de possíveis respostas, ideias ou crenças de seu cliente potencial. Além disso, facilita o entendimento das relações intrapessoais, com locais e instituições, já que estas costumam estar relacionadas - se você não se sente a vontade em certo ambiente, não se sentará em uma mesa neste local, ou não conversará descontraidamente com alguém que pertença a aquele habitat. Ao examinarmos os extremos de nosso público-alvo de maneira profunda, os pontos intermediários podem ser melhor compreendidos, já que provavelmente compartilharão de características pertencentes a um dos dois extremos em maior ou menor intensidade. A pesquisa qualitativa serve portanto para entendermos de maneira profunda as questões que irão guiar o desenvolvimento do projeto e possibilitar, mais adiante, a aplicação dos métodos quantitativos, que irão relacionar as questões às quais chegamos com números e estatísticas.

2. Avalie o conhecimento preexistente: antes de tentar descobrir o que não sabemos sobre o assunto é interessante identificar o que já sabemos.

3. Identifique pessoas com quem conversar: em primeiro lugar é muito importante selecionar a amostra de maneira equilibrada e abrangente. Se um dos objetivos da pesquisa é identificar novas oportunidades no desenvolvimento de produtos e/ou serviços, é

interessante trabalhar com pessoas que representem os extremos do público-alvo. Essas pessoas são mais fáceis de interpretar, já que apresentam os efeitos -da falta de suprimento em relação a uma necessidade- de forma mais intensa. Se colhemos informação de um extremo e de outro, assim como algumas amostras da população entre esse dois polos, poderemos identificar praticamente todo tipo de necessidade, desejo e ideias em relação ao nosso desafio estratégico. Incluir toda a gama de usuários é importante principalmente na hora de fazer os brainstorms e de montar a estrutura da estratégia.

#Dica: 1/3 da amostra deve ser composta com "usuários ideais", aqueles que se adaptam facilmente a novas tecnologias, se comportam de maneira comum. Outro 1/3 deve representar o oposto, muito pobres, mais restritivos e tradicionais e que se comportam de maneira destrutiva e incomum. O 1/3 final compõe-se de pessoas com características medianas

4. Escolha métodos de pesquisa: a escolha dos métodos utilizados deve ser feita com dois objetivos: compreender o usuário, numa visão individual e a sua relação com o contexto delimitado (ex: vida em espaços de uso público) e a sua comunidade.

Principais métodos:

- Entrevista individual
- Entrevista em grupo
- Imersão em contexto
- Auto-documentação
- Descoberta guiada pela comunidade
- Entrevista com experts
- Buscar inspiração em novos locais

CRIAR

Fase na qual as informações levantadas com os usuários durante a fase "OUVIR" são sintetizadas, interpretadas e preparadas para servir de subsídio durante o desenvolvimento da solução para o problema em questão. Os principais objetivos nesse momento são entender os dados, identificar padrões, definir oportunidades de atuação e criar soluções

1. Desenvolvendo a abordagem

Principais métodos:

- **Co-projeto participativo:** desenvolvimento de soluções com a participação ativa de pessoas da comunidade
- **Projeto empático:** soluções baseadas na imersão, vivência profunda da realidade do público estudado, buscando desenvolver empatia.

2. Compartilhando histórias

Momento de compartilhar tudo de relevante que surgiu durante as entrevistas com os usuários. Contando histórias desenvolve-se um melhor entendimento sobre o que cada membro da equipe escutou durante as entrevistas com o público-álvo (não se aplica para projetos desenvolvidos individualmente)

3. Identificndo padrões

Principais métodos:

- Extraír *insights* principais
- Encontrar temas
- Criar estruturas

4. Criando áreas de oportunidade

Após identificar padrões e temas relativos ao comportamento do público-álvo a criação das oportunidades ocorre com a tradução dos insights levantados anteriormente. Normalmente são descritos em forma de perguntas que indicam para o levantamento de possibilidades de resolução para o que foi identificado no levantamento dos insights.

5. *Brainstorming* de novas soluções

Momento de geração irrestrita de ideias. Sem justificativas ou julgamentos. Nessa fase deve-se externar tudo que vem à cabeça, nada deve ser descartado ainda.

6. Transformando idéias em realidade

Fase na qual as melhores ideias identificadas durante o *brainstorming* devem ser prototipadas para que se possa melhor compreendê-las e testá-las mesmo que de maneira superficial.

7. Coletando *feedback*

Momento no qual os protótipos são expostos e testados pelo público-alvo.

IMPLEMENTAR

Fase na qual ocorre a busca pela viabilização comercial e introdução do produto na comunidade em questão. Como o propósito não pareceu pertinente ao contexto do projeto, os itens foram substituídos por tarefas necessárias para o detalhamento do produto desenvolvido.

Métodos complementares de pesquisa

Após resumir as partes de interesse e entender melhor a metodologia HCD alguns outros métodos de pesquisa foram buscados para complementar a metodologia adaptada para o projeto.

Analisando-se o objetivo de projeto e o fato deste ser destinado ao uso público, buscou-se desenvolver um processo de pesquisa com o usuário que se adaptasse as características projetuais específicas. A partir das observações e leituras desenvolvidas na fase de estudo de referências bibliográficas, pôde-se identificar que o ideal é que não haja um público específico para o qual o projeto será pensado. O desenvolvimento do produto será focado na experiência gerada pelo seu uso, portanto, contanto que se esteja apto a realizar a atividade proposta, qualquer um pode ser um usuário em potencial.

A pesquisa de campo se iniciará com o método "Mosca na parede" (*Fly on the wall*), baseado num processo de observação passiva, no qual o pesquisador está inserido no contexto do espaço, sem chamar atenção para sua presença. Num segundo momento, já com um certo repertório sobre os padrões de comportamento e tipos de locais observados, surgem mais questionamentos a serem esclarecidos. Para sanar as novas dúvidas desenvolve-se um questionário para entrevistas individuais.

Metodologia adaptada

Após resumir a método HCD, foram definidos os passos que seriam interessantes para o projeto em questão e levantados outros métodos supostamente úteis em outros momentos do projeto. Além disso foram selecionadas também fases utilizadas em metodologias tradicionais de projeto de produto e, com uma conjunção geral desses fatores, foi elaborada a metodologia própria que será utilizada. As etapas específicas do projeto integram o sumário do projeto

CAPÍTULO II - OUVIR

II.1: Avalie o conhecimento preexistente

II.1.1: Pesquisa de referências e conceitos

Com o objetivo projetual estabelecido iniciou-se a primeira fase de pesquisa de referências. Ainda buscando não se limitar a qualquer conceito ou tipologia de produto, começou-se a pesquisar exemplos que, de diferentes maneiras, atendessem ao objetivo projetual ou a parte dele. Então puderam ser identificados alguns produtos que faziam alusão a conceitos que apareciam no *mind mapping* e outros conceitos acabaram surgindo a partir das conexões obtidas naquele momento. As referências foram agrupadas por similaridade e puderam ser identificados cinco temas de destaque:

Design interativo: Vertente do design que desenvolve produtos ou serviços focados na experiência de uso, em enriquecer a interação do usuário e em intensificar a relação homem-máquina.

Design emocional: Sempre focado em atrair o usuário pelo seu apelo emocional. Por mais que atenda a requisitos de função e forma, irá se diferenciar por causar um vínculo subjetivo com o usuário. Considera que o faz com que as pessoas consumam é o impulso, a empatia, antes que qualquer fator racional.

Arte pública/instalações: Mesmo não sendo uma área do design, é condizente com o objetivo projetual em questão, já que é um dos grandes responsáveis pela valorização e ocupação dos espaços públicos, devido ao seu poder de atração para as pessoas.

Relaxamento e serviços: Produtos e espaços que tem o intuito de permitir momentos de descanso e relaxamento em espaços públicos.

Lúdico: Faz referência a jogos, brincadeira, imaginação. Produtos de cunho lúdico são focados em causar prazer, surpresa, interação.

Foram montados painéis visuais para cada um dos temas com os melhores exemplos de cada grupo e uma descrição básica de cada produto. Os painéis podem ser conferidos no anexo 1.

II.1.2: Definição de linhas Projetuais

Analisando as referências encontradas, pôde-se perceber que a maioria deles buscava atender a questões coincidentes ou bastante semelhantes aquelas levantados no primeiro capítulo deste relatório. As maneiras de abordar estas questões variavam bastante, mas, dentre todas as vertentes de projeto, pôde-se observar que uma grande maioria se utilizava da interatividade para conseguir atrair os usuários para os espaços públicos.

Interatividade "é a ação de influência mútua entre pessoas e/ou grupo de pessoas (onde cada um pode tornar-se estímulo um do outro) a partir da relação de cooperação e colaboração e/ou um determinado objeto de estudo (que se apresenta como estímulo) que pode ocorrer de maneira direta ou indireta." (www.dicionarioinformal.com.br)

Observando a definição da palavra "interatividade" pôde-se afirmar que este deveria ser o meio pelo qual se atingiria o objetivo projetual. Isso por que o seu significado se relaciona diretamente com as conceitos pré-definidos no *mind mapping*, se tornando um requisito importante para se atingir, por exemplo, um vínculo emocional com o espaço público. Porém, dentre os produtos que foram observados na pesquisa de referências, pôde-se perceber que a interação poderia se dar de duas maneiras principais: concreta ou abstrata.

Interação concreta

estação, nicho ou mobiliário voltado para o relaxamento e contemplação, podendo também possibilitar o desenvolvimento de atividades cotidianas através do oferecimento de serviços e a infraestrutura necessária. Promove um vínculo com o usuário de modo que se torna útil e facilita o dia-a-dia.

Interação abstrata

produto, conjunto modular ou espaço que promova uma interação lúdica com o espaço público, criando um ambiente de lazer e fuga da rotina. Através de artifícios *hi* ou *low-tech* promovem experiências de uso que geram sentimentos como surpresa e euforia.

Interação mista

Além dos produtos de interação abstrata e dos de interação concreta pôde-se identificar ainda, no meio do processo, um terceiro grupo. Em alguns produtos se dá a interação mista, na qual observamos tanto artifícios interativos mais objetivo quanto outros mais subjetivos. Esses produtos conseguiam gerar tanto um vínculo prático quanto uma relação mais emocional do usuário com o produto e conseqüentemente com o espaço.

A partir da definição da interatividade como um caminho para atingir o objetivo projetual e com as linhas concreta, abstrata ou mista como formas de abordagem, foi retomada a pesquisa teórica.

II.1.3 - Pesquisa de referências bibliográficas - design de uso público e comportamento social

Antes de iniciar o processo de pesquisa de campo foi identificada a necessidade de uma pesquisa teórica sobre comportamento e design de uso público. Tomar conhecimento de teorias e estudos sobre as dinâmicas de ocupação de praças e parques foi importante para tornar mais palpável o desenvolvimento de questões a serem observadas e comprovadas durante a pesquisa com o usuário. Além disso, ajuda a dar um foco no que deve ser destacado durante os métodos de observação, tornando o processo mais objetivo e embasado. Nessa linha de pesquisa a principal referência literária foi o livro "The Social Life of Small Urban Spaces" de William H. Whyte² (1980)

O livro se baseia num estudo sobre a utilização de espaços públicos em Nova York, que teve como objetivo criar um "guia de recomendações para espaços públicos". Foi realizado um estudo para tentar entender por que alguns espaços de uso público eram mais frequentados do que outros, o que os faziam dar certo ou não. Foram analisadas quatorze praças e três pequenos parques diariamente durante um certo período. Para isso, alguns dos métodos utilizados foram:

1. criar mapas de cada um dos espaços
2. observar diretamente e através de câmeras que filmavam os locais dia e noite
3. aonde as pessoas preferiam sentar
4. o que eles faziam enquanto estavam lá
5. que horas os locais ficavam mais cheios

Logo, alguns padrões começaram a aparecer. Primeiro, observou-se que as praças mais bem sucedidas eram mais frequentadas por grupos e não por indivíduos. Isso revela uma decisão favorável de algumas pessoas em relação a comparecer àquele local, algo muito mais difícil do que atrair apenas um indivíduo. Mas mesmo assim, as praças que promoviam maior sociabilidade, ou seja, estavam sempre cheias de grupos, também eram aquelas nas quais foram observadas um maior número absoluto (e não proporcional) de pessoas sós. Isso por que existe a tendência de um único indivíduo se sentir mais a vontade quando em meio há um número maior de pessoas, pois assim sua presença é menos notória e ele se sente menos solitário.

Em relação as atividades desenvolvidas pode-se observar uma grande variedade, dentre elas, ler, conversar, jogar, descansar... Mas o comportamento mais recorrente foi a observação entre grupos ou indivíduos. Em outras palavras, o que a maioria das pessoas querem é ver e ser vistas, sendo que os que mais assumem a posição de quem quer ver são os homens e as mulheres normalmente preferem ser vistas. Sobre o público que mais comparece as praças estavam os funcionários de empresas na vizinhança e a proporção homem-mulher, reflete a do público empregado nestes locais próximos.

Sobre diferenças de comportamento em relação aos gêneros, as mulheres são mais seletivas ao escolher onde sentar e mais sensíveis a possíveis inconvenientes vivenciados no local. Por isso, se houver uma proporção mais alta de mulheres no local, provavelmente elas estão ali por que existe alguma vantagem dessa praça em relação as outras. Sobre os

² William H. Whyte foi um sociólogo e jornalista americano famoso por suas pesquisas relacionados ao urbanismo. Em 1970 ficou famoso por formar um grupo de pesquisa chamado *The Street Life Project* que investigava a dinâmica dos espaços urbanos e fazia consultorias para governos que buscavam boas soluções de projeto para espaços públicos.

locais preferidos pelas pessoas concluiu-se que não é interessante observar apenas onde as pessoas sentam durante a hora do almoço, quando os espaços estão mais cheios e as pessoas não podem escolher exatamente os locais que gostariam, mas também nos horários de média frequência. A partir daí o ideal é tentar perceber quais os locais foram mais utilizados de maneira absoluta durante todo o dia. Em relação ao gênero os homens normalmente preferem sentar na parte da frente, de maior destaque, de frente pra rua ou perto dos portões. Já as mulheres tendem a escolher locais ligeiramente isolados, voltados para o centro da praça.

Durante a aplicação dos questionários pode-se notar que as respostas verbais não condiziam com os hábitos reais dos entrevistados. Em relação ao fato de preferir locais mais movimentados e cheios por exemplo as pessoas não diziam isso durante as entrevistas, e sim que optavam por locais mais calmos e vazios.

A maioria dos diálogos entre duas ou mais pessoas eram travados em meio a via de maior fluxo de pessoas. Isso por que, na maior parte das vezes, este se dava entre pessoas que se cruzavam ao acaso e não premeditadamente. Assim conclui-se que é mais confortável permanecer em meio ao fluxo do que migrar para locais mais vazios, pois este movimento implica num maior compromisso com a interação. Quando se encontra em meio a multidão é mais fácil encurtar a conversar e seguir seu caminho a qualquer momento. Além disso percebeu-se também que pontos bem definidos, tais como estátuas, chafarizes e escadas atraem a presença. Ao apoiar as costas numa estátua por exemplo protege-se a retaguarda e ao mesmo tempo pode-se observar o fluxo de pessoas.

Ao testar os padrões extraídos da pesquisa em praças nova-iorquinas em outros locais, um fator determinante para a validade ou não de tais comportamentos será o tamanho da cidade. Tais padrões são melhores identificados em cidades grandes, tais como pode-se constatar em Milão e Tóquio.

A incidência do sol é importante, mas não determina o sucesso ou fracasso de uma praça. Assim como a sua estética também não é fator fundamental. As pessoas estão mais interessadas em observar o movimento fora das praças à altura dos seus olhos. A forma da praça (quadrada, em forma de corredor, redonda...) também não foi fator determinante para o sucesso. Finalmente, o maior padrão observado de maneira consistente foi que as pessoas sentam onde existem mais locais adequados para isso. Claro que esses assentos tem de ser confortáveis fisicamente, porém o mais importante é que eles sejam confortáveis socialmente. Isso quer dizer que eles devem permitir escolhas: sentar de frente, de costas, sozinho, em grupo, no sol, na sombra.

Numa das praças aonde havia maior frequência de pessoas, a *Seagram's Plaza*, não há nenhum banco ou assento. Mas ela tem um lago com uma borda contínua e uma escada de degraus baixos que cumprem a função de assento com um uso versátil, aonde pode se movimentar livremente.

II.2: Escolha de métodos de pesquisa

Analisando-se o objetivo do projeto e o fato deste ser destinado ao uso público, buscou-se desenvolver um processo de pesquisa com o usuário que se adapta-se as características do projetuais específicas. A partir das observações e leituras feitas durante a fase de avaliação do conhecimento existente, pôde-se identificar que o ideal é que não haja um público específico para o qual o projeto será pensado. O desenvolvimento do produto será focado na experiência gerada durante o seu uso, portanto, contanto que se esteja fisicamente apto a realizar a atividade proposta, qualquer pessoa é um usuário em potencial.

O primeiro método de pesquisa com o usuário a ser aplicado será o *Fly on the wall* (Mosca na Parede), processo de imersão em contexto para observação passiva. Nele o observador se insere no espaço estudado e, da forma mais discreta possível, estuda o comportamento das pessoas no espaço.

A aplicação do *Fly on the wall* deve gerar um repertório sobre os padrões de comportamento e ocupação dos locais observados. Com isso surgirão questionamentos e suposições que servirão de base para o desenvolvimento de um questionário individual. Este servirá para concretizar pontos levantados durante a fase anterior de pesquisa, gerando dados mais conclusivos sobre os usuários.

II.2.1 - Fly on the Wall

Definição

Método de pesquisa baseada na observação, leva esse nome porque o pesquisador age como se fosse uma mosca na parede: ele apenas observa e registra o comportamento do usuário na execução da atividade, sem interferir em suas ações. Esse método é eficiente para ver o que de fato os usuários fazem numa situação real, e como se comportam dentro de um determinado contexto, ao invés de apenas acreditar em ideias pré-concebidas pela maioria ou pelo próprio designer.

Quando questionados sobre seus hábitos e maneiras de agir, o usuário muitas vezes não descreve seu comportamento de forma sincera, por diversos motivos. Por isso, é fundamental observar a dinâmica do público-alvo sem interferências do pesquisador.

Aplicação

Para iniciar o processo de observação e coleta de dados referentes ao público-alvo e ao contexto local de inserção do produto, as praças e parques foram definidas como boas referências. Isso posto, iniciaram-se as visitas a alguns destes locais e algumas conclusões começaram a surgir. Primeiro observa-se uma clara distinção entre o tipo de frequência e atividade desenvolvida nesses espaços e podemos separar estes espaços em basicamente dois grupos principais. Num primeiro grupo temos exemplos como a Cinelândia, onde há uma enorme circulação de pessoas, mas esta se deve principalmente a sua localização - em pleno centro comercial - e não ao fato das pessoas se direcionarem ao espaço para a realização de alguma atividade específica. É um local que se encontra em meio a passagem de um enorme contingente, se tornando ponto de encontro e um local onde as pessoas vão em seus horários de almoço e intervalos. Porém o espaço em si não proporciona o desenvolvimento de atividades específicas, de modo que seus usuários não se deslocam em direção a praça ou desviam de seus caminhos para ir até lá. Um segundo tipo de espaço que pode-se observar são aqueles que apresentam algum tipo de diferencial no oferecimento de atividades a serem desenvolvidas, tais com o Aterro do Flamengo e Jardim Botânico. Os integrantes desse segundo grupo, que serão chamados de "espaços de atividade" percebe-se um fluxo menor de pessoas, porém um maior tempo de permanência. Como não é um local de passagem, quem se destina a esses locais vai realizar atividades físicas, relaxar, encontrar-se com alguém. Este tipo de espaço, portanto, costuma apresentar características específicas - tais como pistas e locais adequados para esportes, aparelhos de ginástica, brinquedos, jardins - que propõe a realização de atividades ou oferece algum tipo de serviço.

Com esses dois perfis de espaço de uso público traçados, pode-se entender melhor as necessidades e desejos do público que frequenta locais tanto com um perfil quanto com o outro, ou ainda naqueles que possuem as duas características. Nos espaços que se encaixam no primeiro perfil, normalmente posicionados em locais com grande expressividade comercial e que se caracterizam pelo alto número de transeuntes, tem um público bem diversificado formado basicamente por quem trabalha no entorno. Portanto podemos considerar que o público-alvo desse tipo de espaço são pessoas em idade produtiva. E sobre as atividades a serem desenvolvidas em tais locais podemos concluir que devem ser de curta duração, já que a grande maioria das pessoas estará durante o seu horário de trabalho, e pode ser tanto relativa ao oferecimento de serviços de utilidades gerais, focados em facilitar a realização de tarefas cotidianas, quanto direcionada quebra da rotina, com um foco mais lúdico e que proporcione um momento de lazer.

O segundo perfil dos espaços estudados também apresentam um público-alvo bastante diversificado, que se defini basicamente pelo tipo de atividades específicas que cada um deles proporciona, de modo que também não parece fazer sentido estudar cada pessoa ou estereótipo de frequentadores desses locais. Parece mais lógico analisar as necessidades e aspirações das pessoas em relação a experiência que se vivencia nesse tipo de local. Tentar entender, portanto, o que os espaços de maior frequência tem que os diferencia dos demais, de modo a identificar o que funciona e por que funciona. E com uma melhor compreensão do que faz sucesso pode-se traduzir os desejos e expectativas da população em relação a esse tipo de espaço e então buscar novas oportunidades na criação de experiências de sucesso.

II.2.2 - Questionário Individual

Definição

Serve para mapear dados sócio-demográficos dos usuários, suas relações objetivas e subjetivas com espaços e produtos. Questionários permitem descobrir quais são as expectativas do usuário e projetar para atendê-las, descartando ideias mirabolantes que nunca iriam dar certo. Os questionários podem ser mais quantitativos, quando as estatísticas são mais importantes, ou mais qualitativos, quando a profundidade é mais importante. Por contar com uma amostragem maior e mais selecionada, questionários quantitativos são mais precisos e mais caros. Os qualitativos são mais fáceis de serem organizados e geram informações mais completas e aprofundadas, porém, não servem para generalizações e sim para tendências.

Aplicação

Com um panorama geral sobre as diferentes características dos locais públicos, pôde-se classificá-los como "espaços de passagem" e "espaços de atividade" e a partir disso determinou-se, conseqüentemente, que tipos de uso são mais frequentes em cada um dos dois grupos. Portanto, um dos objetivos principais do questionário é entender questões que surgiram tanto no levantamento da pesquisa bibliográfica, quanto durante o *Fly on the Wall*, assim como confirmar conclusões resultantes dessas duas fases. O outro é ouvir diretamente do usuário as suas expectativas e necessidades em relação aos espaços de uso público, para então, finalmente definir que linha projetual seguir: interação concreta ou abstrata.

Foram realizadas 13 entrevistas em praças e parques das cidades do Rio de Janeiro e de Niterói. Como o projeto não é direcionado para um público-alvo específico e sim para todas as pessoas que circulam na cidades e frequentam os espaços públicos existentes, a escolha dos entrevistados teve como objetivo ser o mais diversificada possível. Os locais escolhidos para aplicação do questionários foram Campo de Santana, Praça Tiradentes, Cinelândia e Parque dos patins no Rio de Janeiro e Campo de São Bento em Niterói. Os espaços também foram determinados buscando a diversidade, desde de praças centrais, que se imaginava servirem de local de passagem apenas a parques onde supostamente as existia um público que buscava a realização de atividades específicas. O resultado foi traduzido não só em números, mas também em impressões gerais sobre o posicionamento dos entrevistados diante dos questionamentos.

CAPÍTULO 3 - CRIAR

III.1: Identificando padrões

III.1.1: Extraíndo insights principais

Inicialmente, o método de entrevistas, que tinha como um dos principais objetivos esclarecer prioridades entre as duas linhas projetuais cogitadas (interação concreta ou abstrata) não pareceu muito eficaz. Quando indagados sobre a possibilidade de ter acesso a infraestrutura e serviços, podendo realizar tarefas práticas, as respostas foram bem divididas - sete "sim" contra oito "não" - mas pôde-se perceber que muitos dos que responderam "não" enxergavam o serviço como algo fora da realidade. A falta de infraestrutura e equipamentos voltados para o lazer foi apontada como principal motivo de não permanência pelos frequentadores que usavam o local apenas para passagem (5 entre 7 pessoas).

Assim, ficou evidente que existe uma enorme carência de recursos e pontos de interesse nos espaços públicos pesquisados, de modo que tanto uma experiência mais concreta e objetiva quanto outra, de caráter subjetivo e lúdico seriam bem vindas. O que se manifestou de maneira predominante foi a necessidade de espaços públicos mais atraentes e pensados para atender o usuário, de modo que o caráter objetivo ou subjetivo de seus produtos e serviços, foram identificados pelo usuário como algo secundário.

Porém, após observar outras perguntas do questionário, que não foram elaboradas com o objetivo específico de definir em que tipo de interação basear o produto, algumas pistas foram surgindo. Em relação ao desenvolvimento de atividades práticas através do oferecimento de internet *wi-fi*, tomada e outros tipos serviços, houve um alto índice de desconfiança devido à questão da segurança e do conforto. Muito disseram que seria interessante ter acesso a esse tipo de infraestrutura em espaços públicos, mas quando perguntados sobre a possibilidade de deixar de pagar uma conta ou acessar e-mails de casa e passar a fazer isso em uma praça, disseram ter medo de expor seus dispositivos eletrônicos e preferiram utilizar espaços mais confortáveis.

Outro padrão que surgiu foi que muitos dos entrevistados vão aos parques e praças ou sem nenhuma finalidade específica ou para se distrair durante um momento de lazer, em ambos os tipos de espaço estudados. Nos "locais de passagem", quem não está se deslocando aproveita a proximidade para descansar, ver o movimento e conversar durante o horário de almoço. Nos "locais de atividade", o objetivo muitas vezes também passa pelo lazer, mesmo que este se realize através de atividade mais ativas, como se exercitar, frequentar pequenos parques e brinquedos, andar de skate ou jogar cartas, a maioria delas é motivada pelo entretenimento. Dessa forma surge um padrão determinante para a escolha do caminho projetual. Considerando-se que em ambas as categorias de espaços estudados a maior motivação para a ocupação destes é o lazer, conclui-se que uma experiência interativa de caráter abstrato atende melhor aos padrões de comportamento e desejos da população. Isso por que o seu foco não é realizar tarefas ou atingir objetivos concretos, mas sim promover uma vivência lúdica do espaço público, gerando um momento de lazer e fuga da rotina. O resultado, se bem executado, gera um vínculo

subjetivo e emocional do usuário com o ambiente de uso público, cumprindo assim um dos objetivos maiores do projeto.

Portanto, define-se que o produto deve ser projetado com o foco em atingir a interação abstrata, porém agregar ferramentas de interação concretas pode ser enriquecedor para a experiência final do usuário. Assim, a interação mista pode vir como um extra para o projeto.

III.1.2 - Análise de similares

Dando prosseguimento, agora já com uma linha projetual determinada a partir de todo o processo de pesquisa com o usuário e do contexto de inserção do produto, inicia-se uma nova fase de busca referencial de projeto. O processo se iniciou com o resgate de produtos que já haviam sido destacados na primeira fase de pesquisa de referências, na qual surgiram cinco quadros temáticos - Design emocional; Design interativo, Arte pública/instalações; Lúdico; Relaxamento e serviços - e em seguida foram separados em dois grandes grupos: Interação concreta e interação abstrata. Adicionalmente, foi feita uma nova seleção de produtos, escolhidos por terem seu foco no oferecimento de experiências interativas abstratas, dando origem a um painel de referências. O objetivo nesta fase era juntar produtos que promovessem a interação abstrata das mais diferentes maneiras, tornando mais fácil visualizar as tipologias de produto, serviços, recursos e tudo que envolve o desenvolvimento desse tipo de experiência.



Similares analisados

1. Cloud gate



Instalação interativa localizada na cidade de Chicago

2. C-curve



Parede metálica que reflete a paisagem e a imagem dos pedestres

3. Paper Sky



Superfície formada por origamis de papel criando ambiente imersivo

4. Starway Cinema



Cabine de projeção de vídeos aberta ao público na Nova Zelândia

5. In Orbit



Instalação formada por redes suspensas na Alemanha

6. Light



Parede interativa permite diferentes formações de áreas iluminadas

7. Fish Belies



Estrutura interativa que responde ao contato físico emitindo luzes coloridas

8. Textile Fields



Superfície acolchoada montada sobre o chão torna ambientes mais confortáveis e melhora as condições de sua ocupação

9. Walk Water Ball



Bolas de plástico que propões uma novo modo de interação com ambientes aquáticos

10. TUFT



Instalação permite a imersão em túneis com cores e texturas inusitados

11. Marbles



Peças de superfície translúcida reage ao contato físico emitindo luzes coloridas

12. Interactive Crouched Playgrounds



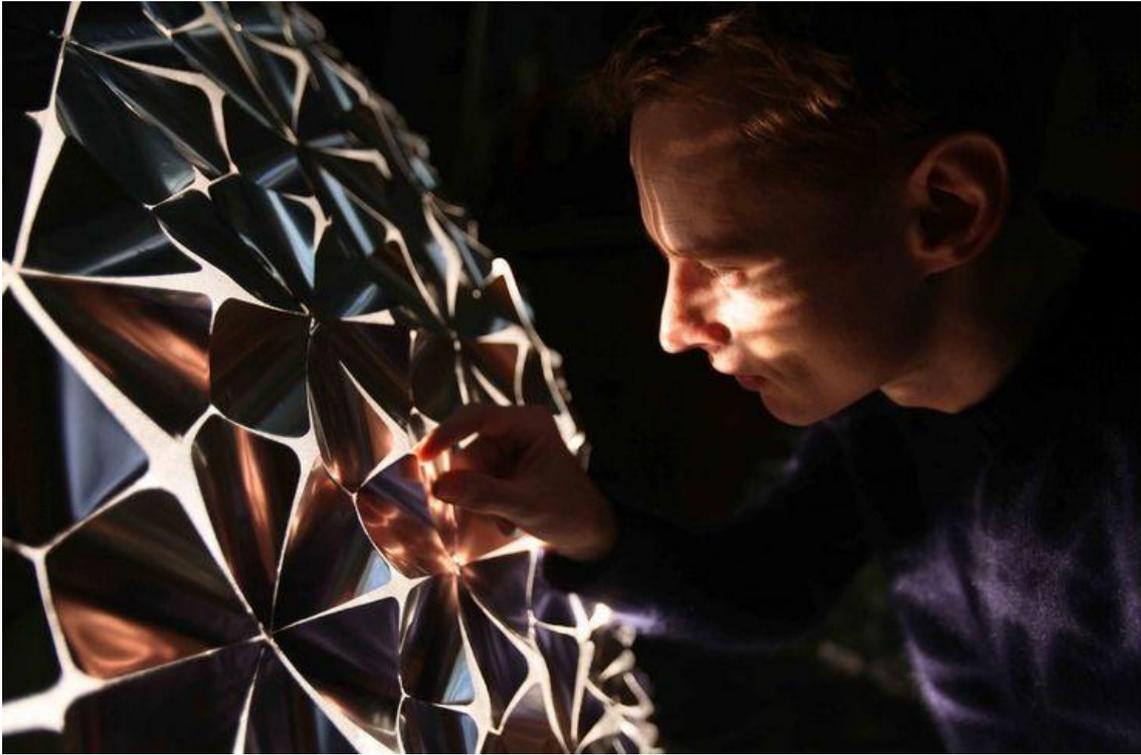
Grandes tramas coloridas feitas de material flexível atraem crianças em museu japonês

13. Imsound



Bonecos que respondem ao contato físico e ao movimento emitindo luzes e som

14. Lotus



15. Monumental Inflatable Mazes



Ambiente formado por superfícies flexíveis e coloridas propõe a imersão



Grande conjunto de hastes com um sensor de movimento em uma das extremidades

17. Branch Out: Star a Conversation With a Stranger



Totem permite a comunicação de estranhos a partir de diferentes pontos da cidade

18. Crown Fountain



Projeção brinca com a imagem de pessoas e jatos de água

19. Interactive Light Products



Bancos que surpreendem ao emitir luzes coloridas mediante contato

20. Tape



Grandes instalações que propõe a imersão em túneis de plástico suspensos

III.1.2.1 - Mapeamento e classificação de similares

Com todos os similares selecionados, foi identificada a necessidade de entender por que eles pareceram tão bem sucedidos. Que elementos existiam em comum em cada um deles que fazia com que a interação ocorresse? ou talvez não houvesse um elemento coincidentes mais muitos elementos diferentes que pudessem atingir o mesmo sucesso.

A compreensão de que características eram importantes para classificar os similares escolhidos era muito importante no desenvolvimento do projeto, já que a partir das informações tiradas dessa análise saíam recursos e repertório para a elaboração do produto resultante desse projeto.

Primeiro, para entender como a interatividade ocorreu de maneira satisfatória em cada um dos casos, foi feita uma primeira análise dos produtos em questão. Essa análise tinha como objetivo entender melhor como cada produto atingiu a interação de maneira satisfatória. Então, a partir da observação das particularidades de cada similar foram levantados itens que classificavam a natureza da interação, seus recursos e resultados, entre outros. Com isso, foi elaborado uma espécie de formulário que foi aplicado em cada um dos similares.

Seu objetivo era qualitativo apesar de ter sido gerado também uma série de estatísticas sobre as características dos produtos analisados. A análise pode ser vista no anexo 3.

III.2 - *Brainstorming*

Logo ao início do processo de *brainstorming* a intenção era gerar o máximo de ideias possíveis sem pré-julgamentos do que seria passível de fabricação, viável economicamente ou condizente com as condições locais. Iniciou-se então a tempestade de ideias onde tudo que surgia era transformado em anotações e esboços. Porém, logo no início do processo, notou-se que a maioria das ideias que surgiam consistiam não exatamente em um produto em si, mas em recursos ou maneiras de gerar alguma interação. Algo que faz todo sentido, levando-se em conta que o objetivo maior do projeto é gerar um vínculo homem-espaco público através da interação. Claro que esta depende diretamente de um produto, de uma forma dimensional, já que o usuário precisa de uma interface concreta para realizar a interação. Mas o fato é que o que está em primeiro plano é a conceituação dessa interatividade, com que recursos ela será gerada. A forma, tipologia do produto que irá contê-la é apenas um meio que possibilita a interação.

Então o *brainstorming* inicial teve dois momentos. Primeiro foram levantados os recursos e maneiras de gerar diversos tipos de interação. Alguns foram assimilados diretamente da pesquisa de similares e outros foram surgindo por analogia a estes. Outros ainda surgiram aleatoriamente, sem vínculo com as referências estudadas.

Num segundo momento esses recursos interativos foram associados a diferentes tipologias de produto, gerando ideias mais palpáveis, já que os produtos serviam de veículo para tornar possíveis as interações antes levantadas. E obviamente eram parte fundamental para o sucesso da experiência vivenciada pelo usuário.

Recursos de interação

1. *Lightpaint*
2. Câmera oculta (cliques aleatórios, compartilhamento das imagens via internet)
3. Luz acionada por sensor de movimento ou contato
4. Compartilhamento da experiência via internet, rádio, projeção...
5. Movimento - balanço, deslocamento, rotação
6. Recursos naturais gerando efeitos visuais (areia, água, plantas...) ou atuando como fonte de energia (energia do mar, vento...)
7. Pontos que possibilitem a comunicação a partir de diversos pontos da cidade usando sinal de rádio e internet.
8. Customização (plantas, mensagens, símbolos culturais...)
9. Superfícies imersivas: casulos, túneis, trama, redes...

10. Materiais inusitados, reutilizados ou usados normalmente com outras finalidades: conduítes, mangueiras, câmaras de ar, luzes pisca-pisca, pneus...
11. Infláveis: ambientes, *pop-ups*, brinquedos...
12. Produtos impossíveis - por material, forma, estruturas...

Produtos

1. Pufes gigantes tipo água-viva ou pufes modulares reproduzindo textura e forma de cubos de gelo
2. Assentos com jardins suspensos que podem contar com participação da população
3. Bancos lineares preenchidos com plantas, água ou luzes onde as superfícies sentáveis são móveis e correm sobre uma espécie de trilho
4. Balanços grandes para grupos
5. Nicho ou banco de balanço reclinado com interação no teto. Pode ser por meio de luz com sensor de movimento, projeção de vídeos tipo cinema ou videoarte.
6. Assentos de materiais reutilizados ou projetados para outras funções. Podem ser conduítes, mangueiras, luz pisca-pisca, placas de trânsito, pneus, bobinas...
7. Grandes tramas feitas de cordas flexíveis trançadas e com suas extremidades presas a árvores ou postes formando túneis ou redes suspensas onde se pode caminhar, sentar ou deitar
8. Ambiente inflável de imersão. Pode usar de uma estrutura tridimensional para gerar interação visual a partir dos efeitos gerados pelas paredes de plástico
9. Assentos com formas impossíveis que, pela sua forma parecem que não se sustentam gerando uma interatividade visual e provocando curiosidade e consequentemente o contato físico
10. módulos que possibilitem diversas combinações e conjuntos com diferentes funcionalidades
11. Túnel ou domo com paredes de luzes que reagem ao movimento dos passantes acendendo ou mudando de cor. Gerando assim um ambiente de imersão.
12. Escorregas ou balanços com luzes ativadas pelo contato durante o movimento de descida ou de vai e vem.
13. Câmara de *lightpaint*. Pode ser fechada ou usar a paisagem de fundo
14. Mirante que proporciona um diferente ponto de vista de pontos movimentados da cidade. Pode haver uma câmera e o compartilhamento das fotos num plataforma online.

3.3 - Critérios de projeto

Durante a fase de brainstorming surgiram muitos conceitos de produto e de recursos interativos. Justamente por que não havia julgamento de ideias surgiram muitos caminhos diferentes para atingir o objetivo projetual determinado. Seguindo adiante, o próximo passo seria transformar as melhores ideias em alternativas de projeto, já com um conceito definido e um esboço de sua forma e viabilização de estrutura. Porém, para isso seria preciso entender que ideias de produtos surgidas no *brainstorming* atendiam melhor aos conceitos estabelecidos para o projeto durante a fase "OUVIR".

Então, com base nos *insights* extraídos da pesquisa com usuários, pesquisa de referências e de bibliografia foram estabelecidos os critérios de projeto. Uma lista de perguntas que colocam os conceitos buscados em forma de quesitos aos quais os produtos deveriam atender. A lista foi elaborada pensando tanto no lado conceitual quanto no lado prático da soluções.

Critérios de projeto:

1. É confortável fisicamente?
2. É confortável socialmente?
3. É surpreendente?
4. É inovador?
5. É instigante?
6. É lúdico?
7. É dependente de serviços humanos?
8. Possui função prática?
9. É vulnerável a atos de vandalismo?
10. Seu uso apresenta riscos físicos ao usuário?

A partir do estabelecimento dos critérios ficou mais fácil eleger algumas das ideias como alternativa de projeto e eliminar outras. Em alguns casos as ideias não foram descartadas, mas adaptadas para melhor atender aos critérios de projeto.

3.3 - Geração de alternativas de projeto

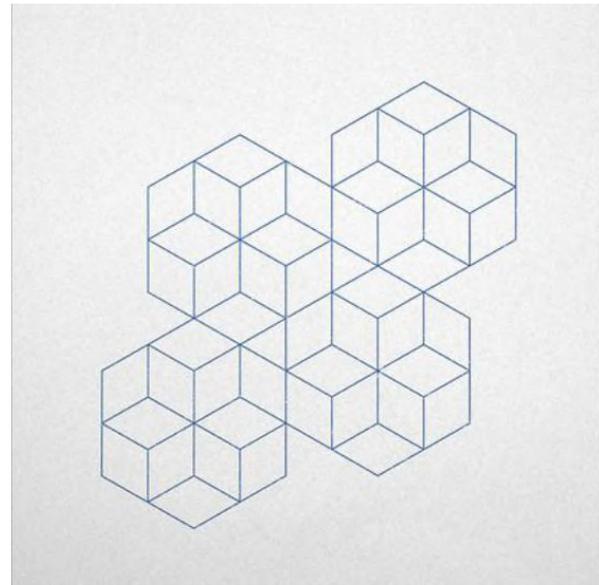
Após a análise de cada ideia a partir dos critérios de projeto, eliminação de algumas e permanência de outras, foram elaboradas as alternativas de projeto. Para cada uma das alternativas foram criadas algumas opções de forma e estrutura e uma descrição dos tipos de interação utilizados. As cinco alternativas escolhidas foram:

1. Estrutura modular para escalar e sentar

Proposta baseada na ideia de criar um módulo que pudesse ser repetido diversas vezes gerando um conjunto de nichos para sentar e escalar.

Proporciona a interação social dos usuário, visto que o produto possibilita a utilização em grupo, e no ato de subir, escalar e atingir diferentes pontos da estrutura, ganhando uma caráter lúdico. Além disso proporciona a observação do ambiente de pontos de vista inusitados

Referências estéticas



Padrões geométricos



Estrutura modular interativa

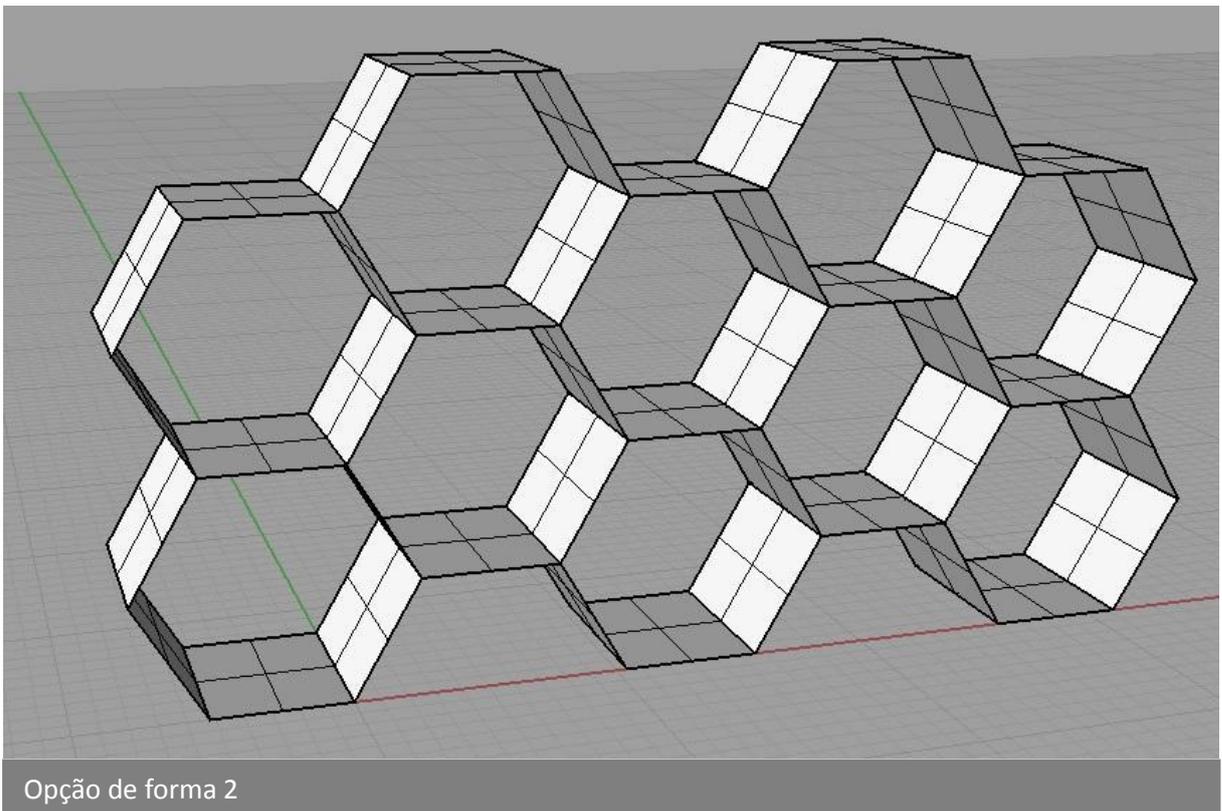
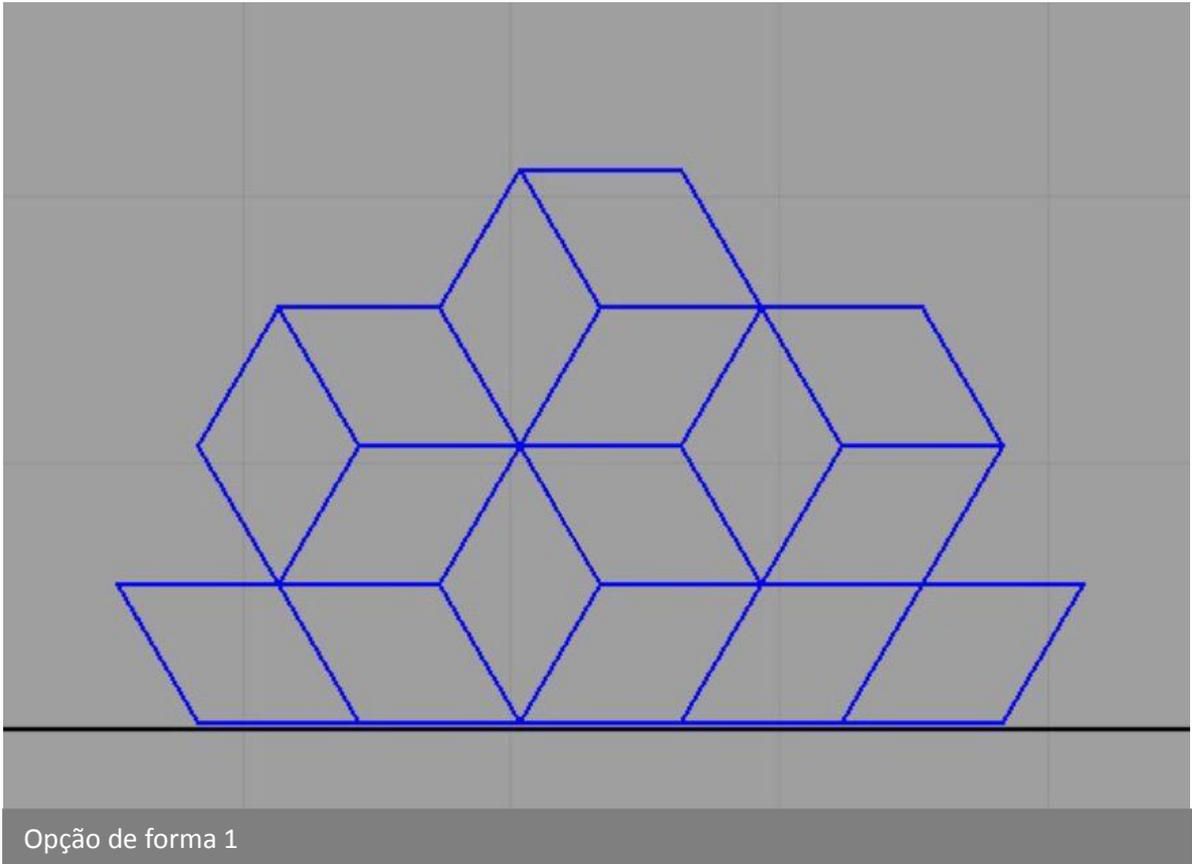


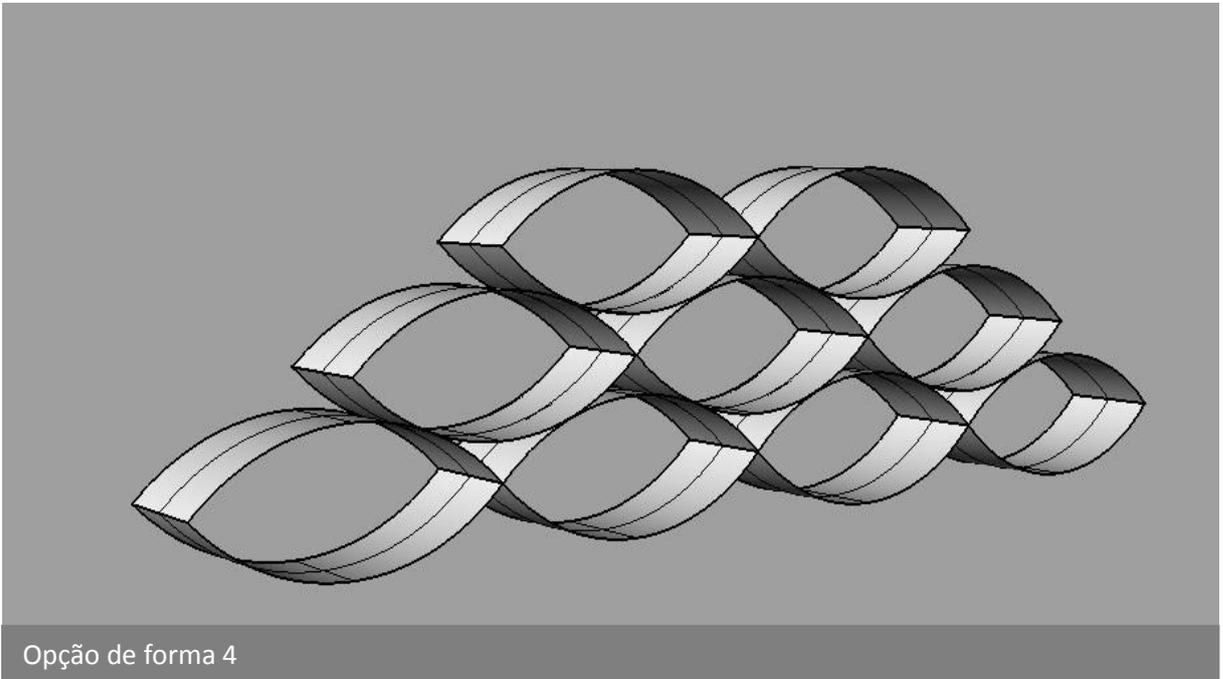
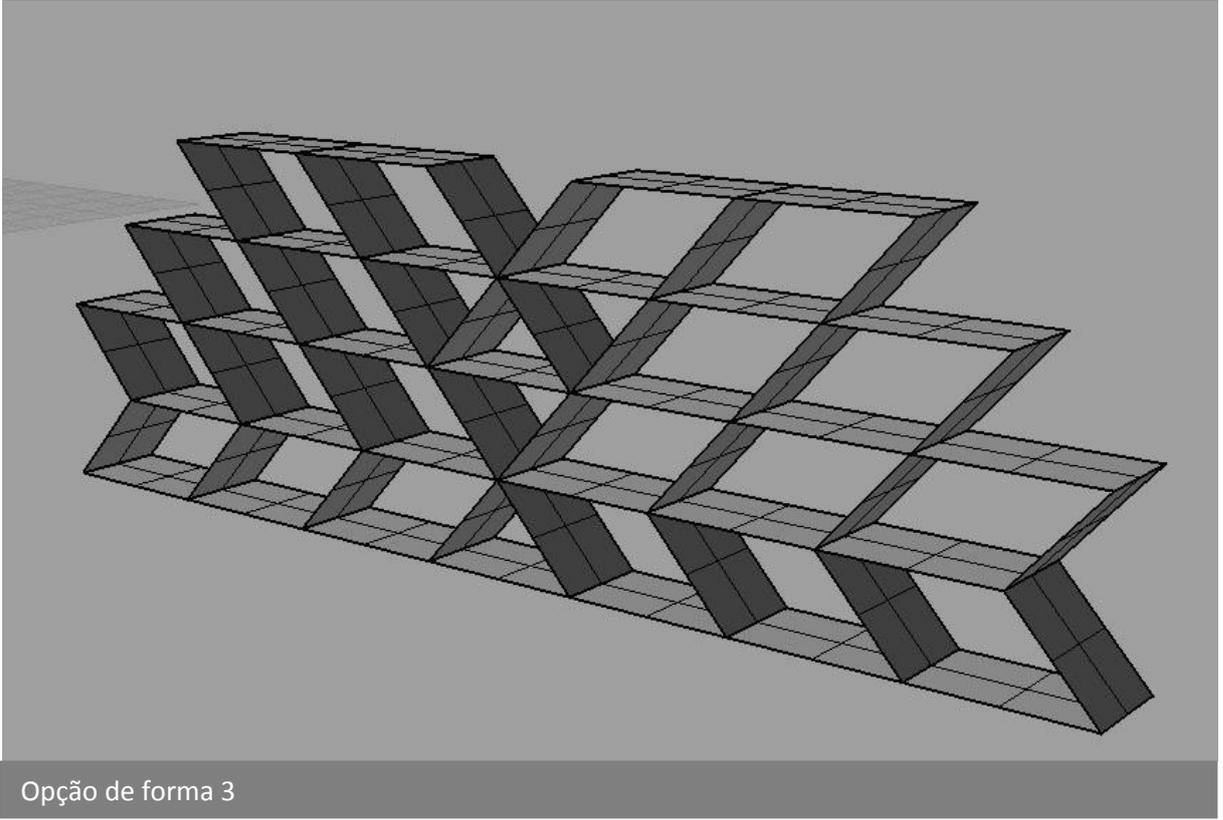
Estrutura modular iluminada

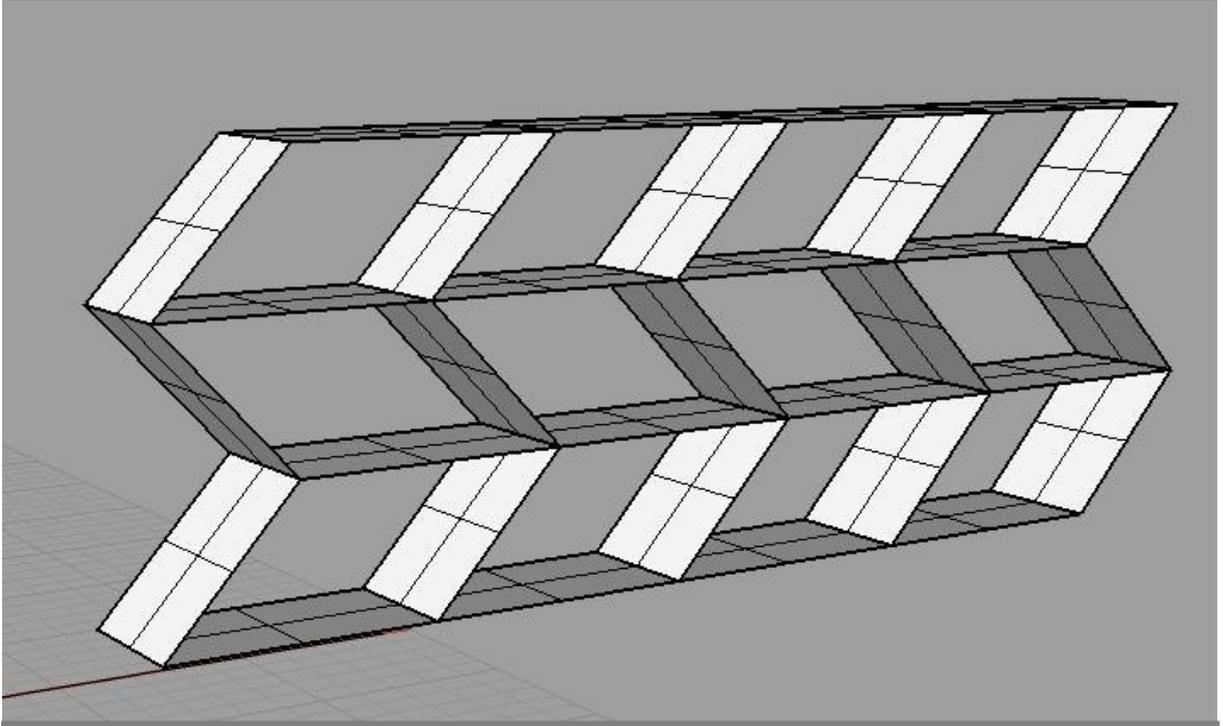
Classificação do conceito

Natureza da interação	Objetiva
Tipologia da interação	Física/ de contato e contemplativa
Recursos interativos	Modularidade e movimento
Objetivos da interação	Integrar moradores locais, diversão, possibilitar novos pontos de vista

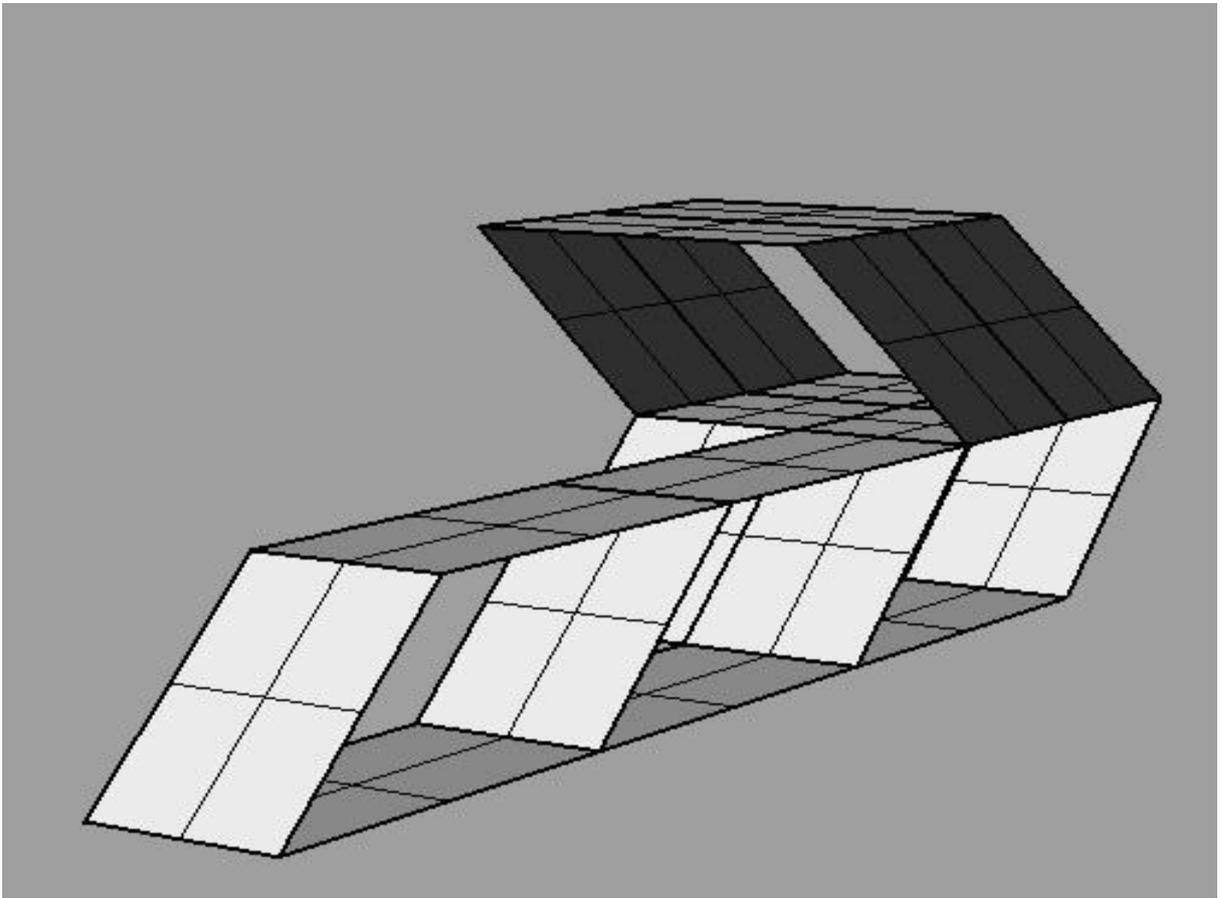
Opções de Forma



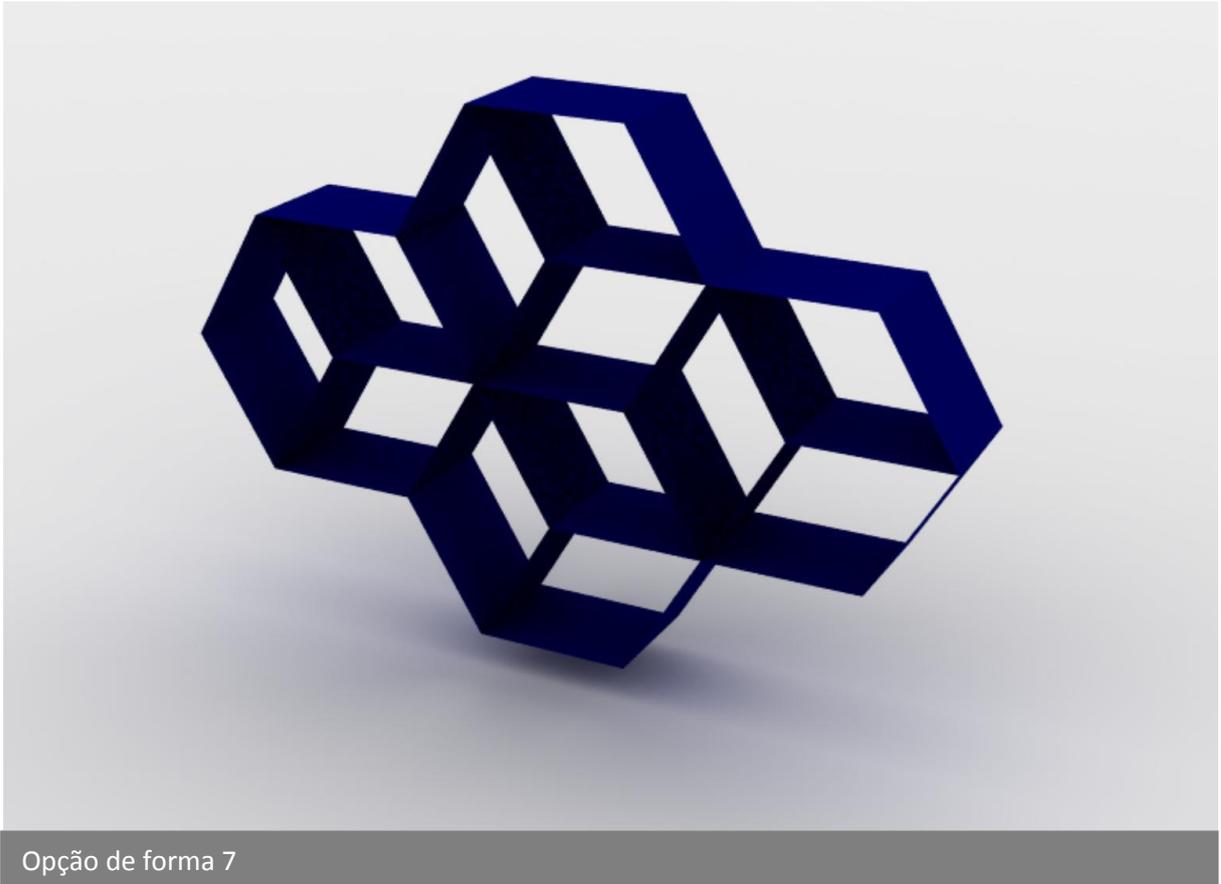




Opção de forma 5



Opção de forma 6



2. Produto impossível

Sua forma não parece se sustentar no espaço. Com base pontiaguda ou abaulada as peças se utilizam de artifícios estruturais para se tornarem possíveis, mas como esses não são visíveis as peças acabam intrigando o usuário e a curiosidade faz com que eles busquem uma interação física com o objeto para entender o seu funcionamento. As possibilidades de estruturação cogitadas interferem diretamente no seu processo interativo, determinando se será dinâmico ou estático.

Referencias principais



Banco para sentar inclinado



Mesa de estrutura inusitada



Banco de base esférica



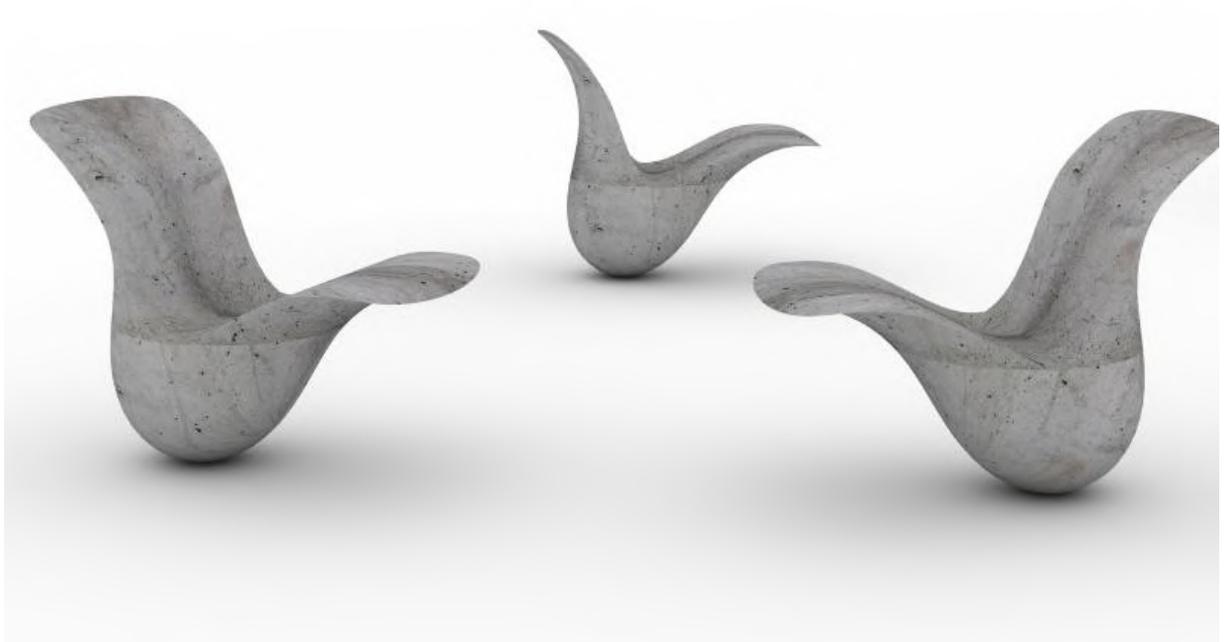
Poltrona de estrutura oculta



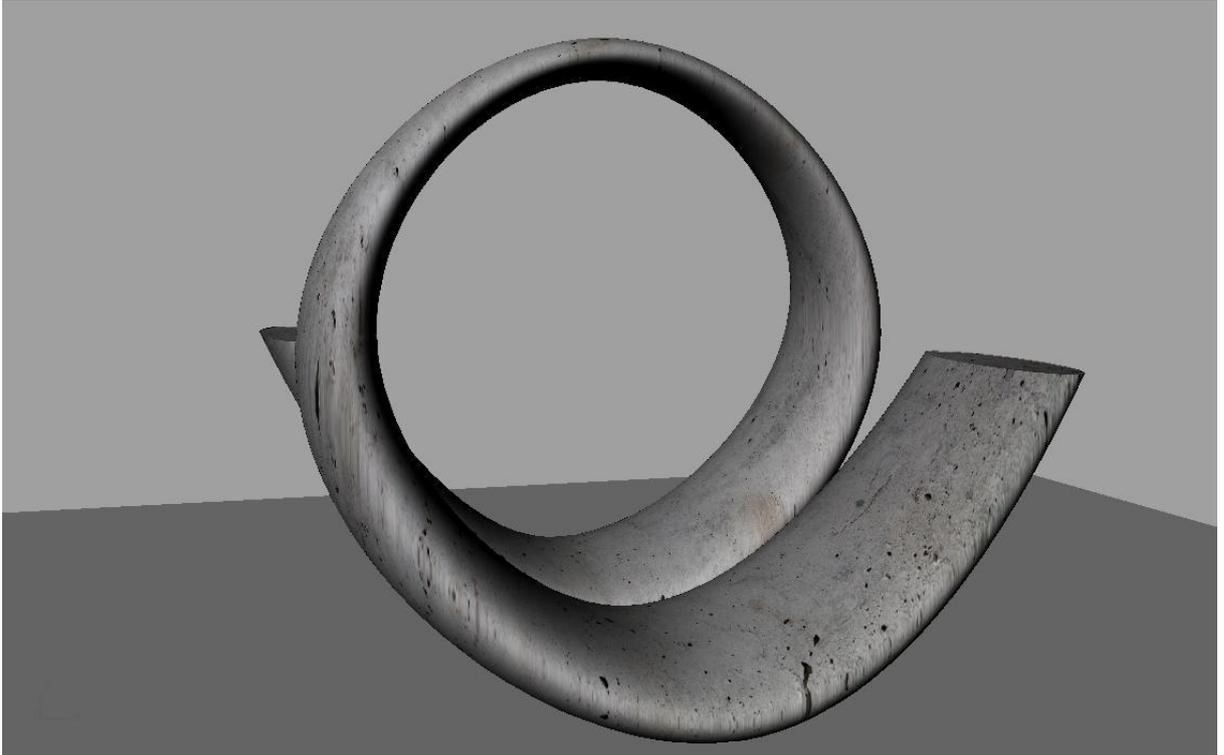
Fruteira de base arredondada

Classificação do conceito

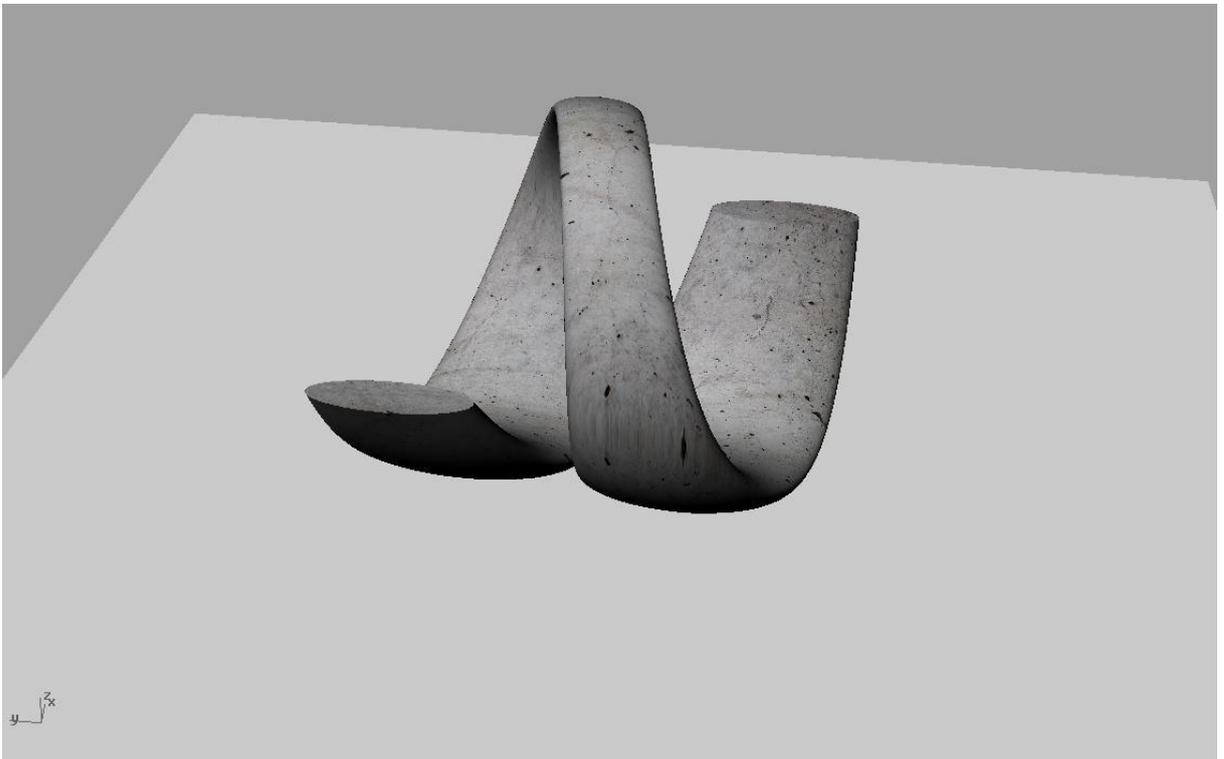
Natureza da interação	Subjetiva
Tipologia da interação	Física/de contato, reflexiva/conceitual
Recursos interativos	Forma, posição, contato, movimento
Objetivos da interação	Surpresa, ludismo, diversão, humor, gerar reflexão e questionamentos

Opções de forma

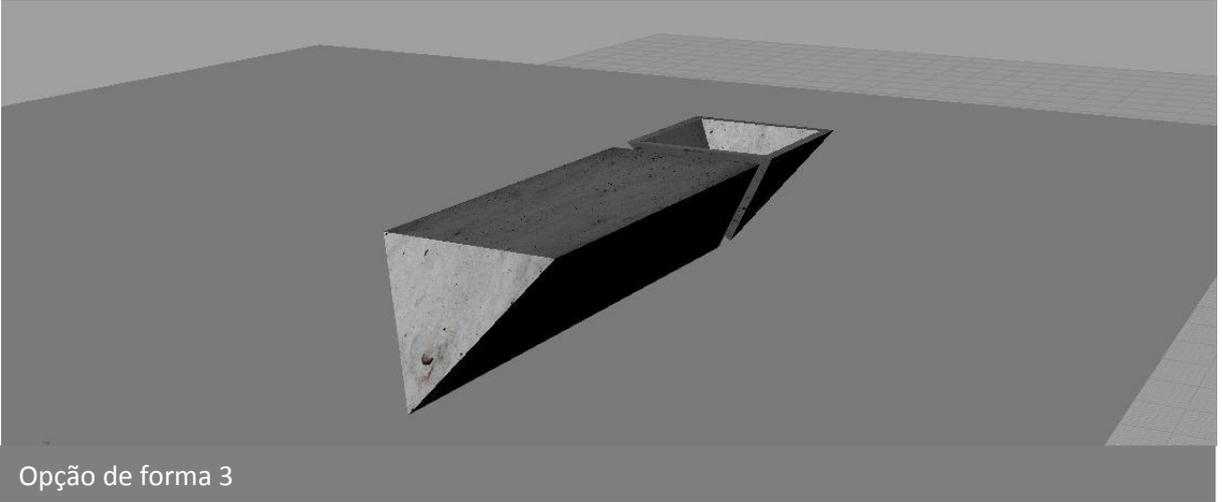
Opção de forma 1



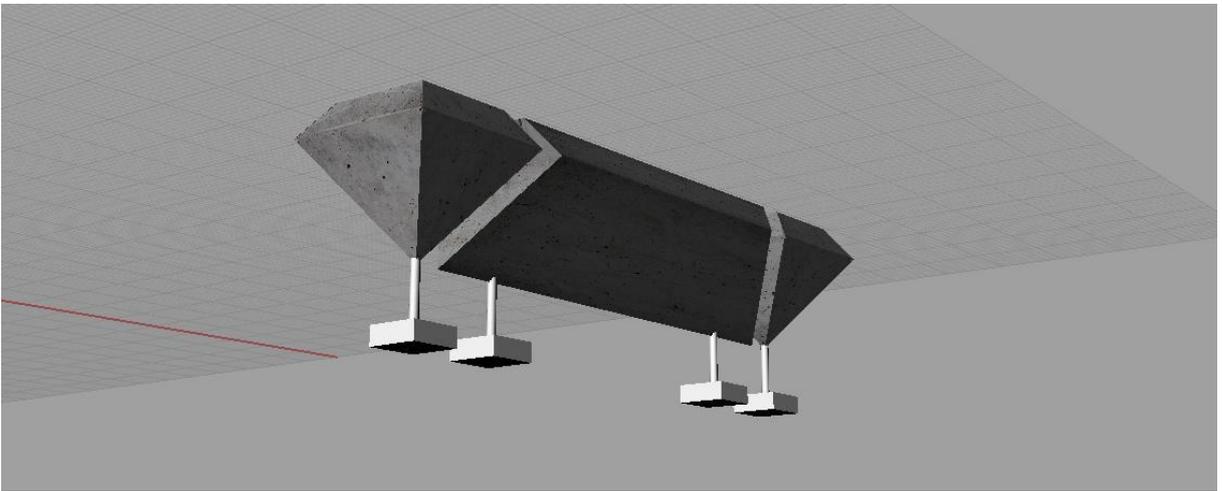
Opção de forma 2



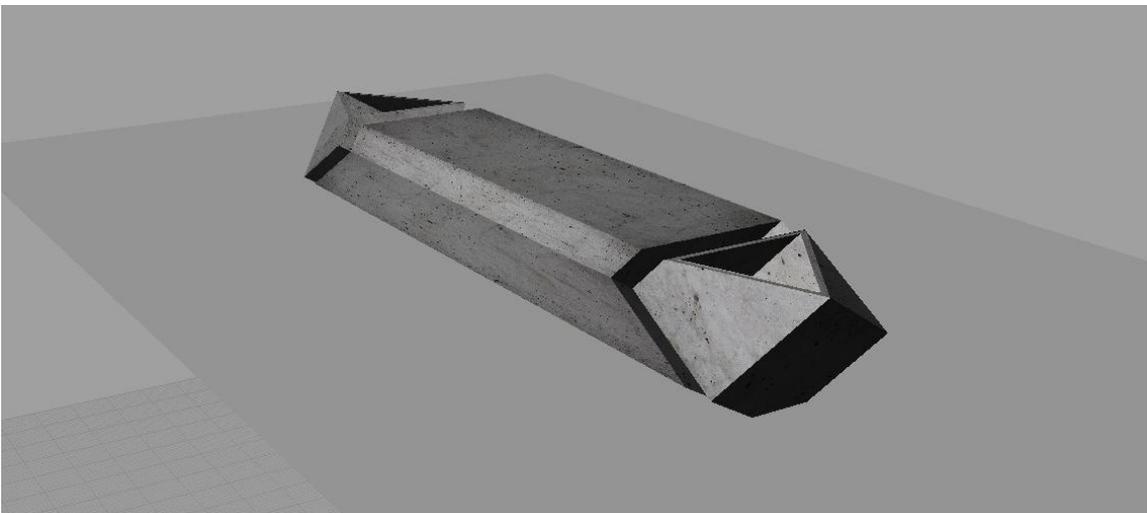
Opção de forma 2



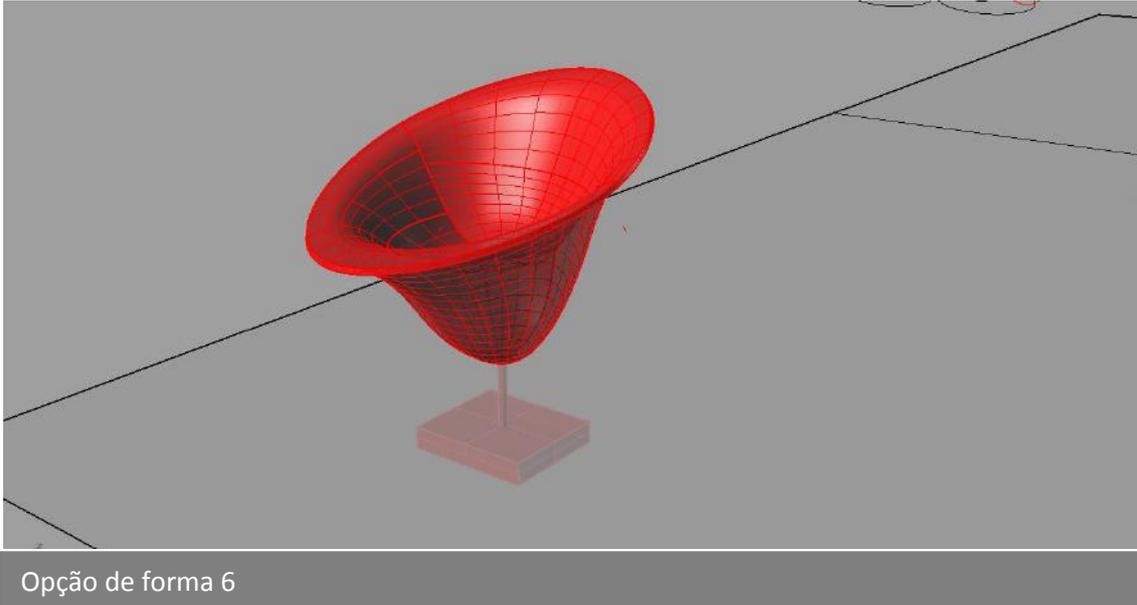
Opção de forma 3



Opção de forma 3



Opção de forma 5



3. Grandes bancos para grupos

Trabalha com o lúdico e combina mobiliário de conforto e de lazer. A interação ocorre através do movimento, com um deslocamento pendular e atua no campo das sensações surpreendendo mesmo aqueles que já imaginam o funcionamento da peça através da sua forma.

Referências principais



Banco para uso coletivo feito de planos seriados



Banco de balanço para grupos com cobertura



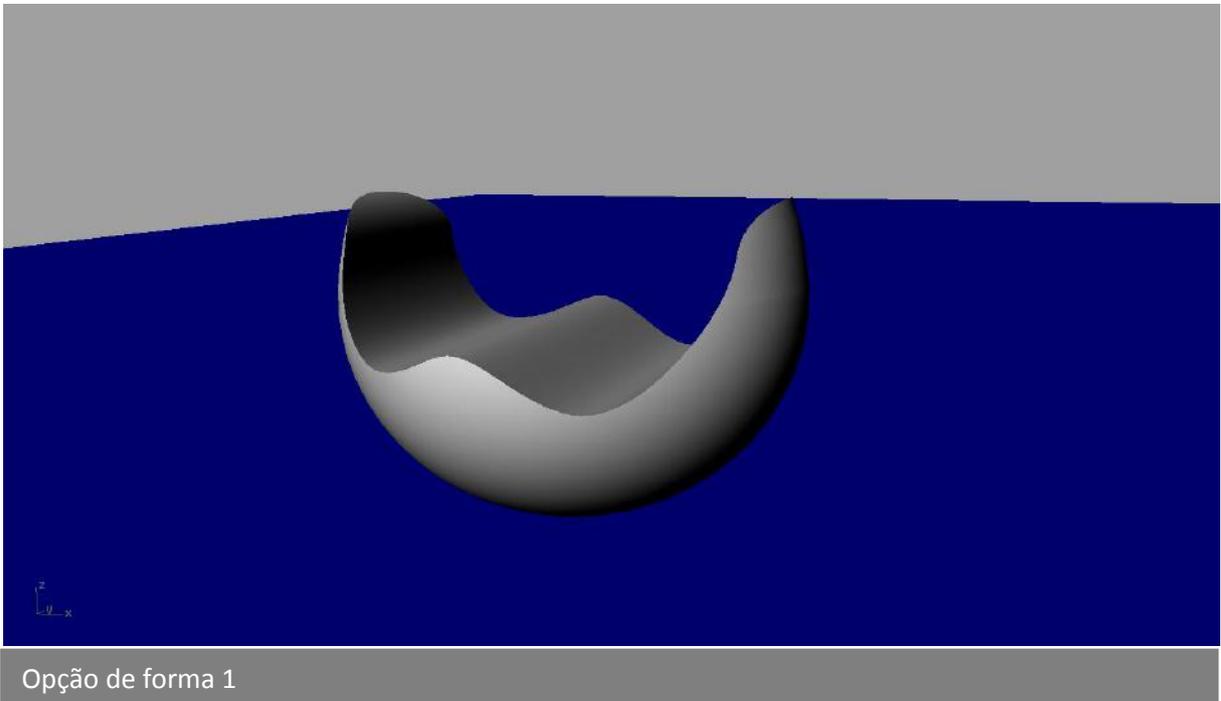
Brinquedo de balanço para crianças

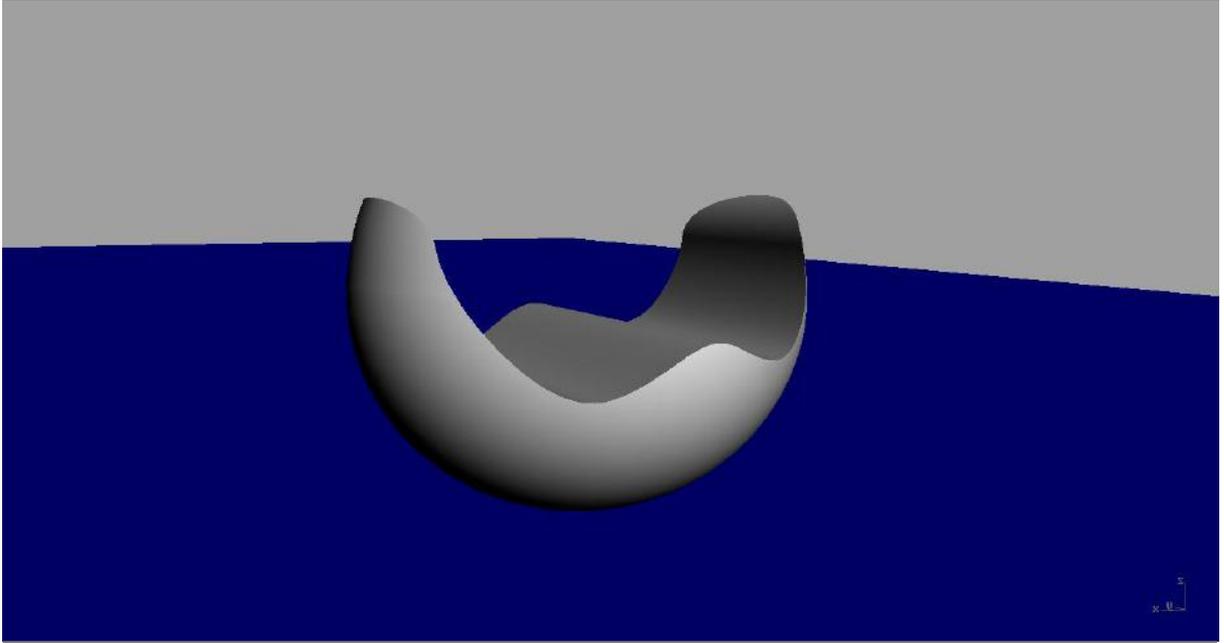


Banco coletivo com linhas orgânicas

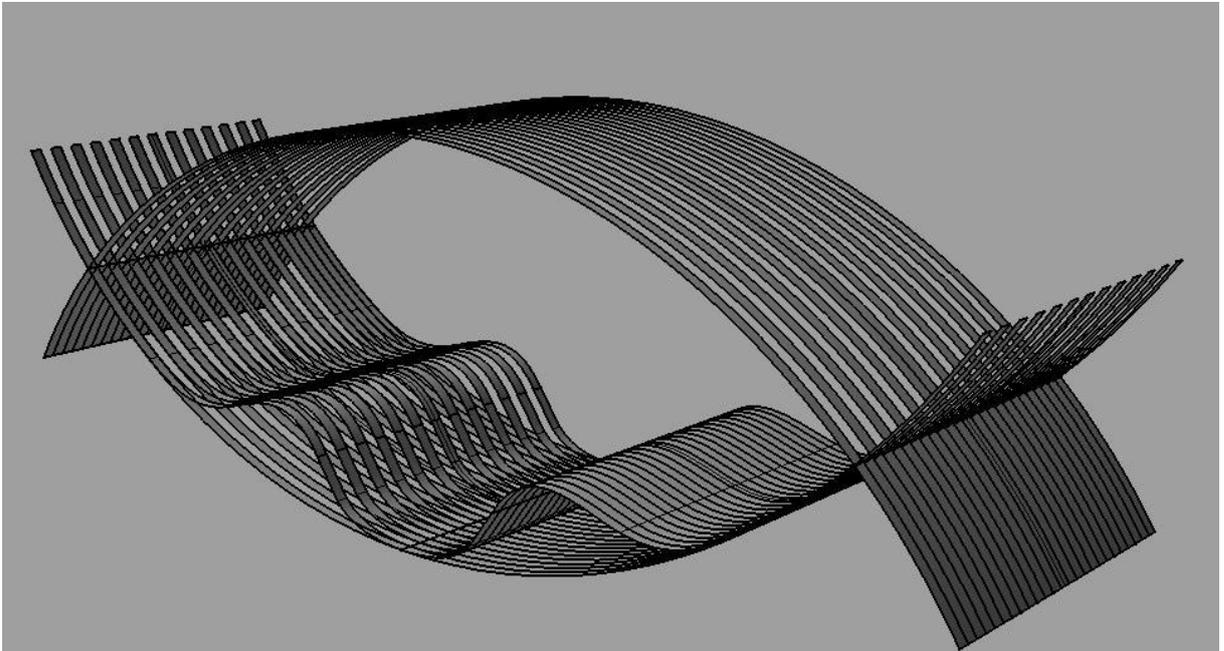
Classificação do conceito

Natureza da interação	Objetiva
Tipologia da interação	Física/de contato, comunicacional
Recursos interativos	Movimento, forma, contato e posição
Objetivos da interação	Ludismo, diversão, integrar moradores locais

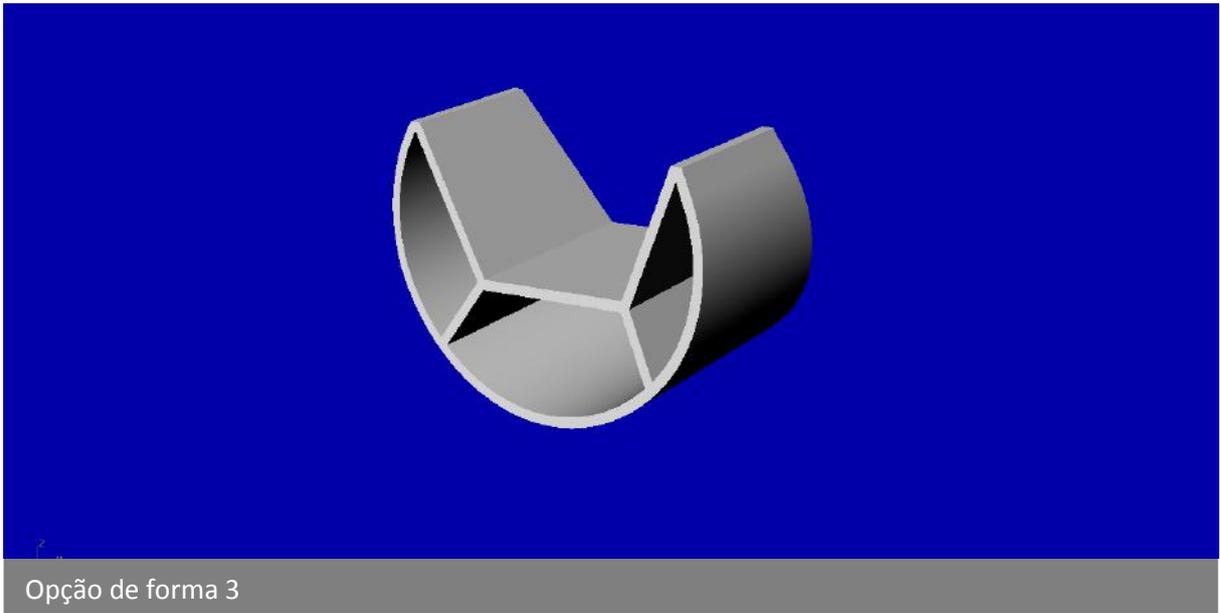
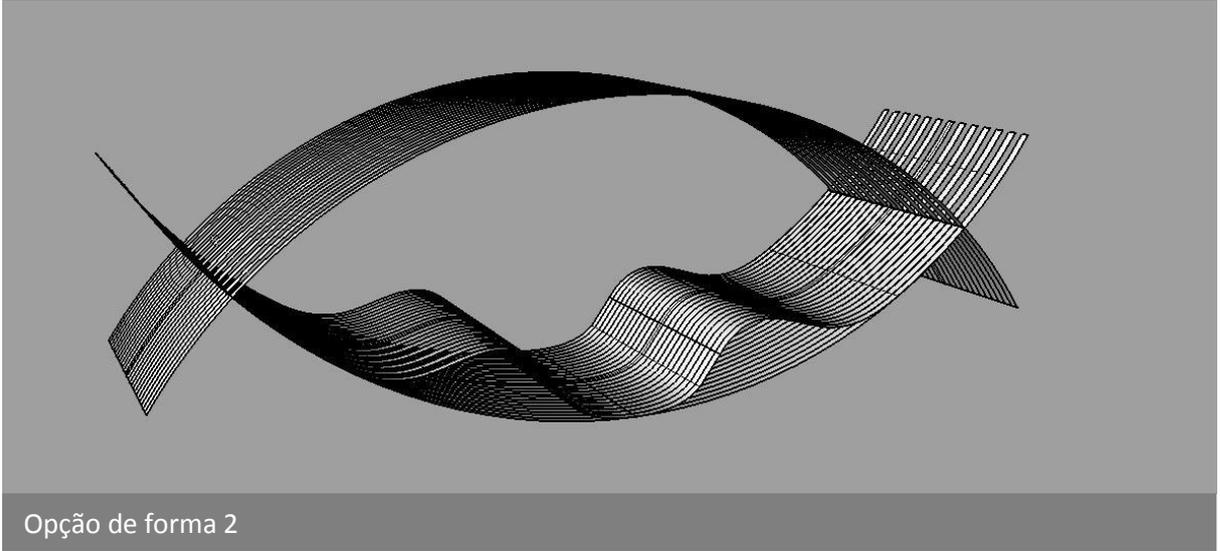
Opções de formas

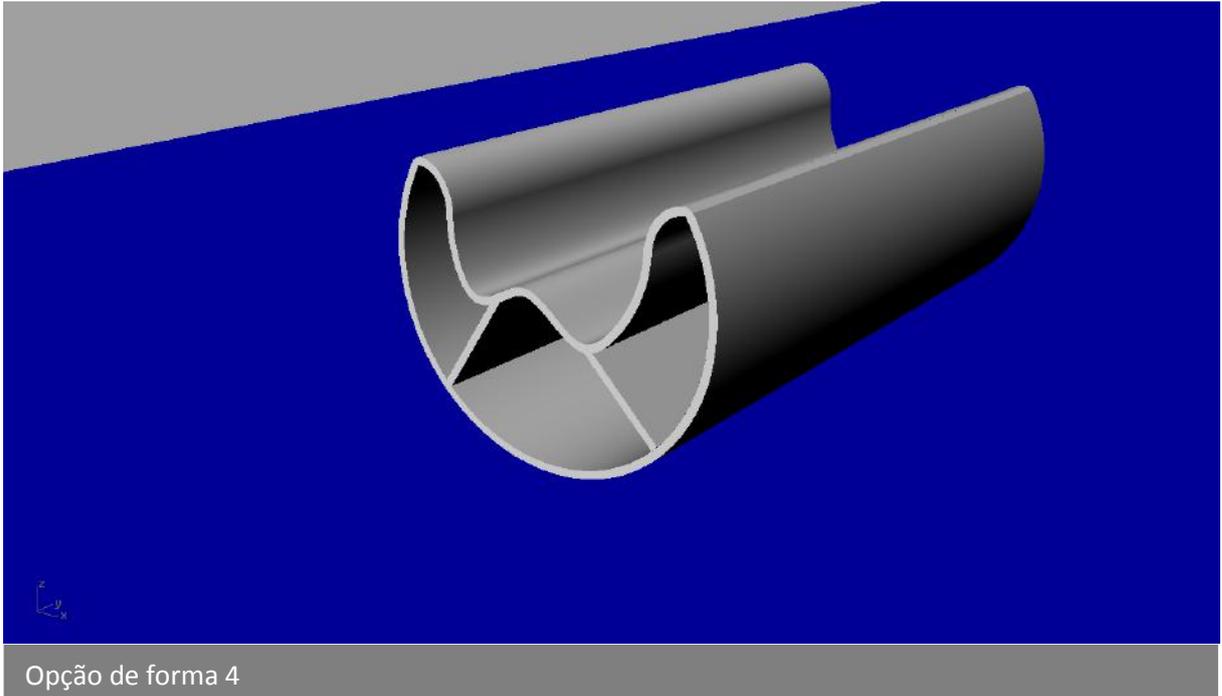


Opção de forma 1



Opção de forma 2





4. Superfícies contínuas formadas por módulos de sentar

Consiste no conjunto formado por uma série de módulos de assento posicionados lado a lado. Individualmente, os módulos apresentam movimento pendular proporcionando uma interação física do usuário com as partes do todo. Além disso, o conjunto formado pelo enfileiramento dos módulos lado a lado gera um desenho, uma forma que promove uma interação visual ou até de imersão quando observa-se a superfície interna dos módulos em repouso. A mudança de ponto de vista modifica a silhueta formada pelo conjunto.

Referências principais



Banco modular de concreto



Banco modular com superfície flexível



Superfícies orgânicas para deitar



Classificação do conceito

Natureza da interação	Subjetiva
Tipologia da interação	Física/de contato, experiência imersiva/espacial e contemplativa
Recursos interativos	Modularidade, movimento e forma
Objetivos da interação	Integrar moradores locais, ludismo, possibilitar novos pontos de vista

5. Plataformas unidas por eixos verticais e/ou horizontais

Superfície de diferentes formas feitas para deitar e sentar. São posicionadas uma sobre a outra e unidas por um eixo vertical em torno do qual elas podem ser rotacionadas. Além disso, a sobreposição das plataformas e a implantação de algumas unidades próximas uma da outra prevê também a interação social entre os usuários. Com o impulso as plataformas giram se aproximando e afastando umas das outras.

Referências principais



Superfícies suspensas para deitar e sentar



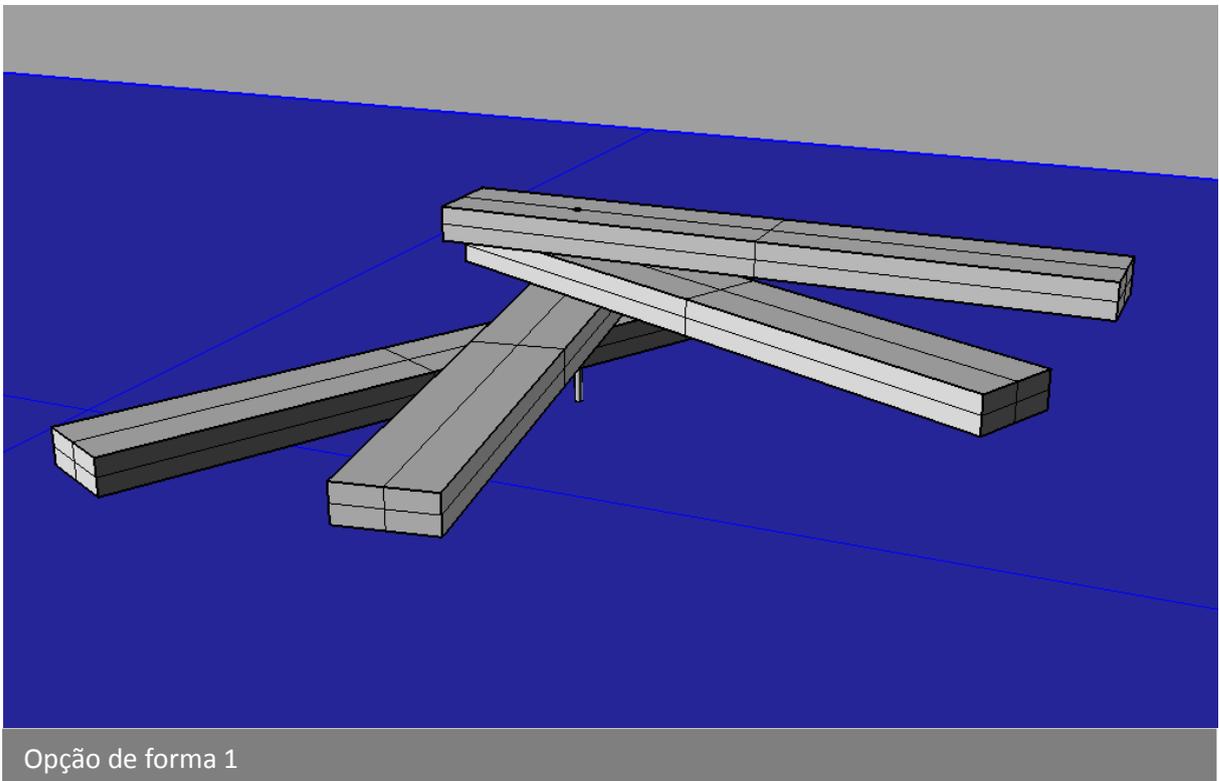
Estrutura tridimensional formada por blocos horizontais e verticais



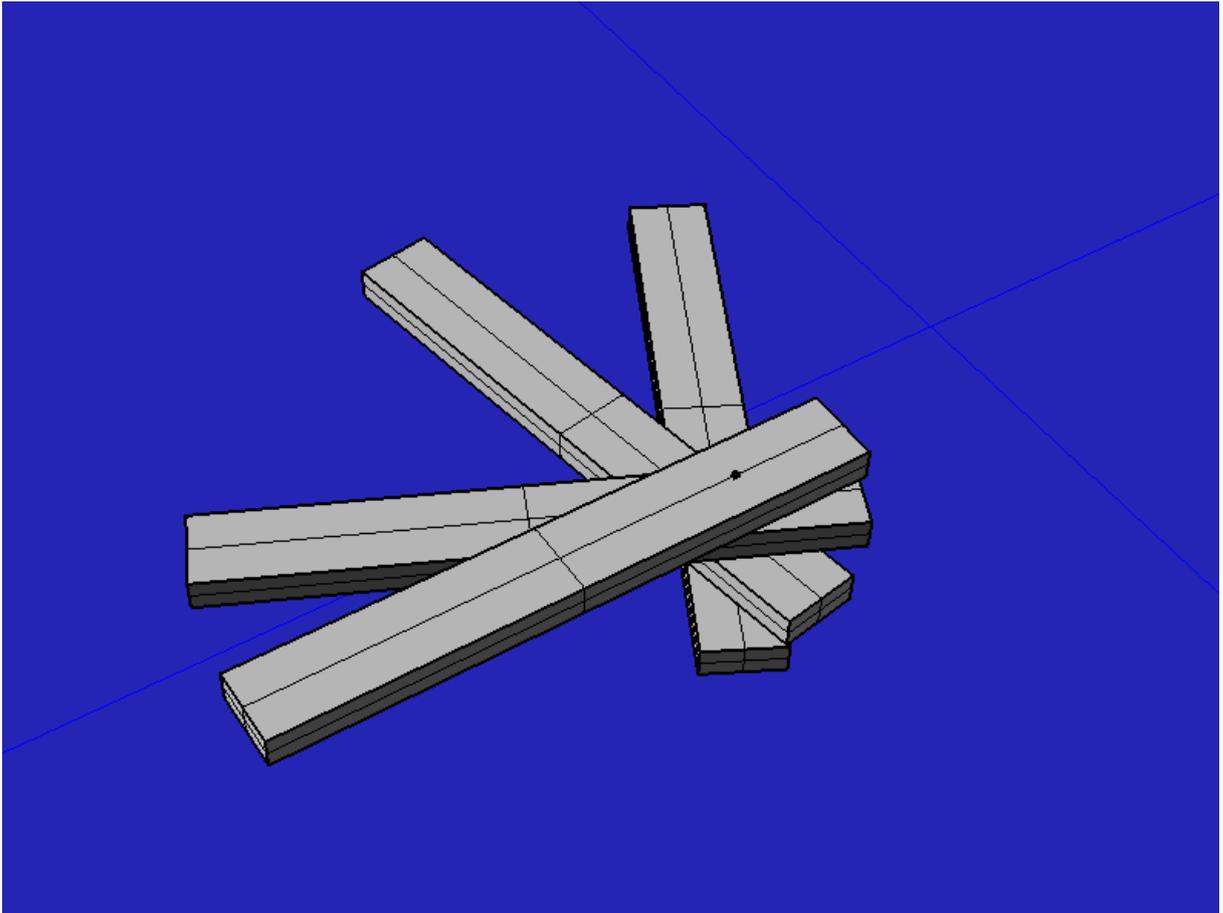
Superfícies horizontais sobrepostas

Classificação do conceito

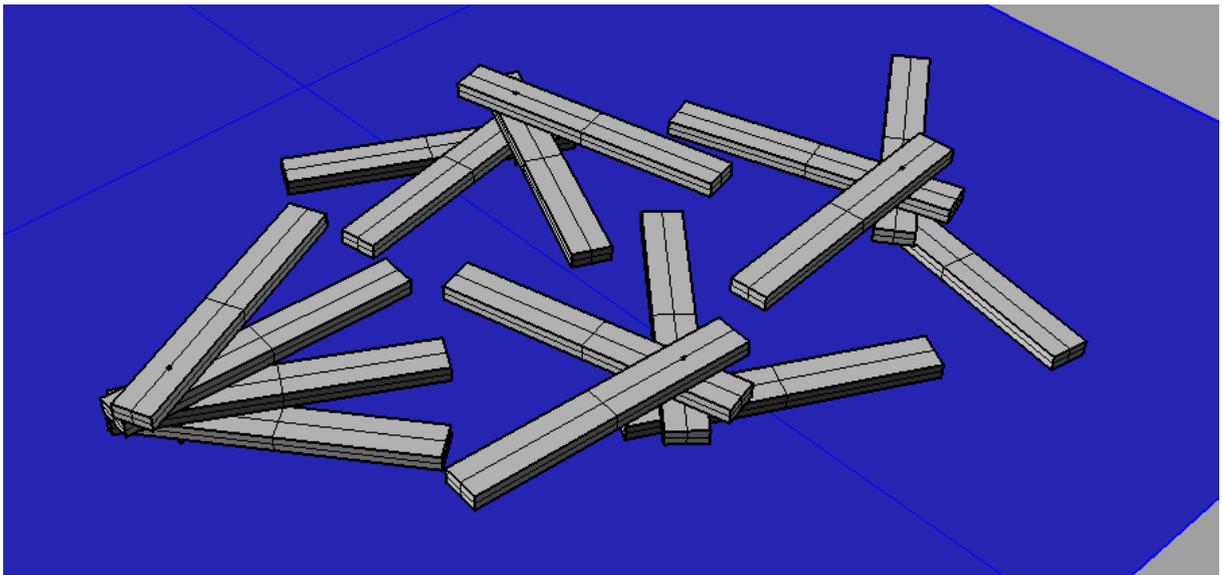
Natureza da interação	Subjetiva
Tipologia da interação	Física/de contato, experiência imersiva/espacial e contemplativa
Recursos interativos	Modularidade, movimento e forma
Objetivos da interação	Integrar moradores locais, ludismo, possibilitar novos pontos de vista



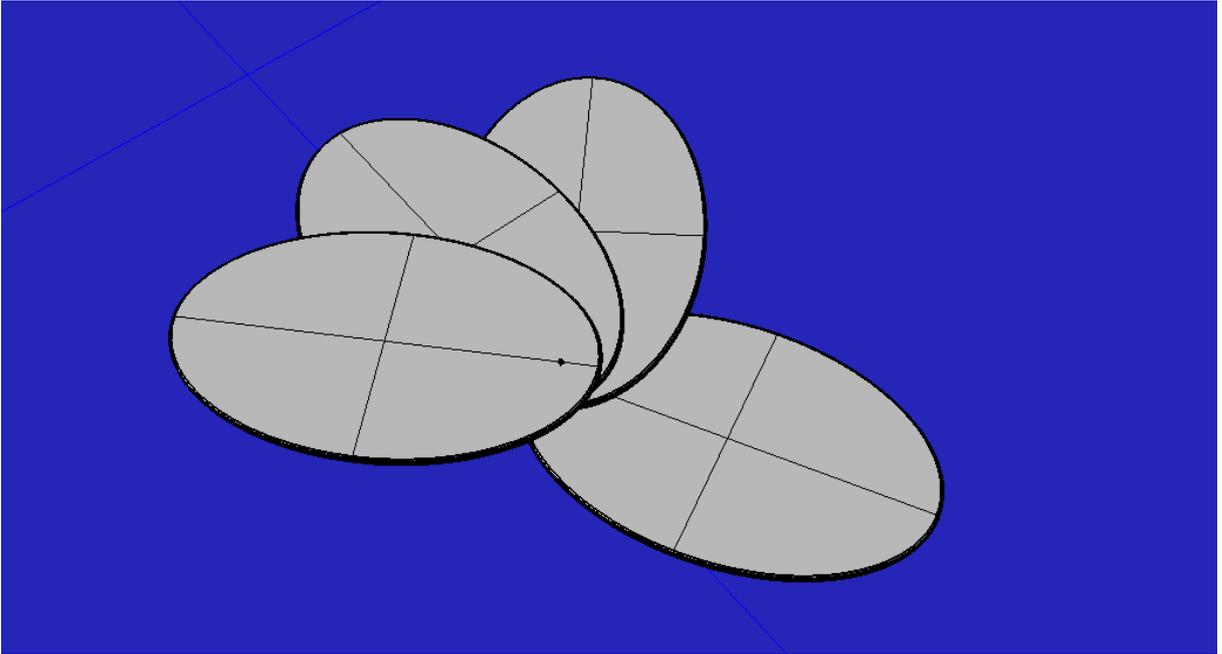
Opção de forma 1



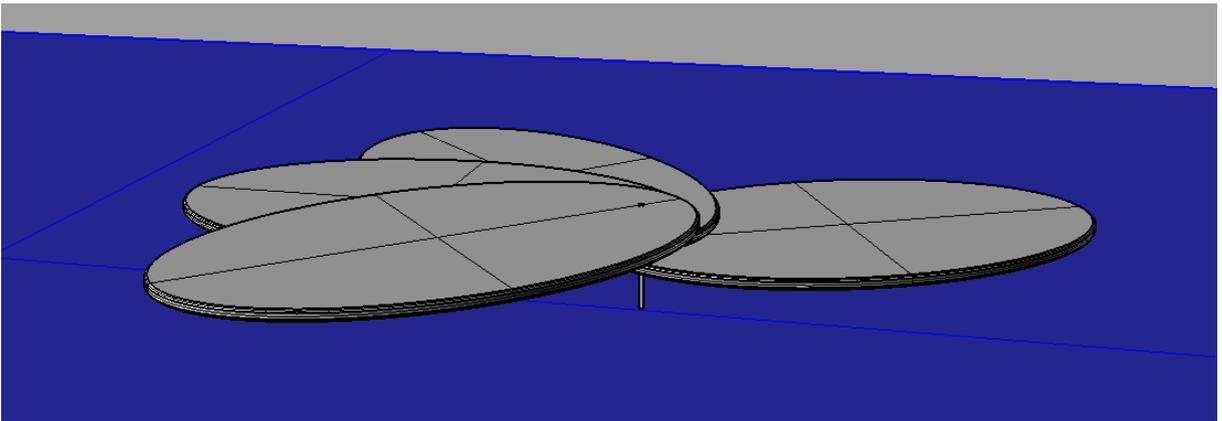
Opção de forma 1



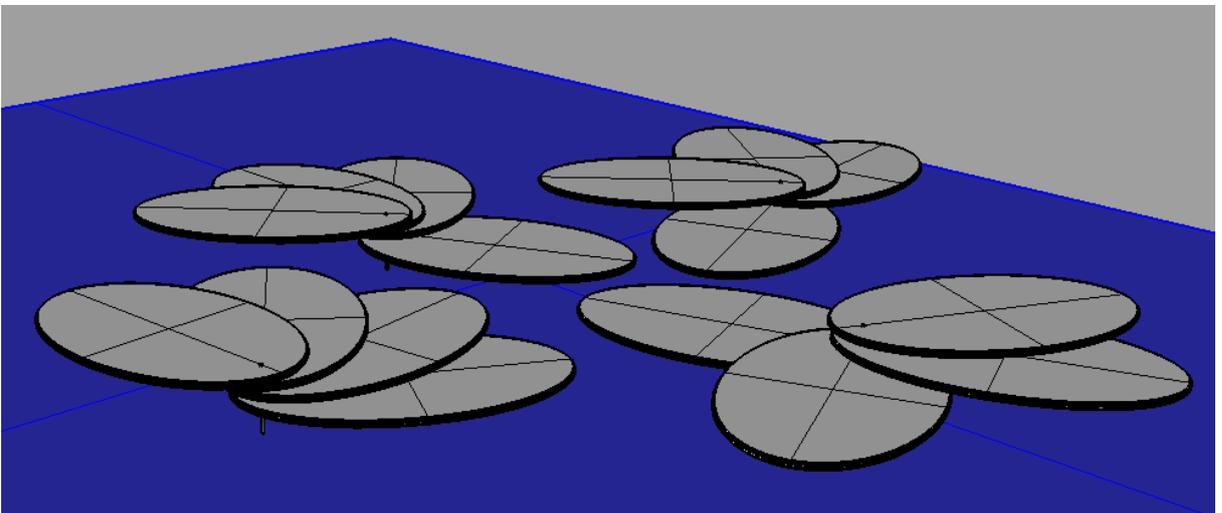
Opção de forma 1



Opção de forma2



Opção de forma2



Opção de forma2

III.5 - Escolha da alternativa

Após a conceituação e modelagem das opções formais para cada uma das cinco alternativas de projeto propostas, foi feita a especificação sobre o seu uso e a classificação das interações propostas por elas. Essa classificação foi baseada nos itens do formulário aplicado aos produtos similares para entender melhor as suas formas de interação.

Com isso chegou o momento de decidir qual das alternativas seguiria para a fase de desenvolvimento, qual dos conceitos de interação seria levado a diante. Para tal, criou-se uma espécie de formulário avaliativo a partir dos critérios de projeto. Nele cada uma das perguntas poderia ser respondidas em grau, de 1 a 5, ajudando a entender que alternativas atendiam melhor ao objetivo projetual e estariam mais alinhadas aos critérios de projetos antes estabelecidos. O processo avaliativo pode ser visto no anexo 4.

Após a aplicação do formulário pôde-se avaliar dados quantitativos que indicavam o quão fiéis aos critérios de projeto era cada uma das alternativas projetuais geradas. Como todas as perguntas foram respondidas em grau, de modo que quanto mais alto melhor o critério era atendido, ao final os pontos obtidos em cada pergunta foram somados e assim obteve-se a pontuação de cada um dos cinco conceitos.

1. Estrutura modular para escalar e sentar

$$\text{pontos: } 3 + 3 + 5 + 5 + 4 + 4 + 3 + 4 + 4 + 2 = 37$$

2. Produto impossível

$$\text{pontos: } 4 + 5 + 5 + 4 + 5 + 5 + 5 + 4 + 4 + 5 = 46$$

3. Grandes bancos de balanço para grupos

$$\text{pontos: } 5 + 2 + 3 + 4 + 3 + 3 + 5 + 4 + 5 + 3 = 37$$

4. Superfícies contínuas formadas por módulos de sentar

$$\text{pontos: } 5 + 5 + 3 + 4 + 2 + 2 + 5 + 5 + 4 + 3 = 38$$

5. Plataformas unidas por eixos verticais

$$\text{pontos: } 3 + 5 + 3 + 4 + 3 + 5 + 5 + 5 + 4 + 3 = 40$$

As alternativas 1 e 3 ficaram ambas com 37 pontos, com os piores resultados. Ainda com uma pontuação bem próxima do colocado seguinte, a alternativa 4, com 38 pontos. Dessa maneira as alternativas 2 e 5 se destacaram, mas a alternativa 2 ficou com 6 pontos a mais do que a 5 (46 contra 40 pontos). Dessa maneira o resultado quantitativo indica que a alternativa 2 deve seguir a diante.

Além disso, houve um retorno a fase "OUVIR" para resgatar o que foi decidido a partir da pesquisa realizada com os usuários e a análise de uso dos espaços públicos. Nessa consulta encontrou-se o seguinte trecho:

" Considerando-se que em ambas as categorias de espaços estudados a maior motivação para a ocupação destes é o lazer, conclui-se que uma experiência interativa de caráter abstrato atende melhor aos padrões de comportamento e desejos da população. Isso por que o seu foco não é realizar tarefas ou atingir objetivos concretos, mas sim promover uma vivência lúdica do espaço público, gerando um momento de lazer e fuga da rotina. O resultado, se bem executado, gera um vínculo subjetivo e emocional do usuário com o ambiente de uso público, cumprindo assim um dos objetivos maiores do projeto.

Portanto, define-se que o produto deve ser projetado com o foco em atingir a interação abstrata, porém agregar ferramentas de interação concretas pode ser enriquecedor para a experiência final do usuário. "

A partir desse trecho pôde-se confirmar a importância da parte subjetiva do projeto. Como o lazer, a diversão foram considerados os principais motivadores da ocupação dos espaços estudados, tornaram-se as principais linhas guias do projeto. Isso posto, 3 itens da avaliação realizada com as alternativas ganham extrema importância. São aqueles que tratam do fator emocional envolvido durante o uso dos produtos, encontrados nas perguntas 4, 6, 7 do formulário.

4. Seu uso surpreende?

6. É instigante?

7. É lúdico?

A alternativa 2, produto impossível, foi a única que obteve grau 5 nos três itens em questão, confirmando seu apelo emocional. Isso por que o conceito de um produto impossível envolve o usuário antes mesmo da sua utilização. Com uma forma que parece desafiar as leis da gravidade para se sustentar, esses produtos instigam o usuário que não entende direito como aquilo acontece e sentem o impulso de interagir fisicamente com a peça para tentar descobrir o seu segredo. Atingindo assim a função de entreter, divertir o usuário a partir de uma interação abstrata, de caráter emocional.

PARTE 4 - IMPLEMENTAR

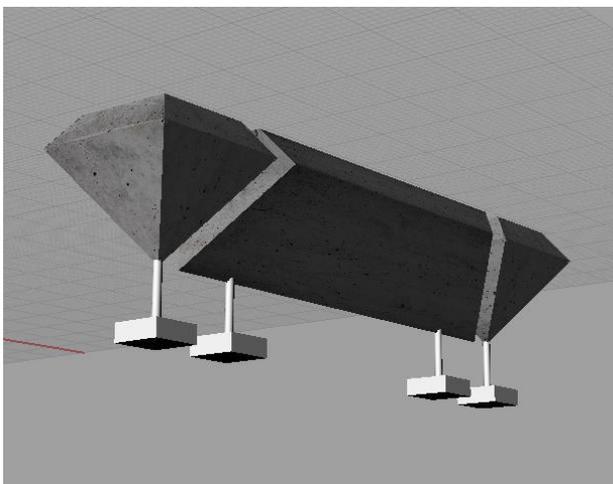
IV.1: Aprofundamento do conceito e forma

Com uma alternativa projetual definida a novidade é que finalmente sabe-se o conceito no qual se baseará o produto desenvolvido. Sabe-se que o produto final será um mobiliário para ser usado em espaços públicos que, por apresentar uma forma incomum e não se sustentar sem artifícios estruturais não aparentes, são chamados de impossíveis.

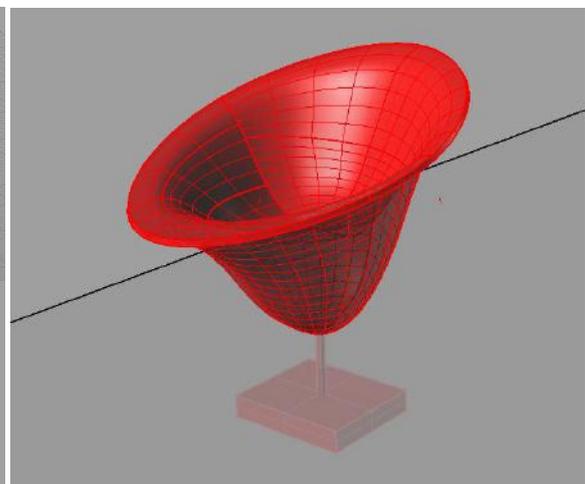
Entretanto existem diversas maneira de atender a esses requisitos. Dependendo da forma tridimensional escolhida e da maneira pela qual o mobiliário é estruturado, pode-se chegar a resultados muito diferentes. Como, desde o início, foi estabelecido que um dos focos do projeto em questão é a experiência do usuário, a maneira como o produto se estruturará será decidida tendo como objetivo a interatividade e o enriquecimento da vivência do produto como um todo.

Voltando as opções de produto geradas na fase de criação de alternativas pode-se identificar dois grupos principais de produtos. No primeiro é usada uma espécie de fundação posicionada alguns centímetros abaixo da superfície do solo. Elas são ligadas por um tubo até o ponto onde o mobiliário entra em contato com o solo. Dessa maneira, toda a função estrutural do objeto fica por conta da fundação, dando bastante liberdade na escolha da forma empregada na superfície da porção aparente do mobiliário.

Primeira grupo de opções geradas



Mobiliário modular formado por banco e vasos



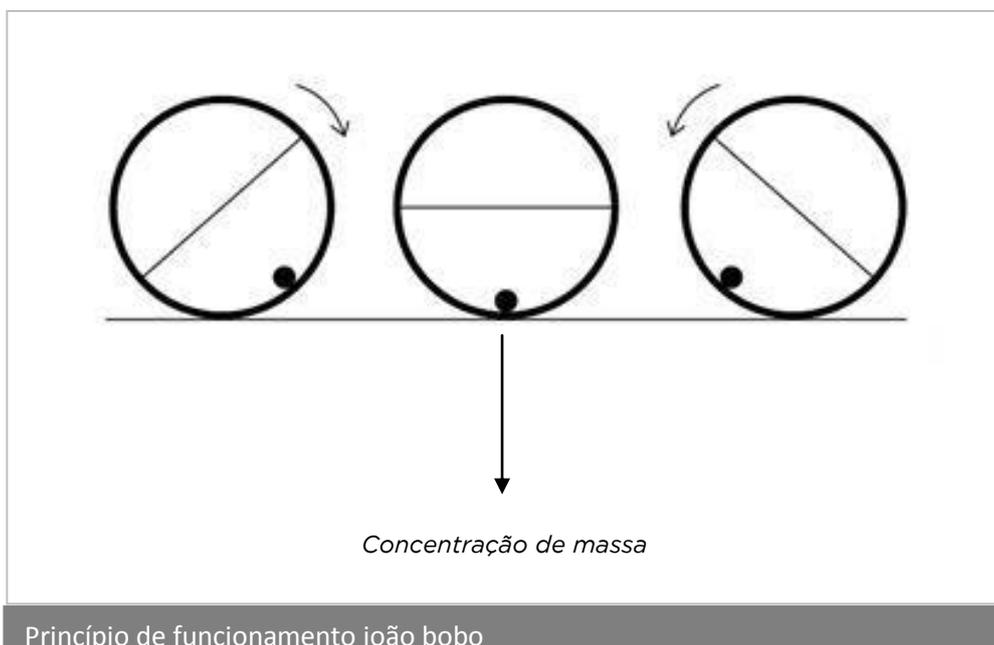
Poltrona orgânica

Essas opções trabalham fundamentalmente com a interação visual, no momento em que o se observa o artefato e não se compreende logo de cara como ele fica "em pé". A falta de entendimento do produto intriga o usuário e isso deve fazer com que ele investigue, olhe mais de perto, e reflita tentando entender o que torna a estruturação possível, desse modo inicia-se um segundo momento de interação, agora mais reflexiva (uma das tipologias de interação definidas na análise dos similares). Se o indivíduo dá continuidade ao processo de descoberta do produto o próximo passo deve ser contato físico. Ele pode balançar, sentar e se movimentar para comprovar se mesmo com uma estrutura pouco convencional aquele objeto cumpre a função ao qual parece propor. Fechando com uma interação do

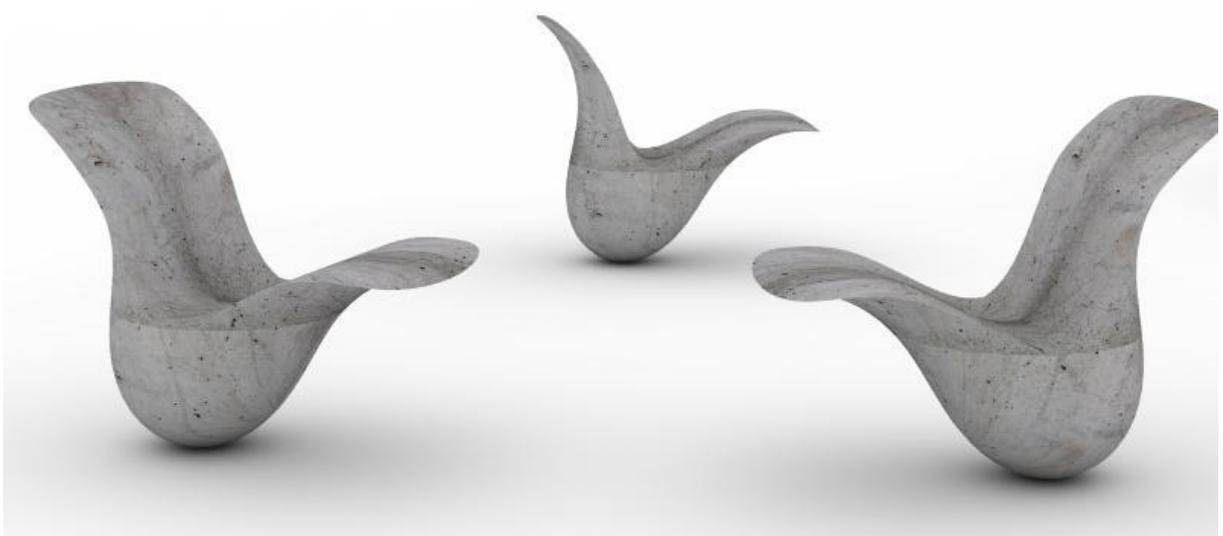
tipo física, de contato, o processo se completa quando o usuário se acomoda e passa confiar no produto, mesmo que por ventura continue sem entender o funcionamento de sua estrutura.

Segundo grupo de opções geradas

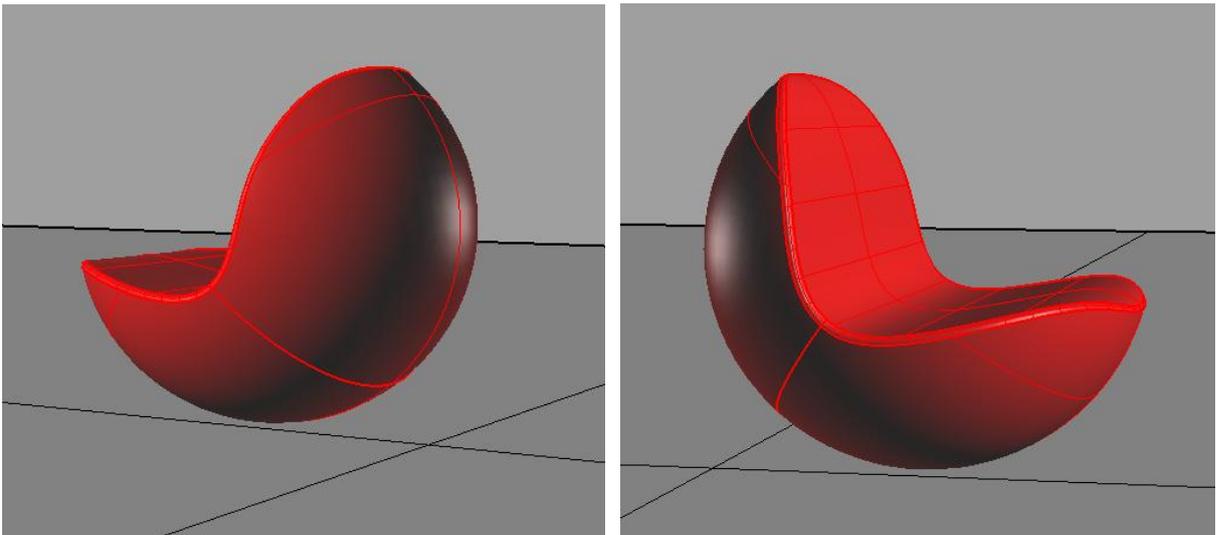
Nesse grupo de opções a estrutura se dá pela localização do centro de gravidade próximo ao ponto de contato do produto com o solo. Princípio semelhante ao do brinquedo João bobo, no qual um acúmulo de peso próximo a sua base abaulada faz com que o boneco se mantenha sempre perpendicular ao chão. Independente dos impulsos recebidos a peça se inclina, mas logo retorna ao perfeito equilíbrio.



Formas geradas



Poltrona de balanço em linhas orgânicas



Poltrona de balanço esférica

Essas opções também promovem um tipo de interação abstrato, trabalhando com design emocional e provocando curiosidade no usuário. O processo se inicia com a interação visual, passando por um momento mais reflexivo e atingindo a interação física, quando a peça é tocada. Inicialmente, as mesmas fases ocasionadas pelo grupo de opções anterior, aqueles fixos no chão). Porém, após sentar, como a estruturação se dá através da concentração de massa na parte inferior do produto, próximo ao ponto de contato do objeto com o solo, ele não é fixo no chão. Por isso, após sentar o usuário pode se movimentar sobre a poltrona experimentando o princípio do João-Bobo. O objeto responderá aos impulsos balançando para frente e para trás, mais ou menos como uma cadeira de balanço. Independente da força aplicada ao movimento a peça volta a sua posição inicial, sem nunca completar a rotação.

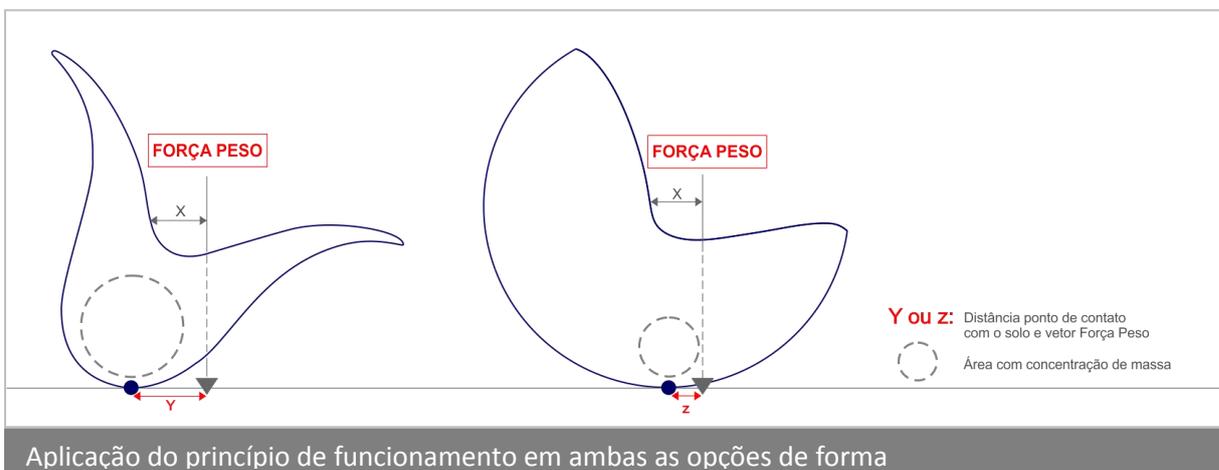
Diante dessa análise dos dois tipos de estrutura pensados para atender ao conceito de produto impossível, os dois grupos podem ser diferenciados pela sua natureza. Os primeiros, que utilizam fundações como modelo estrutural, foram classificados como estáticos e os pertencentes ao segundo grupo foram chamados de dinâmicos.

IV.1.2: Escolha da opção mais promissora

A partir da análise da experiência gerada por cada um dos dois grupos, ficou claro que o segundo grupo proporciona uma experiência de uso mais completa, já que faz com que o usuário passe pelas mesmas fases de interação identificadas no grupo um e ainda permite que esta continue depois que o usuário interage fisicamente com a peça. Portanto o processo interativo se dá no momento anterior a utilização do mobiliário e continua, de uma outra maneira, quando responde aos impulsos do usuário em contato direto com a peça. Então o segundo grupo, de produtos dinâmicos, foi escolhido para seguir adiante no projeto, partindo pra fase seguinte.

Dito isso, o próximo passo foi definir em linhas gerais a forma tridimensional da poltrona. Diante das opções de forma geradas para o grupo de interação dinâmica, no item anterior, chegou-se a duas opções. A primeira com linhas orgânicas e uma esfera na base de dimensões bem menores que as da superfície contínua assento/encosto. Cumpre bem a função conceitual do mobiliário, passando a impressão de que brotou do chão. Porém, pelo ponto de vista estrutural, a opção é de difícil execução. Por possuir uma silhueta ligeiramente inclinada para frente, a concentração de massa na área próxima ao ponto de contato da forma com o solo teria que ser muito grande para aguentar o peso do usuário sem cair pra frente. Com isso, o balanço da peça ficaria prejudicado tornando-a quase estática.

Partindo para a segunda opção observa-se que a forma tridimensional básica da poltrona é uma esfera. Esta é cortada por um perfil extrudado formando um vão que representa a superfície encosto/assento. Voltando a questão estrutural, neste caso têm-se uma base bem robusta e o vetor da força peso decorrente da massa corporal do usuário passa muito próximo ao ponto de contato da peça com o solo, diminuindo assim o contrapeso necessário para estabilizar a poltrona mediante os movimentos e impulsos gerados durante o uso. Isso deixa o produto mais leve e conseqüentemente mais dinâmico e responsivo em relação as investidas do usuário. Além disso, se a intenção é que a poltrona realize uma rotação parcial em torno de um ponto localizado próximo ao solo, para nenhuma outra forma esse movimento seria tão natural quanto para uma esfera.



IV.1.3: Detalhamento estrutural do produto

Já com uma ideia das linhas e formas que irão originar a poltrona pode-se começar a pensar no seu funcionamento de maneira mais detalhada. Desde a elaboração do conceito de mobiliário impossível de caráter dinâmico, já se tinha uma ideia de como estruturar as peças. Porém, agora é hora de aprofundar as soluções técnicas utilizadas.

Como já foi dito anteriormente o que faz com que a poltrona se mantenha "em pé" mesmo sem uma base estável é o deslocamento do centro de massa para a área próxima ao ponto de contato da peça com o chão. Esse artifício fará com que quando receber impulsos, após balançar, a poltrona sempre volte a sua posição de repouso, se tornando impossível fazer com que ela vire ou role. Porém, para isso, será necessário concentrar a maior parte do peso próximo a esse ponto de contato com o chão e a melhor maneira de fazer isso é utilizando um volume de material de maior massa específica do que o material que compõe majoritariamente a poltrona. Com isso a base da peça se torna mais pesada que o resto.

Porém, ao analisar a função da poltrona e as suas condições de uso logo percebe-se que esse volume de massa específica alta não pode ser totalmente simétrico. Isso porque para que a poltrona possa ser usada confortavelmente ela não deve balançar num raio de 360°. Esse volume não pode ser uma esfera por exemplo, pois ao sentar a pessoa não teria a estabilidade desejada e poderia escorregar pelas laterais do assento. O que se deseja é que ela execute um movimento pendular, para frente e para trás, em torno de um eixo paralelo ao chão. Dessa maneira, ao receber qualquer impulso pendente para um dos lados, a extremidade oposta do eixo fará um contrapeso sem deixar que o movimento resulte numa inclinação lateral ou diagonal.

Dessa maneira, conclui-se que a poltrona terá no mínimo esses dois elementos. A forma tridimensional que estrutura e compõe o conjunto assento/encosto e um volume de massa específica alta que agrega peso em um determinado ponto do produto fazendo com que a peça se equilibre mantendo-se dinâmica.

O passo seguinte é fazer o estudo ergonômico do produto para adaptar suas linhas e medidas a antropometria do público em questão, para então definir a forma final do produto.

IV.2 - Definição de parâmetros antropométricos

Antes de aprofundar o detalhamento funcional, será feito o estudo ergonômico necessário para adequar a forma do produto, até então conceitual, aos dados antropométricos do público-álvo. Com isso o esboço se torna uma poltrona de verdade, com boas condições e usabilidade, provendo o conforto necessário para que a experiência proposta possa ser melhor vivenciada.

Dito isso, chegou o momento de estudar os fatores ergonômicos que servirão de base para o projeto. Considerando o fato de que o projeto será direcionado para espaços públicos tem-se um público-álvo bastante abrangente, teoricamente toda população brasileira.

Portanto, o que pareceu mais sensato a se fazer foi trabalhar com pessoas medianas. Foram privilegiadas os percentis 50% do homem e da mulher brasileira. Visando, com isso, se adequar a maior parcela da população, aqueles que tem dimensões próximas da média. A referência bibliográfica utilizada foi o livro "Ergonomia Projeto e Produção" de Itiro Lida.

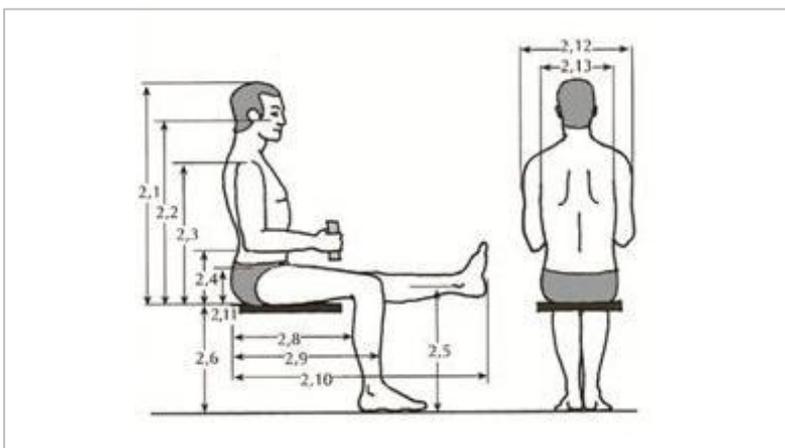
Tabela de medidas antropométricas estáticas para percentis 5%, 50% e 95%

Medidas antropométricas estática (cm)	Mulheres					Homens				
	5%	50%	95%	Média	D.P.	5%	50%	95%	Média	D.P.
1.1 Estatura	149	159	169	158,8	6,13	160	171,5	183,5	171,5	6,79
1.2 Altura dos olhos	138,5	147,5	157,5	147,6	5,98	149	159,5	172	160	6,61
1.3 Altura dos ombros	122	131	139,5	131	5,45	133	143	154,5	143,2	6,46
1.4 Altura dos cotovelos	92,5	99,5	107	99,5	4,29	100,5	109	118	109,1	5,31
1.5 Altura das mãos	56,5	61,5	67	61,8	3,31	59,5	66	73	66,1	4,31
1.9 Largura do tronco	34	38	44	38,9	3,27	36	43	49	42,8	4,70
1.10 Largura do quadril	33	39	45	39,1	4,03	29	36	42	35,5	3,63
2.6 Altura poplíteia.	36,5	40,5	45,5	40,9	2,56	44	48,5	53	48,8	2,75
2.9 Compr. poplíteia-nádegas	41,6	45,5	49	45,3	2,62	42,5	47	51	46,9	2,67
4.1 Tamanho da mão	15	16,5	17,5	16,6	1,06	16	18	20	18,2	1,17

Fonte: IIDA, Itiro. *Ergonomia Projeto e Produção*

Com uma visão geral sobre as dimensões dos brasileiros foi feito um levantamento de que medidas seriam relevantes para se projetar um assento. Independente de sua função específica, algumas partes do corpo são consideradas críticas para definir se um assento é ou não confortável. Apesar deste conceito ser subjetivo, alguns pontos de atenção são decisivos para que um banco, cadeira ou poltrona promovam a sensação de conforto ao usuário.

Principais dimensões consideradas no projeto de assentos



Fonte: IIDA, Itiro. *Ergonomia Projeto e Produção*

As principais dimensões consideradas foram o comprimento nádega-poplíteia (2,8) e a altura poplíteia (2,6). Essas duas dimensões servirão de base para definir a altura e a profundidade do assento. O que se deve evitar atentando para essas medidas é a pressão na panturrilha (com assentos muito profundos) ou na parte inferior da coxa (assentos pouco profundos). E ainda buscar uma altura que permita o apoio dos pés no chão para o percentil 5%.

Principais pontos de atenção para a posição sentada



Fonte: IIDA, Itiro. *Ergonomia Projeto e Produção*

Tabela com medidas antropométricas nas posições sentada e em pé

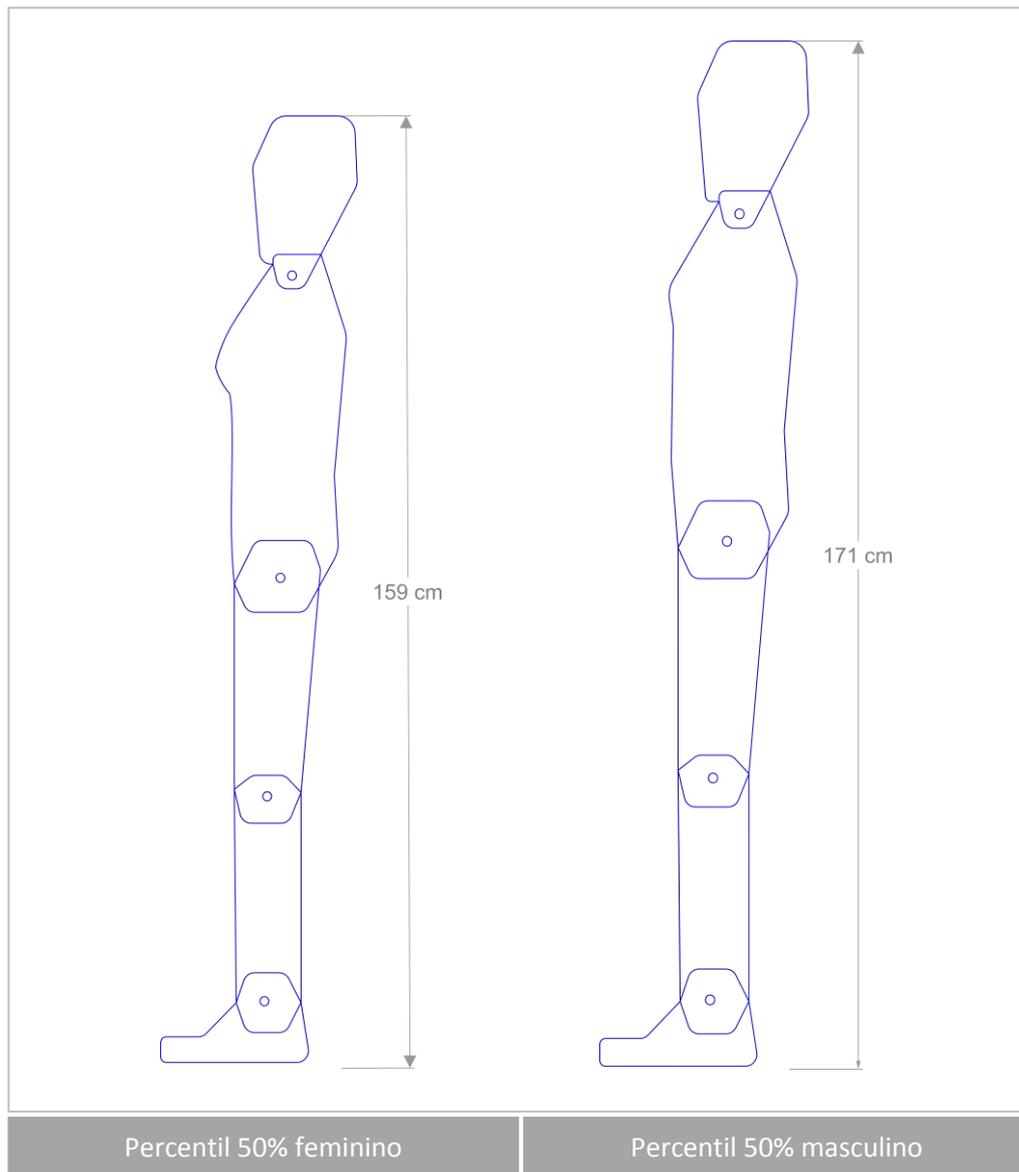
Medidas de antropometria estática (cm)		Homens			
		5%	50%	95%	
1 CORPO EM PÉ	1.0 Peso (kg)	52,3	66,0	85,9	
	1.1 Estatura, corpo ereto	159,5	170,0	181,0	
	1.2 Altura dos olhos, em pé, ereto	149,0	159,5	170,0	
	1.3 Altura dos ombros, em pé, ereto	131,5	141,0	151,0	
	1.4 Altura do cotovelo, em pé ereto	96,5	104,5	112,0	
	1.7 Compr. do braço na horizontal, até a ponta dos dedos	79,5	85,5	92,0	
	1.8 Profundidade do tórax (sentado)	20,5	23,0	27,5	
	1.9 Largura dos ombros (sentado)	40,2	44,3	49,8	
	1.10 Largura dos quadris, em pé	29,5	32,4	35,8	
	1.11 Altura entre pernas	71,0	78,0	85,0	
	2 CORPO SENTADO	2.1 Altura da cabeça, a partir do assento, corpo ereto	82,5	88,0	94,0
2.2 Altura dos olhos, a partir do assento, corpo ereto		72,0	77,5	83,0	
2.3 Altura dos ombros, a partir do assento, ereto		55,0	59,5	64,5	
2.4 Altura do cotovelo, a partir do assento		18,5	23,0	27,5	
2.5 Altura do joelho, sentado		49,0	53,0	57,5	
2.6 Altura poplíteia, sentado		39,0	42,5	46,5	
2.8 Comprimento nádega-poplíteia		43,5	48,0	53,0	
2.9 Comprimento nádega-joelho		55,0	60,0	65,0	
2.11 Largura das coxas		12,0	15,0	18,0	
2.12 Largura entre cotovelos		39,7	45,8	53,1	
2.13 Largura dos quadris (em pé)		29,5	32,4	35,8	
5 PÉS		5.1 Comprimento do pé	23,9	25,9	28,0
		5.2 Largura do pé	9,3	10,2	11,2

Fonte: IIDA, Itiro. *Ergonomia Projeto e Produção*

Outra dimensão importante para projetar qualquer assento com encosto é a largura do torax. Para que se possa recostar confortavelmente este deve ter no mínimo a mesma dimensão da distância entre cotovelos. Considerando o percentil 50% masculino essa distância é de 45,8 cm, portanto a largura do encosto deveria ser de no mínimo 45 cm. Porém o ideal é que abrigue até o percentil 95%, com largura entre cotovelos de 53,1 cm, devendo medir portanto 54 cm ou mais. A altura do assento deveria ter aproximadamente 35,1 cm (altura poplíteia do percentil 5% feminino) mais a altura aproximada de uma sola de sapato (3 cm). A profundidade do assento deveria ser de no máximo 45,5 cm, comprimento poplíteia-nádegas do percentil 50% feminino, mas para que o mobiliário se adeque perfeitamente ao percentil 5% a sua profundidade deveria ser de aproximadamente 42 cm, levando em conta que o comprimento poplíteia-nádegas dessas pessoas é de 41,6 cm.

Com as principais medidas antropométricas levantadas foram construídos dois modelos ergonômicos bidimensionais que serviriam para auxiliar no desenho das linha da poltrona. Um deles a partir das dimensões do percentil 50% feminino e outro do 50% masculino. Ambos considerando amostras composta por brasileiros.

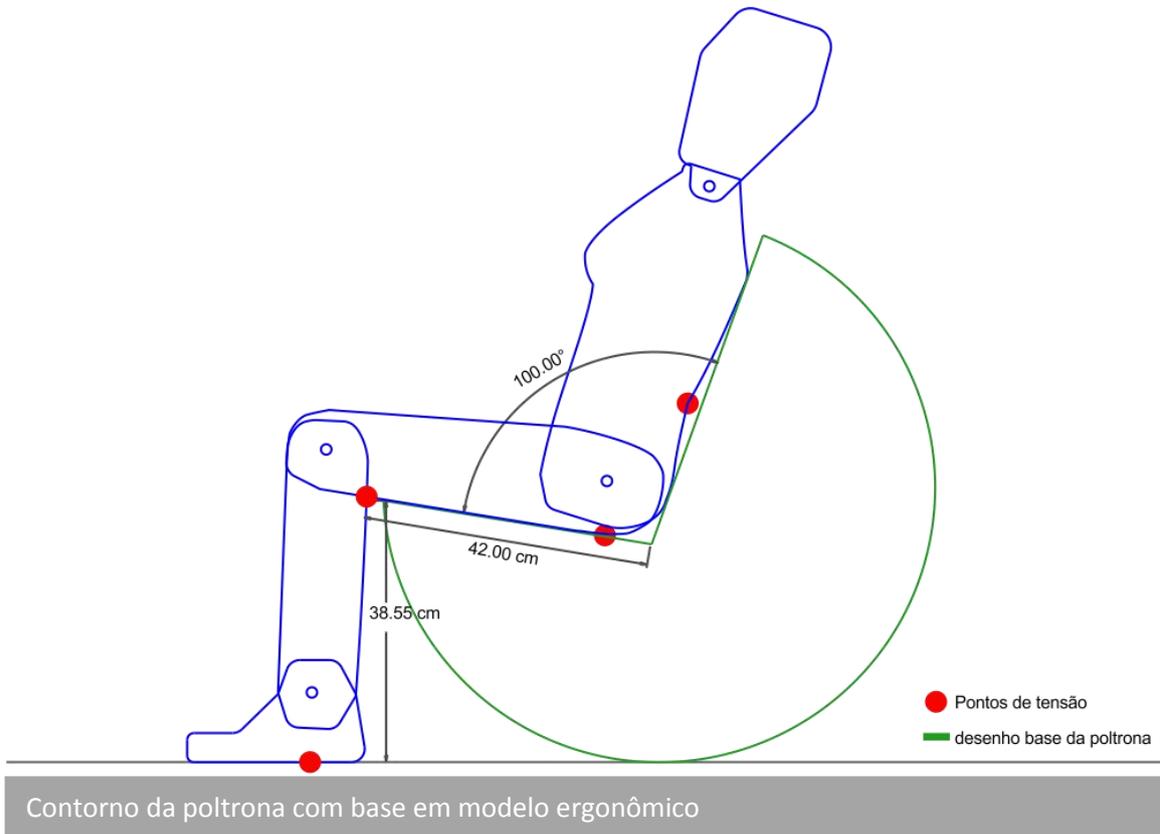
Modelos ergonômicos articulados



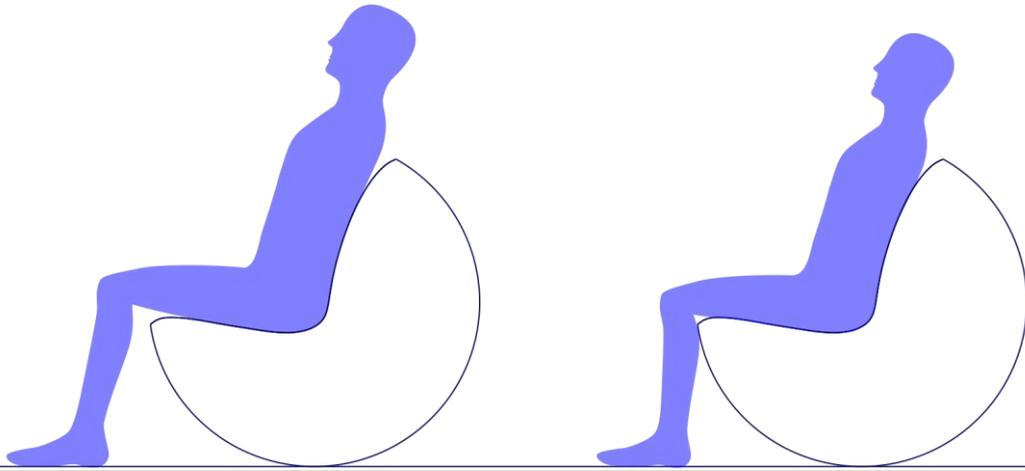
Os modelos foram construídos em pé, mas as partes do corpo foram representados por módulos bidimensionais ligados por círculos que representam as articulações. Dessa maneira estes módulos podem ser rotacionados em torno do centro desses pontos para configurando os modelos em diferentes posições e posturas.

O próximo passo foi posicionar o modelo do percentil 50% feminino sentado. Dessa maneira pôde-se ter uma primeira linha-guia do que deveria ser o contorno do assento numa vista lateral. A coxa e o tronco foram rotacionados para formar um ângulo de 100° entre suas partes posteriores, considerando que é indicada uma angulação de 95° a 105° graus. Além

disso a profundidade e a altura do assento considerou a altura poplíteia e a nádega-poplíteia do percentil 5% feminino. Ainda que tenha sido estipulado que o projeto atenderia prioritariamente os percentis 50%, é sempre válido tornar o produto adequado á uma maior parcela do público-álvo, principalmente em se tratando dos pontos de tensão mais críticos do corpo na atividade em questão.

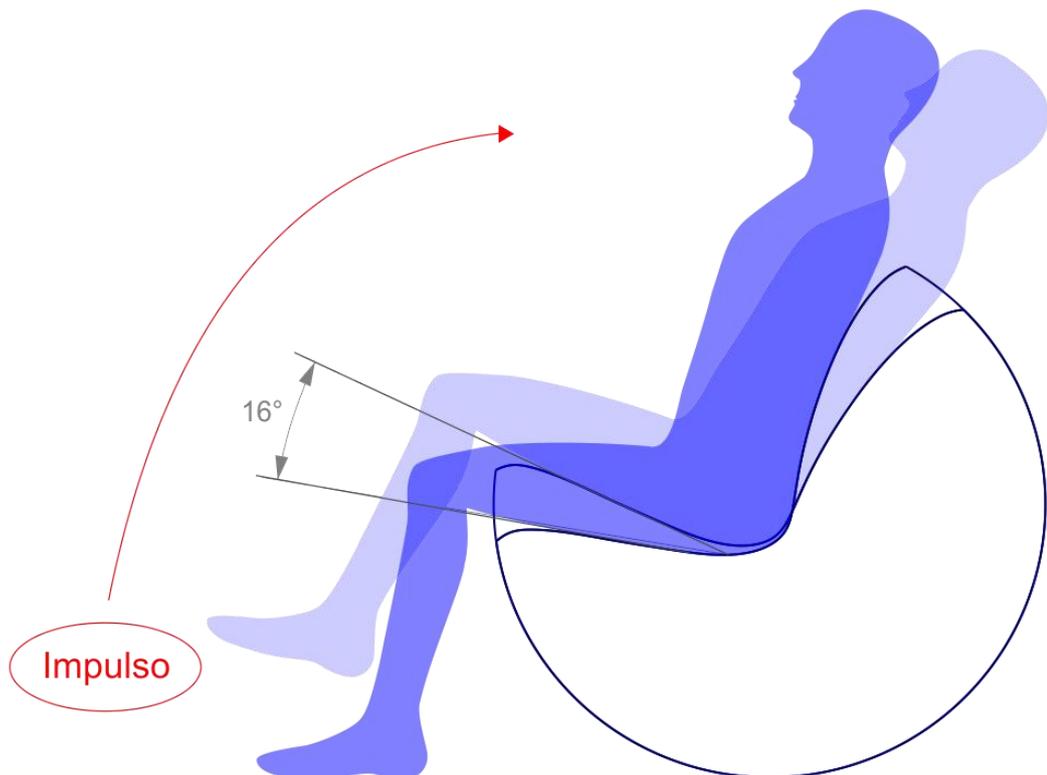


Com o modelo devidamente posicionado, as linhas-guia da poltrona foram surgindo de modo a acomodar o corpo na posição correta. Seus ângulos e medidas foram a base sobre a qual foi construída a curva do assento e a forma tridimensional da poltrona. Além da profundidade do assento e de sua altura, alguns outros pontos foram considerados para a construção da curva de perfil do encosto. Um deles foi a protuberância formada pelas nádegas seguida pelo vão da coluna vertebral, na altura da lombar. Essas duas curvas formam uma espécie de "S" espelhado e é importante que haja espaço para a acomodação das nádegas, mas também apoio para a lombar. Por isso a curva do perfil apresenta um vão de aproximadamente 20 cm. No fim desse vão é formada uma curva que se projeta na direção das lombar, ajudando a fazer com que o usuário sintá-se acomodado.



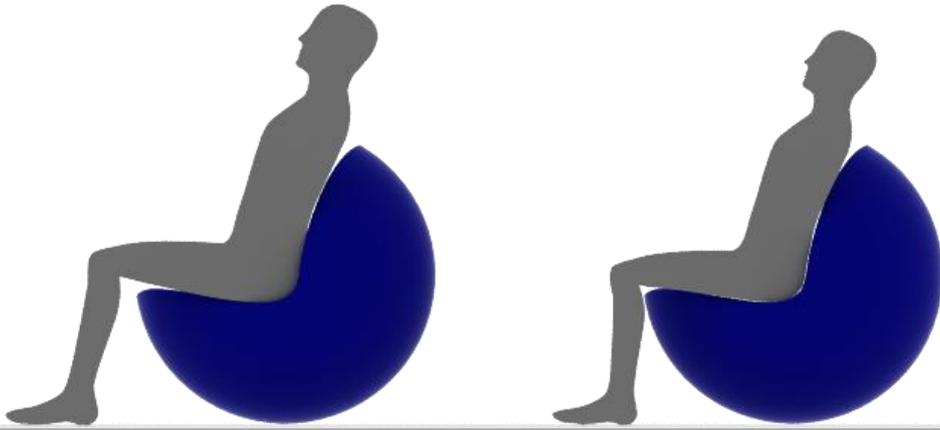
Forma da poltrona já adaptada aos modelos ergonômicos

Voltando ao conceito do produto, deve-se considerar que a interação do usuário com o mobiliário é dinâmica. Isso se traduz no fato da peça responder aos impulsos que o usuário produz contra o solo, funcionando como uma cadeira de balanço.



Amplitude prevista para o movimento da poltrona

Após empurrar o chão é previsto que a poltrona sofra uma inclinação de aproximadamente 16°, podendo variar de acordo com a força aplicada. Assim, a peça balança para trás e volta para a posição de repouso em seguida.



Vista lateral da poltrona em sua forma final

IV.3: Materiais e processos

IV.3.1: Pesquisa

Desde a fase de geração de alternativas surgiu a ideia de usar o concreto como material principal no projeto. Inicialmente o motivo que levou a isso foi a liberdade que o material permite na geração de formas orgânicas. Considerando o processo tradicional de concretagem, a mistura que compõe o concreto deve ser vazado numa fôrma e, contanto que seja possível desenformar a peça criada, esta fôrma pode ter praticamente qualquer forma tridimensional. A liberdade na escolha do desenho da poltrona é um requisito fundamental a ser considerado para a escolha do material utilizado, já que a primeira interação que o produto impossível gera é visual. Para que o conceito funcione de fato o produto depende da utilização de formas orgânicas e pouco tradicionais.

Além disso, em se tratando de um mobiliário de uso público, existia o desejo de usar uma matéria-prima tradicionalmente urbana, que pudesse ser vista ao redor em qualquer ambiente público e, dessa maneira, não fosse um objeto que causasse estranhamento, destoante no espaço onde foi implantado.

Outra questão era a resistência que o material deveria proporcionar ao produto final. Ao ficar exposto em tempo integral sofre com a ação do sol e da chuva por tempo indeterminado e a escolha certa do material seria um dos principais fatores para prolongar a sua vida útil. Deveria se considerar ainda depredações e vandalismo, que desde o início do projeto foi considerado um ponto de atenção chegando a fazer com que algumas alternativas geradas fosse descartadas. Nesse aspecto a utilização do concreto é eficiente de diferentes maneiras, pois além de não sofrer muito com golpes e impactos durante o uso, é pesado, dificultando muito a realização de furtos.

Portanto, no concreto enxergou-se tanto vantagens práticas, devido a sua resistência a intempéries e a ação humana quanto para a boa execução do conceito de produto impossível. Além disso, resgata-se um dos desejos que originaram o projeto: o desejo de valorizar o ambiente urbano e incentivar a sua ocupação agregando-lhe valor subjetivo e criando um vínculo emocional homem-espaço. Por isso, é interessante utilizar um material comum como o concreto dando uma releitura a algo banalizado. É importante que o produto tenha um bom acabamento e uma forma atraente, mas que o material do qual ele é formado seja reconhecido como algo comum aos espaços públicos. Assim, a proposta é reinventar um material de aspecto urbano que é pouco valorizado, mostrando como ele pode ser interessante se bem trabalhado. E a partir dessa impressão o projeto pode incentivar uma reflexão em escala macro, sobre a subutilização do espaço-público como um todo.

Sobre o concreto

Iniciou-se então uma pesquisa sobre as especificações do concreto, seus tipos e possibilidades. Por definição, concreto é um material compósito resultante da mistura de aglomerantes, agregados e água em dada proporção, de forma que a água hidrata o aglomerante, cimento na maioria das vezes, formando uma pasta que adere aos fragmentos de agregados, que podem ser areia, cascalho, brita entre outros, gerando um bloco monolítico. Também podem ser adicionados aditivos de diferentes tipos a mistura. Aditivos são materiais que quando adicionados ao concreto lhe conferem melhoria em propriedades específicas, de acordo com os requisitos de projeto. Os principais aditivos utilizados são:

- Plastificantes (P)
- Retardadores de pega (R)
- Aceleradores de pega (A)
- Plastificantes retardadores (PR)
- Plastificantes aceleradores (PA)
- Incorporadores de ar (IAR)
- Superplastificantes (SP)
- Superplastificantes retardadores (SPR)
- Superplastificantes aceleradores (SPA)

Os agregados representam cerca de 80% do peso do concreto e a sua presença confere resistência e torna a mistura mais econômica. O tamanho, densidade e a forma dos seus grãos influenciam significativamente nas características desejadas para uma peça de concreto.

Sobre o tamanho dos grãos, os agregados podem ser classificados como graúdos ou miúdos, sendo considerado graúdo aquele que é retido numa peneira de número 4 (malha quadrada de 4,8mm de lado) e miúdo aquele que passa por uma trama deste calibre. Em outras palavras pode-se dizer que:

- Agregados miúdos: $0,075\text{mm} < \text{diâmetro} < 4,8\text{mm}$.
- Agregados graúdos: $\text{diâmetro} > 4,8\text{mm}$.

Estes também podem ser artificiais ou naturais. Sendo naturais, aqueles que já são extraídas da natureza e aplicadas com seu tamanho original e artificiais, aquelas que são obtidas através do britamento de pedreiras, onde o seu tamanho é modificado pelo homem durante a extração.

Outro fator que classifica os agregados é a sua massa específica, de modo a classificar o agregado como leve, normal ou pesado

Em relação ao preparo do concreto, um ponto de atenção é a quantidade de água adicionada a mistura. A sua dosagem é muito importante, pois a água é responsável por ativar a reação química que transforma o cimento em uma pasta aglomerante. Se a quantidade de água estiver abaixo do desejado, a reação não ocorrerá por completo e se estiver acima a densidade do concreto será reduzida, pois após evaporar a água deixará poros vazios na peça de concreto. A relação entre o peso de água e de cimento determinados na dosagem é chamada de fator água/cimento (a/c) e influencia diretamente na trabalhabilidade, porosidade, permeabilidade, resistência à compressão e durabilidade do concreto.

Outro fator a ser considerado é o traço do concreto. Proporção em volume entre os principais materiais que compõe o concreto: cimento, areia e agregado. As proporções são separadas por dois pontos, por exemplo traço 1:2:4, que significa uma parte de cimento para duas de areia e quatro de brita. O traço, as vezes, também inclui a quantidade de água, adicionando mais um número a proporção, por exemplo 1:2:4:0,5.

Portanto, a composição do concreto simples consiste na combinação de cimento, água, areia e pedra, nas devidas proporções.

Concreto Simples >> Cimento + Água + Areia + Pedra

O concreto, depois de curado, pronto para uso apresenta boa resistência a compressão, mas baixa resistência a tração então, quando utilizado isoladamente, acaba se revelando um material frágil. Sob ação de esforços relativamente pequenos começa a apresentar fissuras, rachaduras na superfície e até fraturas completas.



Concreto com fissuras

Por isso, na maioria das vezes ele é usado em conjunto com outros materiais que lhe conferem propriedades complementares tornando-o mais resistente a tração e flexão. Dessa maneira a união do concreto com seus elementos estruturais origina um conjunto que combina os seus pontos fortes das duas partes, gerando um produto final com bom desempenho diante de praticamente qualquer tipo de esforço solicitado.

Resumindo, a mistura dos elementos que constituem o concreto podem ser classificados da seguinte maneira:

Pasta = cimento + água

Argamassa = pasta + agregado miúdo

Concreto = argamassa + agregado graúdo

Concreto armado = concreto + armadura

O elemento estrutural usado tradicionalmente para conferir propriedades físicas ao concreto é o aço. Em forma de barra ou fio ele é dobrado formando perfis perpendiculares que unidos originam a armadura de pele. Esta reproduz a forma da peça de concreto, mas com dimensões tridimensionais um pouco menores, pois fica oculta dentro da peça. O aço utilizado na confecção das armaduras pode ser classificado em categorias de acordo com o valor relativo a sua resistência ao escoamento (f_{yk}). O aço então pode se enquadrado na seguinte categorias: CA 25, CA 40, CA 50 ou CA60, em ordem crescente de resistência. A combinação do concreto com a armadura de pele é chamada de concreto armado.



Vista lateral da poltrona em sua forma final

As fibras estruturais são uma outra opção de elemento que pode ser combinado ao concreto para lhe conferir resistência a flexão, tração e evitar fissuras. O material consiste em pequenos filamentos, com aproximadamente 5 cm de comprimento, que podem ser confeccionados em aço, polipropileno, carbono, vidro, nylon, celulose, acrílico, polietileno, madeira, sisal, entre outros. Sendo as de aço, polipropileno e polietileno as mais comuns.

A utilização do concreto reforçado com fibras de aço ocorre no Brasil há vários anos. As aplicações são bem variadas, indo da utilização em concreto projetado para túneis (FIGUEIREDO, 1997), passando pelo concreto para pavimentos (MORAES; CARNIO; PINTO Jr., 1998) e chegando mais recentemente ao concreto pré-moldado como ocorre com os tubos de água pluvial e esgoto (CHAMANETO e FIGUEIREDO, 2003).

A combinação de cimento, agregados, água e fibras descontínuas dá-se o nome de concreto reforçado com fibras (CRF). As fibras são adicionadas a mistura do concreto junto com os agregados. Após o lançamento do concreto na fôrma as fibras se distribuem ocupando o volume de maneira homogênea formando uma espécie de armadura tridimensional. Em termos específicos, as fibras atravessam microfissuras que podem surgir no concreto, seja devido a ação de cargas externas ou de mudanças de temperatura e umidade no meio ambiente, evitando que as aberturas aumentem e se tornem visíveis. Se bem escolhidas, bem aderidas ao concreto e em quantidade suficiente, as fibras estruturais desempenham a mesma função que as armaduras de aço tradicionais.



Fibras estruturais para concreto

Como essas fibras ainda são relativamente novas (surgiram na década de 60) e pouco utilizadas no Brasil o seu custo como matéria-prima ainda é maior que o do aço. Mas por outro lado a sua aplicação é muito simples, reduzindo significativamente o investimento em mão de obra especializada, indispensável para o desenvolvimento das armaduras de

pele tradicionais, e o cronograma de obra. Então a escolha do elemento estrutural utilizado deve ser feita considerando as condições do projeto em questão.

Sobre a fôrma

As fôrmas para artefatos de concretos mais comuns, utilizadas na produção de vigas, pilstras, na construção civil de forma geral, são feitas de madeira. Porém existem muitas opções de materiais que podem ser utilizados na produção de fôrmas para concreto. Algumas delas são o aço, o alumínio, diferentes tipos de materiais plásticos e até o papelão. A escolha da matéria-prima ideal deve ser feita de acordo com as condições do processo de produção, orçamento disponível, número de utilizações da fôrma, acabamento desejado, forma da peça final entre muitos outros.

Além de sua função óbvia de sustentar o concreto ainda fresco até que ele adquira a resistência necessário para a auto sustentação, as fôrmas também são responsáveis por:

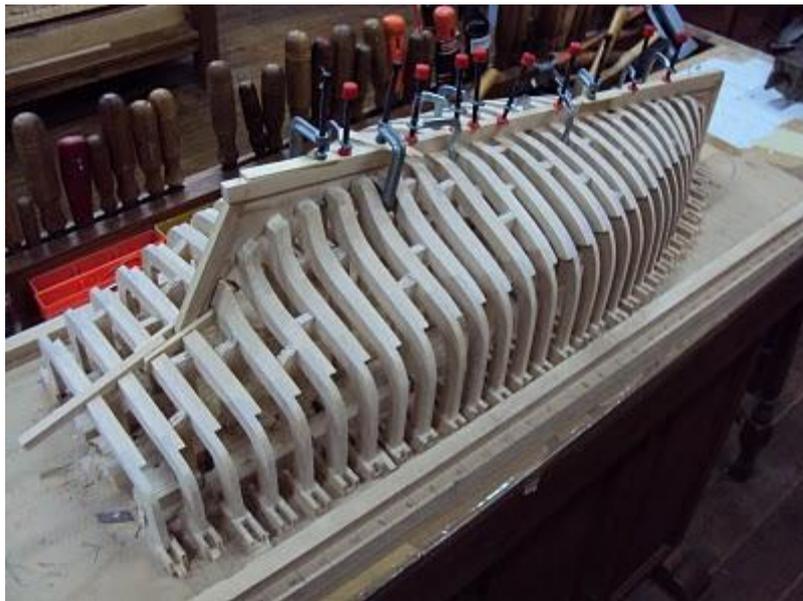
- Garantir dimensão e forma de maneira precisa
- Permitir a obtenção de superfícies especificadas (à ser revestido, texturizado, liso, etc)
- Proteger o concreto fresco contra impactos, vibrações e variações de temperaturas, etc
- Evitar a perda de volume com uma superfície vedada
- Diminuir a perda de água do concreto ainda fresco

Por isso a escolha da fôrma é de extrema importância para garantir um bom resultado final na geração de peças de concreto.

Sobre as fôrmas de madeira, mais comuns, suas vantagens são a facilidade de obtenção e preparo da matéria-prima, o baixo custo e facilidade no momento da montagem, feita muitas vezes no próprio canteiro de obras, sem necessidade de contratação de mão de obra extra. Muito utilizada para estruturas como vigas, sapatas, colunas e outras peças formadas por faces perpendiculares, sem curvas e pouco orgânicas. Suas desvantagens são a baixa durabilidade, variabilidade alta mediante alterações de umidade, pouca resistência nas ligações e emendas. Normalmente são confeccionadas a partir da união de um conjunto de quatro tábuas ou chapas que formam um prisma oco e no vão o concreto deve ser vertido. Mas para gerar peças mais orgânicas o processo de montagem da fôrma normalmente é feito a partir da subtração de curvas da forma em várias chapas de madeira, depois todos os planos seriados são colados e obtém-se a estrutura da fôrma, que ainda deve ser emassada para que a sua superfície interna se torne contínua.



Fôrma simples feita em madeira



Fôrma de madeira a partir de planos seriados

Quanto às fôrmas de metal a grande vantagem é a durabilidade que garante alto índice de reaproveitamento e o acabamento superficial do material que, logicamente, é refletido na peça de concreto. Além disso, sua vulnerabilidade em relação a variações de temperatura e umidade é baixa. Sua principal questão é o custo de produção, que só é amortizado por uma produção grande de peças. Ainda entre as fôrmas de metal, aquelas produzidas em aço são mais resistentes e exigem poucos esforços de manutenção. Já as de alumínio são muito leves, mas ao mesmo tempo exigem muita manutenção. Normalmente são utilizadas em projetos grandes, com mais infraestrutura e planejamento.



Fôrma feita de metal

As fôrmas de plástico são muito leves, resistentes, impermeáveis e dependendo do polímero utilizado também é reciclável, além de ter um índice de reutilização alto. Um ponto de atenção, entretanto, é a sua grande deformabilidade. Se custo ainda é um pouco elevado quando comparada a de madeira. Devido aos processos de transformação que geram os produtos plásticos, a forma final não onera significativamente a sua produção. Por isso é mais usada em projetos de formas mais orgânicas, curvas que justifiquem o seu custo de produção.



Fôrma de plástico para concreto

O concreto e o design de produto

Durante o processo de escolha do concreto como material predominante do projeto iniciou-se uma pesquisa por produtos do mesmo material buscando entender o contexto da aplicação do concreto no design de produto. O resultado foi bem diversificado e foram encontrados desde anéis e pequenos utensílios domésticos a bancos e mesas tanto para ambiente doméstico como para ambientes públicos.



Banco modular de linhas geométricas



Luminária de concreto e silicone transparente



Banco vazado com iluminação interna



Conjunto de luminárias com acabamento polido



Anéis feitos de concreto

A pesquisa serviu para confirmar que o concreto tem sido aplicado a cada vez mais tipologias de produto. Sua versatilidade em relação a forma e acabamento e sua resistência são dois fatores que o tornam interessantes para os designers. Além disso ele agrega ao produto ou espaço um estilo contemporâneo, urbano e sofisticado.

IV.3.2: Especificação

Após pesquisar sobre o concreto, sobre os processos envolvidos em sua aplicação e sobre as suas possibilidades de uso chegou a hora de definir as técnicas escolhidas e especificar o material num passo a passo para a produção da poltrona. A partir da própria pesquisa já se pôde perceber que alguns pontos serão decisivos na escolha dos caminhos a seguir na especificação produtiva do projeto. Alguns dele são a forma orgânica, necessidade de obter uma superfície lisa e bem acabada, o fato de ser destinado a áreas externas, exposição a atos de vandalismo, entre outros.

Fôrma

Considerando que o processo de concretagem incluirá o lançamento do concreto dentro de uma fôrma, esta, assim como o próprio produto em questão, deve ter o seu processo de produção especificado. A partir da pesquisa realizada anteriormente pôde-se perceber que a grande maioria das formas é confeccionada em madeira. Isso porque, a maioria dos artefatos em concreto, normalmente desenvolvidos na área do construção civil, são formados por faces planas e perpendiculares. As formas simples facilitam a construção de fôrmas montadas com chapas, sarrafos, tábuas fixadas umas nas outras formando prismas retangulares onde o concreto é vazado.

O projeto de fôrmas de madeira para peças curvas é um pouco diferente. Normalmente é utilizado a técnica de planos seriados para gerar uma superfície que reproduza a da peça

desejada. No caso da poltrona, então, sua forma tridimensional seria fatiada em seções verticais ou horizontais, atravessando o seu volume por completo. A distância entre as seções deveria representar a espessura de uma chapa de madeira padrão, onde as curvas seriam projetadas e cortadas. Depois de cortadas as partes restantes das chapas seriam fixadas umas as outras na ordem correta, reproduzindo grosseiramente a forma da poltrona subtraída de um prisma retangular. Em seguida a superfície interna da fôrma teria que ser emassada e lixada eliminando os dentes das chapas de madeira. Entretanto essa área seria de difícil acesso e a superfície obtida ao final provavelmente sofreria com isso, comprometendo o bom acabamento desejado para a peça de concreto.

Diante desses inconvenientes no uso da fôrma de madeira, a solução que pareceu mais adequada foi utilizar uma fôrma de fibra de vidro, com maior índice de reaproveitamento, mais leve, superfície de concreto de boa qualidade, entre outras vantagens.

A fibra de vidro

Segundo o Instituto de Tecnologia do Paraná, a fibra de vidro é um compósito de polímero termofixo reforçado com fibras. É um material de moldagem estrutural, formada por uma fase contínua polimérica (resina) e uma fase descontínua (fibra de reforço) que se agregam físico-quimicamente após um processo de *crosslinking* polimérico (cura). (Dossiê técnico, 2007). Portanto, o polímero reforçado com fibra de vidro tem alta resistência a tração, flexão e a impactos mecânicos, por isso é considerado um material estrutural. Além disso é leve e permite uma grande flexibilidade na execução de projetos de formas complexas e orgânicas, podendo gerar superfícies contínuas (sem emendas) e com bom acabamento. Por isso é tido com uma material de grande valor estético e também funcional.

A fôrma será desenvolvida através do método de laminação manual considerando que serão produzidas poucas peças, visto que o produto não tem objetivos comerciais. O método manual também foi escolhido visando facilitar o processo produtivo e tornar a sua execução mais acessível para governos com menos acesso a infraestrutura e tecnologia.

Os plásticos utilizados como matriz para gerar compósitos de fibra de vidro, na maioria das vezes, são as resinas poliéster insaturadas. Esse tipo de resina é sintetizada e em seguida é posta em contato com um solvente reativo intitulado estireno. Por isso ela é comercializada em estado líquido e cura à temperatura ambiente em moldes simples e abertos. Esse diferencial facilita a produção de peças grandes e complexas com pouca infraestrutura e em pequena escala. O estireno é um líquido translúcido incolor que tem duas finalidades. A primeira, como dito antes, é reduzir a viscosidade da resina mantendo-a líquida à temperatura ambiente. A segunda é, na presença do acelerador e do catalisador, fazer as ligações entre as moléculas de poliéster formando com elas uma estrutura reticulada tridimensional que representa o processo de cura e transporta a resina do estado líquido para o sólido.

A cura, em outras palavras, transforma a resina poliéster insaturada em plástico termofixo. E o que ativará essa reação é a adição dos tais catalisadores e aceleradores citados antes à mistura. O catalisador mais usado para cura em temperatura ambiente é o MEKR ou MEKP (peróxido de metil-etil-cetona) e o acelerador que atuará em conjunto com ele é o

cobalto líquido. O catalisador deve representar de 1% a 3% do peso da resina e o acelerador de 0,1% a 0,5%.

A fibra de vidro é um composto, como dito antes, formado por fios de vidro super finos adicionados de resinas, silicones e outros compostos solúveis em solventes orgânicos. Segundo Luiz Ricardo dos Santos em infoescola.com "A fibra de vidro é obtida industrialmente através do vidro ainda em estado líquido, ou seja, momento em que a sílica (areia), está derretida sob uma temperatura de 1600 °C. Esse líquido é submetido ao resfriamento sob alta velocidade, onde o controle cinético e térmico favorece a obtenção de fios em tamanhos e diâmetro desejados através da passagem do líquido por finíssimos e reguláveis orifícios de platina, que chegam a produzir cerca de 3000 m de fibra por minuto." (www.infoescola.com.br)

A fibra de vidro pode ser encontrada na forma de mantas, tecidos, placas e fios de diferentes tamanhos e gramagens. No processo de laminação manual normalmente se utiliza as mantas ou tecidos de fibra de vidro. As mantas podem ter gramagens de 225 g/m², 450 g/m² ou 600 g/m². A de 225 g/m² deve ser usada sobre o *gelcoat* pois facilita o escape de ar na primeira camada do laminado, uma das mais críticas. Nas outras camadas podem ser utilizadas tanto as de 450 g/m² quanto as de 600 g/m², de modo que se a peça for muito grande e exigir mais resistência, deve ser usada a segunda opção, mais espessa.

No caso da laminação à pistola, a fibra deve ser usada no formato de fios contínuos, chamadas de *rooving*. Esses fios vem em rolos e devem ser cortados e em seguida impregnados de resina poliéster.

Para a fôrma da poltrona, como o processo escolhido foi o de laminação manual, a fibra será empregada em forma de manta, nas espessura de 225 g/m², para aplicação sobre o *gel coat*, e 600 g/m² para as outras camadas, já que a forma deve ser bem resistente para receber um grande volume de concreto que tem massa específica alta.

A produção da fôrma de fibra de vidro, portanto, pode ser dividida em três etapas: criação do modelo, preparação do modelo e laminação da fôrma.

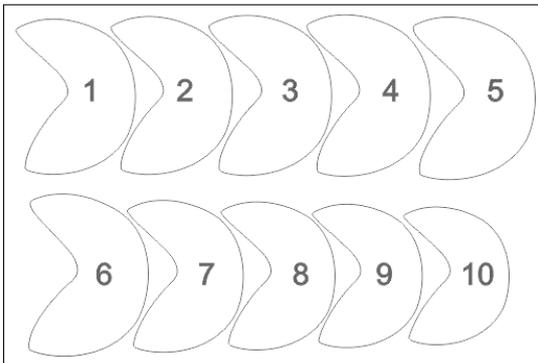
Criação do modelo

Voltando a construção da fôrma, a primeira coisa que deve ser pensada é a construção do modelo, fundamental no processo de criação de produtos em fibra de vidro. Como a aplicação da fibra se dá através da laminação desta sobre uma base, a primeira coisa que tem que se ter em mãos é essa base. No caso da produção de uma forma, essa base ou modelo deve reproduzir exatamente a forma do artefato final, que será desenformado no fim do processo, considerando inclusive o acabamento da superfície, pois esse será refletido para a parede da fôrma e conseqüentemente para a superfície do produto final.

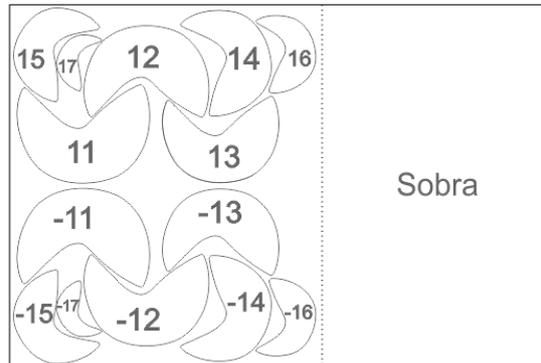
Para a geração do modelo será utilizado o método de planos seriados, como comentado anteriormente sobre as fôrmas de madeira. Porém, como os planos darão origem ao modelo e não a fôrma diretamente, a facilidade de acabamento é muito maior, já que se tem acesso fácil a toda a sua superfície. Dito isso, o primeiro passo é criar planos verticais que interceptem a poltrona. Esses planos devem conter a curva resultante da sua interseção com a forma tridimensional do mobiliário e devem partir do meio da peça se repetindo lateralmente, tanto para um lado quanto para o outro. Isso por que a fôrma de fibra de vidro onde será vazado o concreto deve ser bipartida, possibilitando que a poltrona seja desenformada sem a destruição do molde. Como as duas conchas da fôrma serão originadas a partir da laminação sobre o modelo em madeira, se esse já estiver dividido a fôrma já gerada já será bipartida. Então, voltando ao projeto do modelo, cada uma dessas curvas verticais contidas nos planos traçados devem ser cortadas em chapas

de madeira. E por isso os planos devem estar a 25mm de distância um do outro, dimensão que representa exatamente a espessura da chapa de mdf que será na montagem do plano de corte. O dimensionamento geral dessa chapa é 2750 x 1860 x 25 mm, um tamanho padrão comercializado por fornecedores certificados com o selo SFC (*Forest Stewardship Council* ou Conselho Brasileiro de Manejo Florestal), que garante a compra de um produto proveniente de madeira de reflorestamento. Sobre ela, como dito anteriormente, será traçado um plano de corte com as curvas que devem ser cortados buscando o melhor aproveitamento possível da chapa.

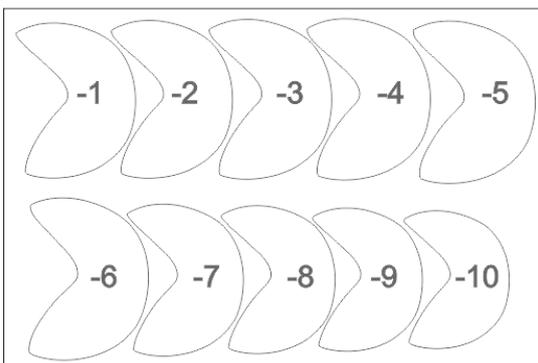
Chapa 1



Chapa 2



Chapa 2



Da maneira como as seções foram organizadas serão consumidas 3 chapas para a produção do modelo. As curvas foram numeradas a partir de um plano vertical traçado no centro da vista frontal da poltrona. As peças com numeração positiva são as da porção direita do modelo e as negativas da porção esquerda.

Após o corte e disponibilização de todas as seções elas devem ser coladas umas às outras na ordem correta e ao final desse processo surge a base do modelo. Ainda sem uma superfície contínua devido aos ângulos retos formados pelas faces da chapa, sua superfície deve ser revestida com massa corrida. Ela preencherá os vãos presentes entre as seções dando origem a uma superfície contínua. Após secar a camada de massa deve ser lixada para que se obtenha uma parede totalmente lisa e com uma textura lisa e homogênea. O acabamento da superfície deste modelo é de extrema importância pois será refletido com precisão na fôrma de fibra de vidro gerada logo adiante. E como a superfície interna da fôrma não sofrerá acabamento a textura do modelo determinará a qualidade e aparência

da superfície de concreto no produto final. Portanto, além do acabamento sobre a camada de massa corrida, para obter uma textura ainda mais lisa e contínua, o modelo será revestido com uma camada de *gel coat* em toda a sua superfície. Este material tem três funções principais:

- 1 - dar às peças acabamento liso, brilhante e colorido, podendo substituir processos de pintura tradicionais
- 2 - proteger a superfície da peça contra a ação de intempéries e do meio ambiente
- 3 - servir como base preparando a superfície para sofrer pinturas específicas

O material principal de sua composição é a resina poliéster, mas essa é adicionada de vários outros materiais que agregam propriedades ao *gel coat*. São geralmente adicionados alguma carga mineral, absorvedor de raios UV, pigmentos, auto-nivelante, entre outros. Lembrando que o *gel coat*, por ter como seu material base a resina de poliéster, também deve ser preparado com adições de cobalto (acelerador) e MEKR (catalizador), entrando em processo de cura. A sua aplicação pode ser feita com pincéis e rolos, mas o mais indicado é utilizar uma pistola de pintura. No caso do modelo em madeira as duas partes devem ser apoiadas sobre suas faces planas e toda a superfície que estiver exposta deve ser coberta de *gel coat*. Devem ser feitas passadas de pistola sucessiva gerando várias camadas finas e uniformes sobrepostas, facilitando o escape de possíveis bolhas de ar. Porém, ao final desse processo, a camada de *gel coat* e fibra de vidro deve ser espessa, com aproximadamente 0,3 a 0,5mm. Como o *gel coat* está sendo aplicado apenas como acabamento para o modelo, ele deveria aderir a massa corrida e por isso não foi aplicado o desmoldante sobre ela, como ocorre normalmente no processo de laminação.

Após a secagem completa da camada de *gel coat*, o modelo estará pronto para, agora sim, receber o desmoldante, que prepara o modelo ou molde para receber a laminação. Este, como o nome já diz, tem a função de impedir que a peça (no caso o modelo de madeira) cole na fôrma de fibra. O desmoldante utilizado será do tipo PVAL (ou álcool polivinílico) que funciona criando um filme sobre a superfície do modelo que não deixa a fôrma aderir na parede do modelo. As vantagens do PVAL em comparação com outros tipos de desmoldante são a sua eficiência em quase qualquer tipo de superfície e o fato de ser facilmente removível da superfície da peça. A cera pode ser espalhada manualmente na peça com o auxílio de um pedaço de pano limpo e deve ser aplicada em várias demãos, sempre polindo antes de passar para a aplicação da demão seguinte. Após encerado, o modelo pode sofrer até cinco laminações antes de ter que receber desmoldante novamente.

E com esse processo o modelo está finalizado e pronto para receber a laminação em fibra de vidro que originará a fôrma.

Laminação da fôrma

Com o modelo já preparado com o desmoldante e com suas duas metades posicionadas sobre uma base o primeiro passo é preparar o *gel coat*. O processo é o mesmo descrito na aplicação do *gel coat* sobre o modelo, com a adição de cobalto e MEKR iniciando o processo de cura. Como o cobalto é difícil de ser misturado na resina, deve ser adicionado antes do MEKR e misturado com um batedor tipo hélice, garantindo que a cura não se inicie prematuramente. Com o *gel coat* já acelerado pela presença do cobalto, deve ser separada apenas a quantidade utilizada e então o MEKR pode ser adicionado, iniciando a catalização. A mistura deve ser novamente misturada.

Em seguida o *gel coat* pode ser aplicado sobre a superfície do modelo bipartido, seguindo os mesmos passos realizados no revestimento do modelo, explicado anteriormente. Após a aplicação de camadas de *gel coat* sobrepostas deve-se medir a espessura da camada final obtida antes da gelatinização, ou seja, com o *gel coat* ainda líquido. Essa medição deve acusar entre 0,3mm e 0,5mm. Uma superfície muito fina pode trincar e empenar facilmente.

Sobre o *gel coat*, curado num nível que lhe permita resistir ao contato com o estireno da resina de laminação sem sofrer deformações, deve ser aplicado o laminado estrutural. O nível de cura ideal pode ser identificado através do teste do toque, no qual o laminador encosta o dedo sobre a superfície de *gel coat* e o ponto certo é quando o dedo não sai marcado.

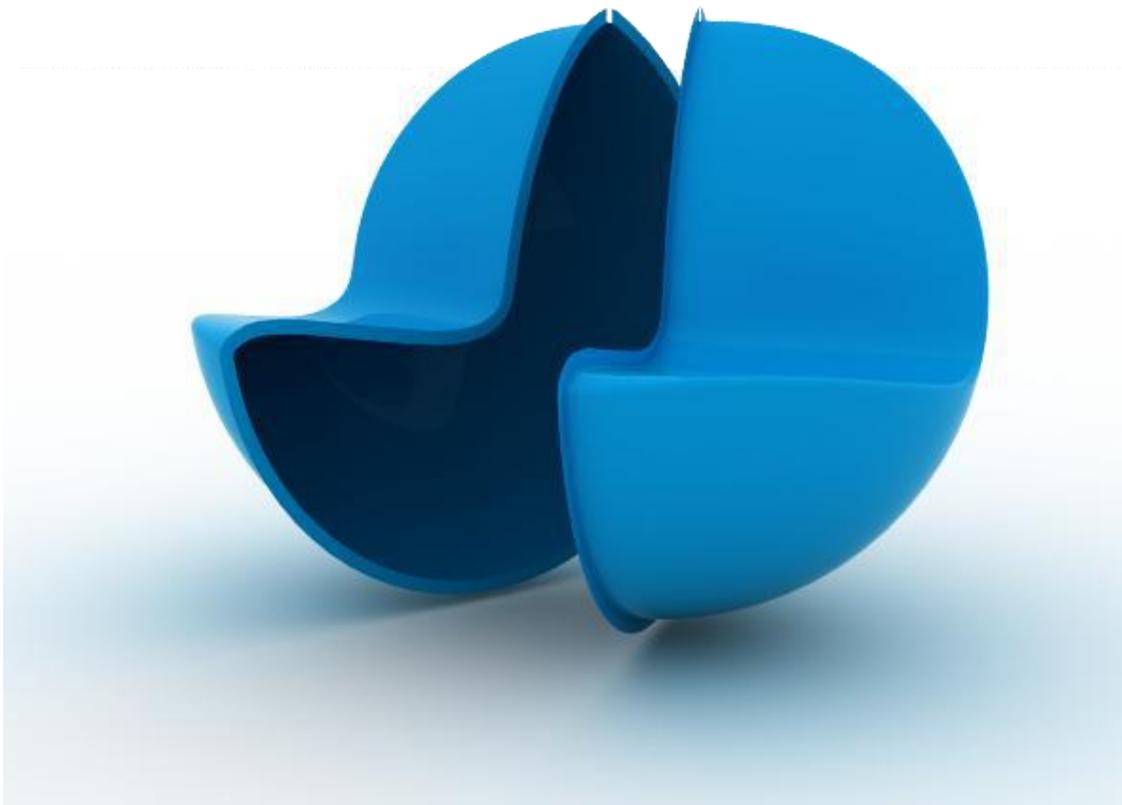
Atingido o grau de cura ideal inicia-se a aplicação do laminado estrutural. A resina de laminação deve sofrer o mesmo processo de ativação que o *gel coat*, sendo acelerada pelo cobalto, misturada e depois catalizada pelo MEKR. A primeira camada da laminação estrutural é iniciada banhando a superfície do molde (já aplicada de *gel coat*) com uma camada de resina em processo de cura. Essa aplicação deve ser feita com o uso de pincéis e rolos e em seguida, ainda em estado líquido, a resina deve receber a manta de fibra de vidro de 225 g/m² devidamente cortada. A manta deve ser posicionada e compactada com a ajuda de roletes e pincéis embebidos em resina catalisada e acelerada. Esse processo eliminará as bolhas de ar contidas na superfície. em seguida devem ser cortados outros pedaços de manta, agora com 600 g/m², que devem passar pelo mesmo processo, sendo compactados sobre a superfície alternado camadas de resina e de fibra. É importante que as mantas sejam bem compactadas perto das arestas das duas conchas do modelo. Isso para que ao unir as duas partes não hajam vãos e a emenda seja o mais discreta possível na peça de concreto.

Depois de laminada a peça permanece no molde até completar a cura, pois esse processo é exotérmico e se a desmoldagem for feita antes do tempo a fôrma pode empenar e ter o seu acabamento prejudicado. Já a eliminação das rebarbas pode ser feita quando a resina gelificar, atingindo um estado intermediário entre o líquido e o sólido. Entretanto, como a peça em fibra de vidro é uma fôrma, é interessante manter uma rebarba de

aproximadamente 2 cm ao redor das arestas de cada uma das conchas. Essa área de fibra irá ajudar na hora de unir as duas partes com grampos e preparar o molde para receber o concreto. Após o fim do processo de cura a fôrma pode então sofrer a desmoldagem com a ajuda de uma cunha de madeira inserida entre a peça e o modelo.

Com as duas partes da fôrma posicionadas exatamente como devem estar no momento da concretagem é feito um furo no ponto mais alto da intersecção entre as duas partes do molde. O furo deve ter 1 cm de diâmetro e deve ser feito com uma ferramenta de corte diamantada para evitar danos a superfície. Através desse orifício será introduzido um canal, tubo flexível, por onde será lançado o concreto. Esse tubo deve ser longo o bastante para que uma de suas extremidades receba a mistura do lado de fora da fôrma, e a outra ponta chegue próxima a sua base. Essa parte do processo será melhor especificada a seguir, mas o motivo de usar esse tubo é evitar a formação de bolhas na peça de concreto.

Como a fôrma terá formato esférico foi necessário pensar também numa base de apoio para garantir que ela fique posicionada corretamente, com a angulação prevista em relação ao solo.



As duas conchas da fôrma de fibra de vidro

O concreto

Cimento

O concreto pode ser especificado de diferentes maneiras. A mais usual e que será utilizada no projeto em questão é o traço. Proporção em volume entre os componentes principais que integram o concreto: cimento, areia e agregado. O traço ou dosagem do concreto deve ser definido levando em consideração a aparência, resistência e custo do artefato final. Então o traço determinado será de 1:2:4, que significa uma parte de cimento para duas de areia e quatro de agregado. Com isso obtém-se nível de resistência e durabilidade indicados pela ABNT [NBR 12655] Concreto - Preparo, controle e recebimento (1996), considerando a classe de agressividade ambiental relativa a função do produto. Como ele foi pensado para ser implantado em espaços públicos, em qualquer região do país, a sua classe de agressividade foi determinada como nível III, agressividade forte e ambiente marinho, levando em conta o cenário mais crítico quando a poltrona for colocada em locais muito próximos ao mar. Com um traço com alta concentração de agregados o objetivo é aumentar a vida útil e a resistência às intempéries. Outra especificação que levou em conta o nível de agressividade ambiental foi a relação água/cimento (a/c). Considerando novamente o cenário mais crítico, com altos níveis de umidade e maresia é indicada uma relação a/c baixa, de 0,5 ou 0,55 no máximo, o que significa 0,5L de água para 1kg de cimento. Essa relação assegura bons níveis de trabalhabilidade, porosidade, permeabilidade, resistência à compressão e durabilidade do concreto de maneira geral. Em alguns casos trabalha-se com um traço que inclui a relação a/c, adicionando mais um número a proporção. A especificação nesses moldes seria igual a 1:2:4:0,5 ou 1 parte de cimento para 2 de areia, 4 de brita e 0,5 de água.

Com a relação geral entre os elementos principais do concreto estabelecida é hora de especificar cada um desses materiais separadamente, começando pelo cimento. Sua composição contém obrigatoriamente gesso e uma mistura de cinzas vulcânicas chamada de clínquer. Mas além disso pode conter calcário, argila, uma mistura de óxidos metálicos (escória) e ainda uma mistura de cinzas derivadas de diferentes processos industriais (pozolana). A proporção desses elementos pode conferir diferentes propriedades para o cimento e conseqüentemente para o concreto. Para classificar os tipos de cimento é usada a nomenclatura "CP" que quer dizer *Cimento Portland*, devido as suas propriedades que almejavam atingir a resistência e solidez das rochas da ilha britânica de *Portland*. Os diferentes "CPs" indicam a variação de concentração dos elementos presentes no cimento.

Tabela referente aos tipos de cimento portland e suas composições

Cimento	Tipo	Clinker e Gesso	Escória	Pozolana	Calcário
CP I	Comum	100%	-	-	-
CP II	Comum	95 a 99%	1 a 5%	1 a 5%	1 a 5%
CP II – E	Composto	56 a 94%	6 a 34%	-	0 a 10%
CP II – Z	Composto	76 a 94%	-	6 a 14%	0 a 10%
CP II – F	Composto	90 a 94%	-	-	6 a 10%
CP III	“Alto-Forno”	25 a 65%	35 a 70%	-	0 a 5%
CP IV	“Pozolânico”	45 a 85%	-	15 a 50%	0 a 5%
CP V ARI	Alta Resistência	95 a 100%	-	-	0 a 5%

Fonte: Associação Brasileira de Cimentos Portland

Considerando novamente a zona de agressividade nível III, antes estabelecida para o projeto, e a exposição as intempéries e a maresia, o grupo de cimento que pareceu mais indicado para o projeto foram os compostos, assim descritos pela Associação Brasileira de Cimentos Portland “O Cimento Portland Composto é modificado. Gera calor numa velocidade menor do que o gerado pelo Cimento Portland Comum. Seu uso, portanto, é mais indicado em lançamentos maciços de concreto, onde o grande volume da concretagem e a superfície relativamente pequena reduzem a capacidade de resfriamento da massa. Este cimento também apresenta melhor resistência ao ataque dos sulfatos contidos no solo” (Guia Básico de utilização de cimento portland, 2002). Portanto o fato da poltrona ser formada por um grande volume de concreto maciço foi determinante para essa escolha, de modo que o cimento possibilitará um resfriamento mais rápido do miolo de concreto, garantindo que ele seque por inteiro, evitando problemas futuros de resistência.

Entre os cimentos compostos, o tipo específico escolhido foi o CP II-Z, com adição de material pozolânico. Ainda segundo a Associação Brasileira de Cimentos Portland “A adição de materias pozolânicos modifica a microestrutura do concreto, diminuindo a permeabilidade, a difusibilidade iônica e a porosidade capilar, aumentando a estabilidade e a durabilidade do concreto. Tais fatores repercutem diretamente no comportamento do concreto, melhorando seu desempenho ante a ação de sulfatos. Outras propriedades são também alteradas, incluindo a diminuição do calor de hidratação, o aumento da resistência à compressão em idades avançadas, a melhor trabalhabilidade e outros.”. Portanto a adição de materiais pozolânicos auxiliará no resfriamento do miolo da peça além de tornar o concreto mais impermeável, o que pareceu muito interessante se considerar a exposição a chuva e maresia em tempo integral.

Agregados

Os agregados são de extrema importância para a qualidade do concreto. Representam cerca de 60% a 80% do peso total e tem como principais funções tornar a mistura durável, conferir estabilidade dimensional e resistência ao concreto. Porém também será determinante quanto a textura e aparência da peça final.

Os agregados são classificados como grãos e miúdos e tanto um como o outro podem ser de origem natural ou artificial. O agregado miúdo é a areia, que pode ser de três tipos: fina (0,15mm a 0,6mm), média (1,2mm a 2,4mm) ou grossa (4,8mm a 6,3mm). As mais indicadas para a produção de concreto são a média e a grossa, de modo que peças estruturais que sofrem grandes esforços devem sempre usar a grossa. No caso da poltrona, será usada a média, considerando que suportar o peso de uma pessoa não exige tanto das propriedades estruturais concreto. Além disso a areia deve ser de origem natural, extraída do leito de rios, pois estas apresentam forma arredondada. E a consequência disso é uma mistura com menos atrito interno entre os grãos, que evita a adição de porções extras de água. Em concretos que utilizam areia artificial precisam de mais água para lubrificar e homogeneizar a mistura e, como dito antes, quanto mais água menor a resistência do concreto. E numa realidade de zona de agressividade nível III isso se torna muito prejudicial.

Além disso, a areia natural, por ser mais arredondada gera uma superfície mais lisa e agradável ao toque, algo indispensável para tornar a experiência de uso da poltrona mais agradável.

Sobre os agregados grãos, levando exatamente os mesmo fatores em consideração, foi escolhido o pedrisco de origem natural, com formato arredondado e diâmetro de até 5 mm.

Elementos estruturais

Como dito na fase de pesquisa de materiais, o concreto apresenta boa resistência a compressão, mas baixa resistência a tração então, quando utilizado isoladamente, acaba se revelando um material frágil podendo sofrer fissuras ou até fraturas. Por isso foram pesquisadas maneiras de reforçar o concreto. A primeira e mais tradicional delas é a armadura de pele. Estrutura feita de barras ou fios de aço que são dobrados e unidos para reproduzir a forma da peça de concreto, mas com dimensões tridimensionais um pouco menores para que a armadura fique oculta dentro da peça, como uma espécie de esqueleto tridimensional. O outro método estudado foi o das fibras estruturais. Material composto por pequenos filamentos, que podem ser confeccionados em aço, polipropileno, carbono, vidro, nylon, celulose, acrílico, polietileno, madeira, sisal, entre outros. Sendo as de aço, polipropileno e polietileno as mais comuns. Eles são adicionadas a mistura do concreto, homogeneizadas e lançadas na fôrmas junto com os outros componentes.

Tanto as armaduras de pele quanto as fibras estruturais conferem as propriedades necessárias ao concreto, se usados de maneira correta. A armadura é um processo mais tradicional, muito utilizado na construção civil, porém como a poltrona tem linhas curvas e é fundamentalmente orgânica, a confecção dessa estrutura seria custosa tanto em termos de tempo de produção quanto de mão de obra. Por mais que seja considerada uma opção mais econômica, nesse projeto a economia feita com o material poderia acabar sendo compensada pelos gastos em horas de trabalho de um serralheiro especializado. Portanto a opção das fibras estruturais foram escolhidas por se adequarem melhor as condições do projeto. A sua aplicação é feita durante a concretagem, sem necessidade de mão de obra especializada, sendo suficiente a presença do mestre de obras ou pedreiro. Além disso ocorre uma otimização significativa no tempo de produção, já que uma etapa completa é eliminada.

Mesmo fazendo a opção pelas fibras estruturais pareceu razoável especificar também a produção da armadura de pele que seria usada na poltrona, visando oferecer diferentes possibilidades e tornar o projeto mais acessível para um maior número de estruturas governamentais.

Armadura de pele

Considerando mais uma vez que o projeto se encontra na zona de agressividade ambiental nível III a armadura deve ser confeccionada com um vergalhão robusto, que apresente um valor de resistência ao escoamento relativamente alto. Por isso foi escolhido o CA-50 de 8mm de diâmetro. Tamanho especificado na norma ABNT NBR 7480:2007 e facilmente encontrado em catálogos de marcas como a Gerdau. A distância entre os perfis deve ser de aproximadamente 10cm e o cobrimento da armadura deve ter de 4cm a 5cm.



Fibras estruturais

As fibras estruturais podem ser feitas de diversos materiais. As mais comuns são as de polipropileno e as de aço. Portanto, foi feito um estudo comparativo entre fibras com essas duas composições para entender qual delas se adequaria melhor ao projeto, substituindo a tradicional armadura de pele. Começando pelas fibras sintéticas poliméricas, a sua eficiência como elemento estrutural de reforço para o concreto não é comprovada. A sua aplicação deve ocorrer juntamente as armaduras de pele, evitando a fissuração plástica no momento da cura. Porém não faz o papel das armaduras visto que após a secagem completa do concreto, o ganho de resistência proporcionado pela fibra polimérica é insignificante. Isso se deve principalmente sua resistência a tração. Podendo variar entre 140 e 700 MPa (muito vulnerável a qualidade da matéria prima), mesmo no melhor dos casos ainda é menos resistente que o aço, com 1000 MPa de resistência a tração. Além disso, o aço é um material de eficiência comprovada como elemento estrutural nas armaduras de concreto tradicional. Usando as fibras de aço é possível agregar as suas propriedades usuais ao concreto evitando os inconvenientes da confecção de uma armadura de pele, como dito anteriormente. Outro fato determinante para a sua utilização, em detrimento das fibras poliméricas, foi o fato de existir uma norma oficial que regula o uso das fibras de aço como reforço para o concreto, a ABNT - NBR 15530: Fibras de aço para Concreto. Por essas razões, pareceu mais seguro arcar com o custo um pouco mais alto das fibras de aço para contar com uma maior segurança e regulamentação de uso.

fator de forma=largura/diâmetro

Conforme apontado na NBR 15530: Fibras de aço para Concreto (2007), dois fatores são primordiais na garantia de eficiência desse tipo de fibra, a geometria da fibra e a resistência do aço que lhe deu origem. Sobre a geometria das fibras existe uma grande variação de formas no mercado e elas foram submetidas a diversos ensaios de esforço afim de descobrir como a geometria da fibra poderia conferir um maior nível de resistência ao concreto. Então descobriu-se que quanto maior for o fator de forma da fibra (largura/diâmetro), maior será a resistência pós-fissuração conferida ao concreto. Em relação ao aço que deu origem a fibra, quanto maior o seu teor de carbono maior será a sua resistência a tração e conseqüentemente, melhor será o seu desempenho como elemento estrutural. Para atender a norma estabelecida pela ABNT(15530) a resistência a tração do aço que originou as fibras deve ser de no mínimo 500 MPa.

Outro padrão estabelecido pela ABNT foi um fator de forma mínimo para cada tipo de aço utilizado para originar as fibras (fio de aço trefilado, chapa de aço cortada, fio de aço trefilado e escarificado. Na tabela a seguir os valor definidos.

Tabela 2.4 – Requisitos de fator de forma mínimo das fibras de aço para concreto especificados pela norma ABNT NBR 15.530 (2007).

Classe da fibra	Tipo de aço	Fator de forma mínimo λ
I	Fio de aço trefilado	40
II	Chapa de aço cortada	30
III	Fio de aço trefilado e escarificado	30

Fonte: ABNT NBR 15.530 (2007)

Quanto a dosagem de fibras utilizadas o método mais comum é o de fixação do consumo de fibras independente do tipo utilizado e das características da matriz de concreto onde serão empregadas. Métodos de otimização do seu uso ainda são raros no Brasil por ser uma técnica relativamente nova. Normalmente segue-se recomendações genéricas como as apresentadas por Mehta e Monteiro (2008), que indica uma dosagem de 1% a 2% (de 80 kg/m³ a 160 kg/m³) do volume total seja composto pelas fibras. Porém essas dosagens, por serem genéricas, pecam pelo exagero, fazendo com que o uso das fibras se torne inviável em alguns casos. Atualmente, após as fibras estruturais terem conquistado um pouco da confiança dos brasileiros, costuma-se indicar o uso de aproximadamente 30 kg/m³. Um valor mais baixo e por isso mais acessível, mas ainda totalmente genérico, desconsiderando a forma da peça, a matriz e o tipo de fibra utilizado. Portanto, o mais indicado é seguir a recomendação dos fabricantes mais tradicionais no ramo ou buscar o auxílio de um engenheiro civil especializado em fibras estruturais, que analisará diversos fatores projetuais, especificando o seu uso de maneira mais consciente. No projeto em questão será seguida a indicação do fornecedor por falta de uma consultoria especializada.

Voltando aos fatores que determinarão a escolha da fibra utilizada, segundo estudos realizados na USP na tese Concreto reforçado com fibras (Antônio Figueiredo, 2011) e ainda segundo a NBR 15530: Fibras de aço para Concreto (2007) a quantidade de fibra dependerá diretamente da quantidade de carbono e do fator de forma da fibra utilizada, de modo que quanto maior forem esses dois fatores, menor a porcentagem de fibras empregadas para atingir os níveis de tenacidade e resistência desejados. No projeto em questão, parece mais interessante utilizar um número menor de fibras, pois, como dito anteriormente, quanto maior a quantidade de fibras maior será a quantidade de água necessária para a mistura, reduzindo a resistência do concreto.

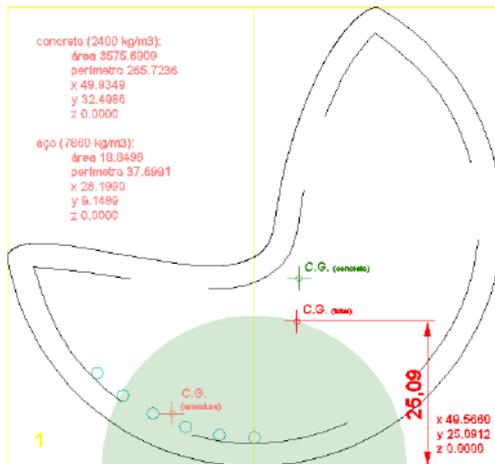
Para uma fibra de fator forma 48 por exemplo, a dosagem mínima de fibras indicada pelo fabricante é de 30 kg/m³, ao passo que para uma outra fibra de fator forma 64 a dosagem mínima cai para 17 kg/m³, mantendo-se os mesmos níveis de tenacidade e resistência. Porém deve-se considerar ainda o comprimento da fibra. " Recomenda-se a utilização de fibras cujo o comprimento seja igual ou superior ao dobro da dimensão máxima característica do agregado utilizado no concreto. (...) A compatibilidade dimensional possibilita a atuação da fibra como reforço do concreto e não como mero reforço da argamassa do concreto." (Antônio Figueiredo, 2011). Como o agregado graúdo utilizado no projeto mede aproximadamente 0,5 cm de diâmetro, a fibra deve ter no mínimo 1 cm de comprimento, mas o ideal é que seja maior que isso.

Defini-se então que a fibra utilizada será a Dramix RC 63/35 BN, com 35 mm de comprimento, fator forma (l/d) igual a 64 e resistência à tração de 1.100 mPA, confeccionada em aço carbono (ver catálogo do produto no anexo 2). O fornecedor, Dramix RC, recomenda o uso de 17 kg/m³ e esse será o valor utilizado no projeto. Portanto, considerando que a poltrona terá aproximadamente 200 litros de volume ou 0,2 m³, devem ser usados 3,4kg de fibra estrutural.

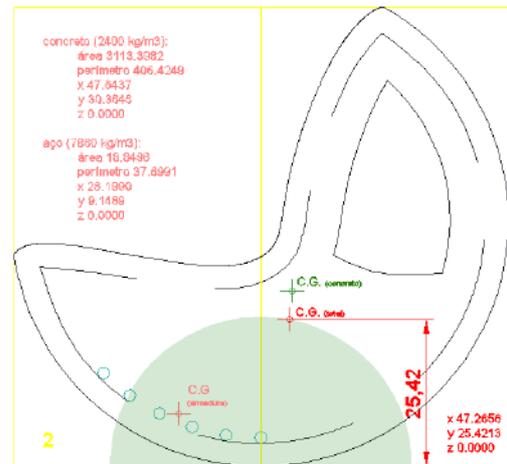
Elementos Funcionais

Para funcionar da maneira como foi conceituada, a poltrona deve passar a impressão que não possui uma estrutura auto sustentável, que diante de qualquer impulso pode sair rolando, devido a sua formar basicamente esférica. Mas devido a utilização do mesmo princípio funcional utilizado no boneco João Bobo, ao receber qualquer impulso, a poltrona sofre uma inclinação, mas logo volta a sua posição de original. Para que esse efeito ocorra o centro de gravidade do conjunto deve estar o mais próximo possível do chão, pois quanto mais junto ao solo, mais rápido será o retorno a posição de repouso. Segundo a Equipe Brasil Escola "o centro de gravidade de um corpo é o ponto onde pode ser considerada a aplicação da força da gravidade. Se as dimensões do corpo forem pequenas, em comparação ao tamanho da Terra, é possível demonstrar que o centro de gravidade praticamente coincide com o centro de massa." (www.brasilecola.com.br) Então, para conseguir um centro de massa ou centro de gravidade (considerando que os dois serão coincidentes) o mais baixo possível, deve haver uma grande concentração de peso na região próxima ao ponto de contato do produto com o solo. Todas esses conceitos são ensinados em física básica durante o ensino médio e são facilmente compreendidos. Porém, para especificar com segurança as dimensões, material e forma dessa peça que concentraria o peso do conjunto próximo ao solo foi feita uma consultoria com o aluno graduando de engenharia civil da UFRJ, Arthur Curi. Com ele foi feita uma contextualização do objetivo do projeto e foi entregue o modelo físico da poltrona, com todas as dimensões definidas e uma expectativa de um movimento angular de aproximadamente 16 graus. Com esses dados em mãos ele pode definir que para atingir o

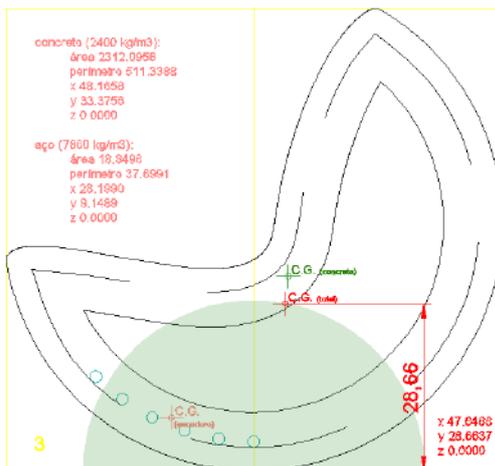
efeito esperados com os parâmetros tridimensionais pré-definidos, o ideal seria que o centro de gravidade (CG) estivesse entre 10cm e 15cm do solo. Então foram iniciados os testes para tentar atingir essa marca. Inicialmente utilizando barras de aço estrutural formando uma espécie de armadura flutuante. Essas barras de aço possuem índice de massa específica bem próximo ao do chumbo, material pensado inicialmente, 7,5g/cm³ do aço contra 11g/cm³ do chumbo. Mas com a vantagem de serem produzidas em dimensões padronizadas, facilitando o processo de fabricação. O resultado dos testes ficou um pouco abaixo do esperado.



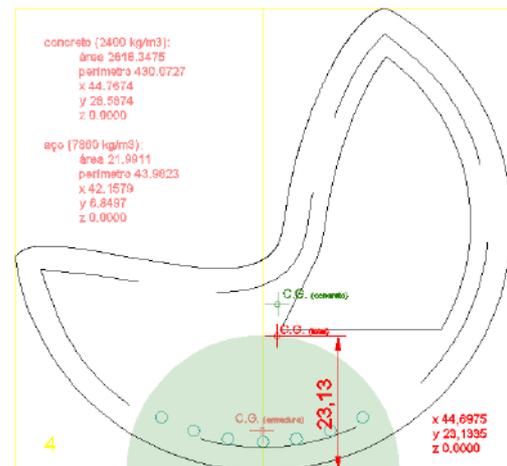
Teste com volume de concreto maciço



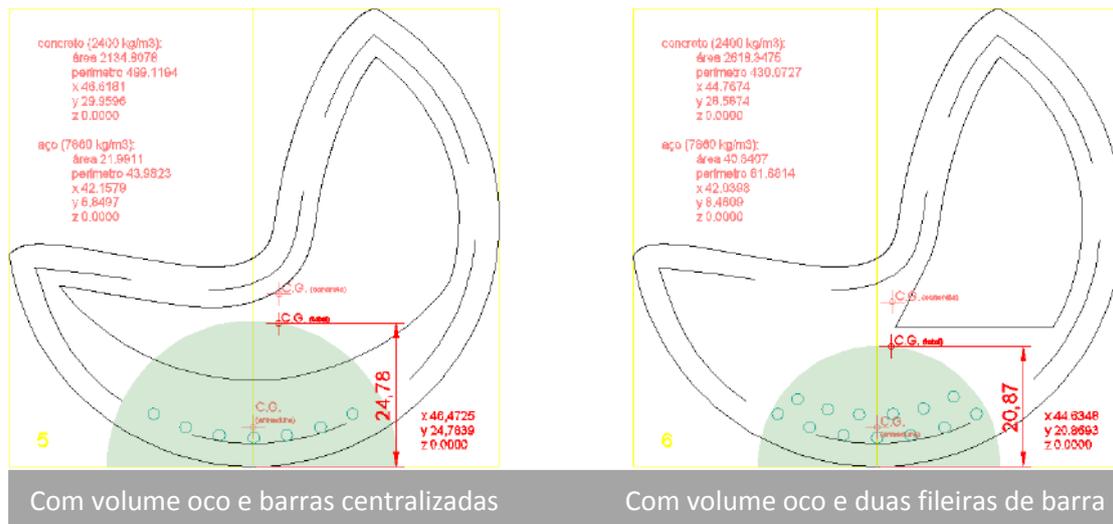
Teste com volume oco na parte superior



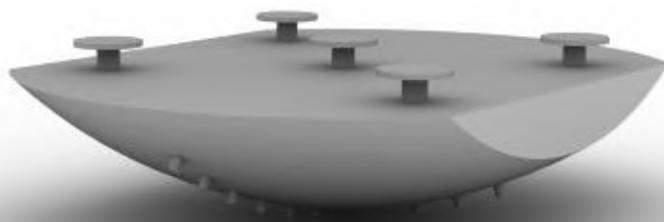
Com volume oco por todo o comprimento



Com volume oco na parte superior



Foram feitos ensaios com diferentes números e configuração de barras e também criando espaço vazios dentro do volume de concreto tentando acumular menos peso na parte de cima da peça. Porém nas 6 tentativas feitas a menor distância obtida entre o CG e o chão foi de 20cm. Por isso, voltou-se a cogitar a utilização de uma peça maciça, de massa mais concentrada e maior volume. Como essa peça teria que ser fabricada, já que não seria encontrada em tamanho padrão, voltou a ser vantajoso utilizar o chumbo, que poderia dar origem a uma peça mais pesada com um menor volume. Então foi realizado um novo teste com uma calota de chumbo, dessa vez bem sucedido.



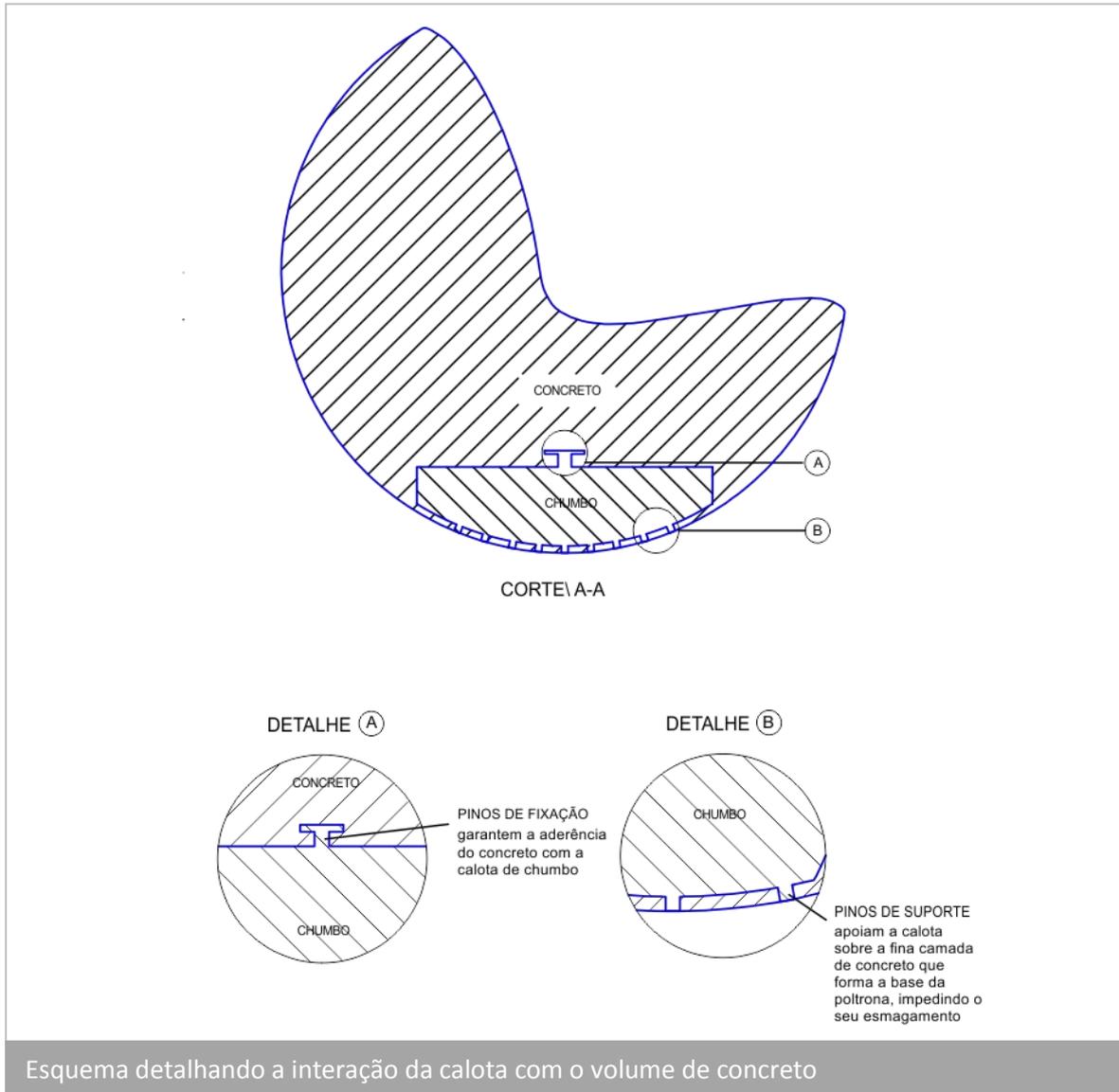
Calota de chumbo



Calota de chumbo por outro ângulo

Com a simulação da calota de chumbo o CG chega a 15 cm do solo, ficando dentro do que foi estabelecido anteriormente como a distância ideal. A sua forma consiste numa seção de esfera com dois cortes laterais. Em posição perpendicular ao balanço previsto durante o uso da poltrona, pendular para frente e para trás, favorece essa movimentação evitando que o usuário sinta uma falta de estabilidade gerada por uma inclinação excessiva para as laterais ou diagonais. Porém, a própria distribuição do peso da pessoa sentada não favorece o movimento fora desse eixo, já que os impulsos transmitidos para a poltrona precisam da interface com o corpo do usuário e essa superfície de contato se mantém bem centralizada no volume da poltrona. A sua largura avantajada faz com que sobre bastante espaço vazio nas porções laterais do assento, concentrando o peso do usuário na parte central da poltrona.

A calota terá 5 pinos em sua face plana, que estará em contato com o concreto, para garantir a aderência entre os dois materiais. Além disso, sua face curva terá também alguns pinos, mas com uma outra função. Farão com que a camada de concreto existente entre a calota e a fôrma ou, futuramente, o solo, não sofra um processo de esmagamento e acabe rachando ou trincando. Essa camada de concreto é fundamental para que o efeito de produto impossível ocorra, pois se a calota de chumbo ficasse aparente na porção inferior da poltrona, o método de estruturação e equilíbrio utilizado ficaria visível, prejudicando a experiência lúdica que o mobiliário deseja proporcionar. E por outro lado, para posicionar a calota sobre uma camada de concreto garantindo a integridade do compósito, essa camada deveria ter uma espessura muito grande, fazendo com que o centro de gravidade (CG) se distanciasse do solo novamente. Portanto, usando os pinos como apoio não existe mais o risco de esmagamento do concreto e nem de prejudicar a experiência do usuário.



CONCLUSÃO

Após um longo processo chega-se ao fim do projeto. Desde o início buscou-se projetar, antes de qualquer produto, uma experiência. Fazer com que o usuário experimentasse uma vivência agradável nos espaços públicos, de modo que esses locais fossem lembrados de uma maneira positiva e associados a sentimentos de prazer e bem-estar. Isso supondo que o resultado disso tudo seria a criação de um vínculo subjetivo do espaço com a população, que passaria a ocupar esses espaços de maneira significativa.

A metodologia utilizada durante o projeto também foi definida levando em consideração o foco do projeto na experiência do usuário. Foram buscados métodos que dessem ênfase a fase de pesquisa com o usuário e então descobriu-se o HCD ou *Human centered design*. Metodologia de projeto que guia a criação das soluções a partir da descoberta dos desejos e necessidades do público-alvo. Além disso, foram utilizadas algumas técnicas adicionais de etnografia e etapas de metodologias tradicionais de design de produto. Ao fim desse projeto foi definida a metodologia própria que seria seguida durante o projeto.

O próximo passo foi iniciar a busca de referências, produtos que de alguma maneira atendiam ao objetivo estabelecido nesse projeto, mesmo de maneira parcial. E esses produtos foram agrupados e deram origem a cinco temas principais: Relaxamento e serviços, Lúdico, Arte pública/instalações, Design emocional, Design interativo. Mas dentre todos esses produtos, pôde-se identificar um ponto em comum: a interatividade, que se tornou o principal critério de projeto. Definiu-se também que essa interação poderia ser classificada de três maneiras diferentes: concreta, abstrata ou mista. Para definir que tipologia seria mais adequada, iniciou-se a etapa de pesquisa com usuários. Foram aplicados métodos de observação e questionários afim de tentar entender quais as aspirações e necessidades das pessoas em relações aos espaços públicos. Além disso, para melhor entender os padrões de comportamento e a dinâmica da população nesses espaços foi utilizada uma referência nos estudos de urbanismo: *The Social Life in Small Urban Spaces*, de William H. Whyte.

Após o fim da pesquisa com o público-alvo conclui-se que o que a maioria das pessoas esperava dos espaços públicos um momento de lazer, de quebra da rotina. E então pôde-se voltar às tipologias de interação e definir que para gerar esse tipo de experiência, a interação abstrata seria mais adequada. Então, com a linha projetual definida iniciou-se uma nova busca de produtos similares, dessa vez com um foco mais definido. Estes foram classificados a partir de alguns critérios que ajudariam a guiar o processo de geração de alternativas. Com todos os similares analisados e classificados, pôde-se ter um panorama de recursos interativos que poderiam ser utilizados para conceituar as soluções do projeto.

Em seguida foram desenvolvidas as alternativas projetuais. Cinco temas diferentes com algumas opções de forma geradas para cada uma delas. A determinação da alternativa mais bem sucedida foi feita a partir dos critérios de projeto, de modo que seguiria em frente aquela que melhor atendesse a esses critérios. E por fim definiu-se que o produto seria uma poltrona de balanço que funcionaria utilizando o mesmo princípio do boneco João Bobo. Tendo em mente que a forma base do produto seria uma esfera, devido ao seu funcionamento, o próximo passo foi realizar o estudo ergonômico, que concluiria a elaboração da forma final do produto.

Então, chegou o momento de definir os materiais utilizados e especificar a estrutura para garantir que o produto funcionasse como previsto durante a conceituação. Para isso buscou-se a orientação de um estudante de engenharia civil da UFRJ. Com a sua ajuda foi definida a composição do concreto utilizado como material principal da poltrona, a forma e dimensões da peça estrutural que faria com que ela balançasse como um João Bobo, além da fibra utilizada para conferir resistência ao concreto.

O resultado final foi considerado satisfatório. Atende ao objetivo projetual oferecendo aos espaços públicos um produto que proporciona uma experiência divertida e lúdica. Une a funcionalidade e o conforto de uma poltrona com a interação abstrata gerada pela sua forma, que intriga o usuário dando a impressão de que não se sustenta sozinha. Incita o contato físico e continua surpreendendo durante o seu uso com seu balanço para frente e para trás. Pelo lado produtivo também utilizou soluções conscientes. Desde a utilização do concreto, que evita o vandalismo e propõe uma releitura dos elementos tradicionalmente urbanos, até as fibras estruturais que foram apontadas como uma opção técnica mais adequada a forma orgânica da poltrona, fugindo das armaduras de pele tradicionais.

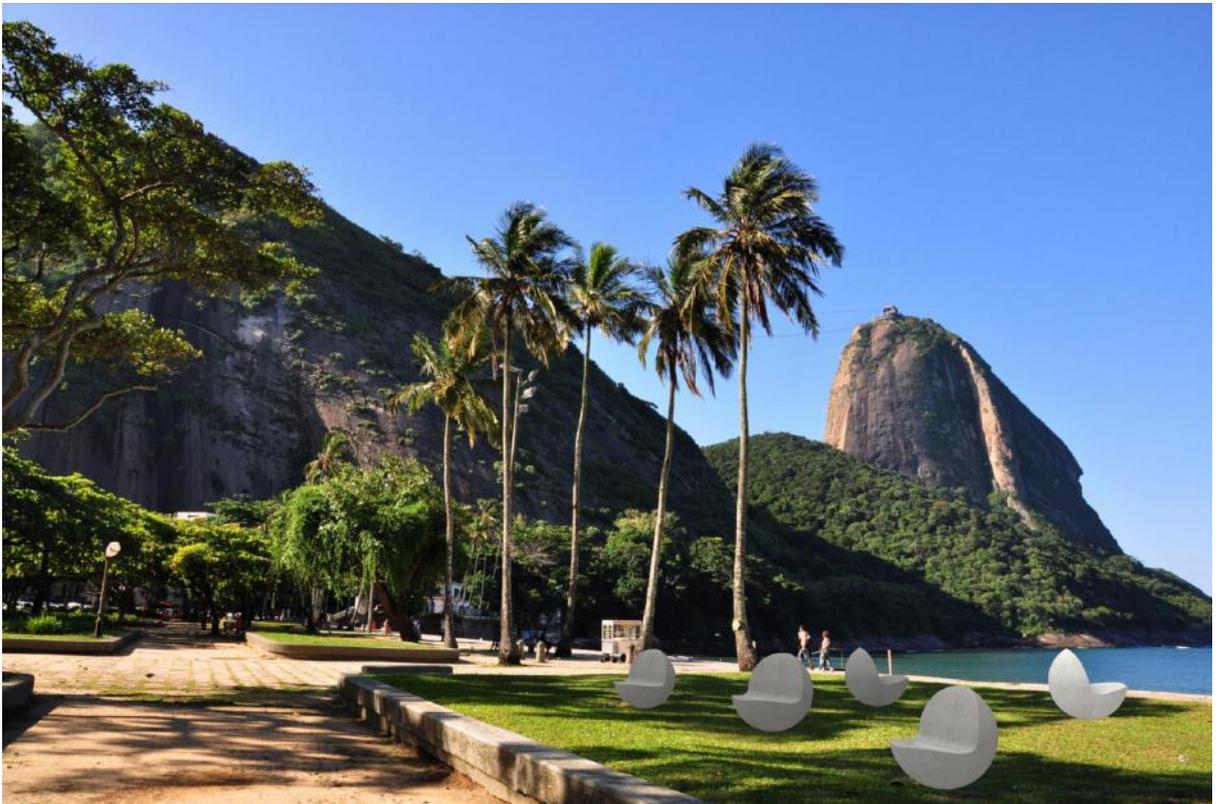
É bom ressaltar que mesmo que todas as escolhas tenham sido tomadas mediante pesquisa e orientação técnica, um próximo passo, fundamental para a concretização de qualquer projeto de design, é a execução de testes que verifiquem o desempenho da estrutura.



O produto final a partir de ângulos diferentes



Ambientação do produto



Ambientação do produto

BIBLIOGRAFIA

http://www.jnd.org/dn.mss/why_doing_user_obser.html

<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/concretos.html>

<ftp://ftp.unilins.edu.br/emilio/concreto1-2004-Rev%202010/01%20Introducao.pdf>

<ftp://ftp.unilins.edu.br/emilio/concreto1-2004-Rev%202010/02%20Concreto.pdf>

<http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/crf.pdf>

<http://www.acdeliberato.net/Senai/Artigos/formas%20de%20Madeiras.pdf>

<http://pessoal.utfpr.edu.br/amacinrm/tecc-epc/arquivos/Apostila01.pdf>

<http://pt.scribd.com/doc/83834818/54/Laminacao-manual-Hand-Lay-Up>

<http://www.macamp.com.br/variedades/fiberglass.htm>

<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/3/formas-materiais/execucao/48/formas-materiais.html>

<http://www.abcp.org.br/colaborativo-portal/perguntas-frequentes.php?id=19>

http://www.abcp.org.br/conteudo/wp-content/uploads/2009/12/BT106_2003.pdf

<http://www.brasilecola.com/fisica/centro-gravidade-cg.htm>

http://www.ideo.com/images/uploads/hcd_toolkit/IDEO_HCD_ToolKit.pdf

<http://www.infoescola.com/quimica/fibra-de-vidro/>

NORMAN, Don. *Emotional Design: Why We love (Or Hate) Everyday Things*, Basic Books, Nova York, 2004.

PIMENTEL, Erizaldo Cavalcanti Borges. *A física nos brinquedos: o brinquedo como recurso instrucional no ensino da terceira lei de Newton*, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007

WHYTE, William H. *The Social Life of Small Urban Spaces* (1980), Nova York, Project for public spaces 1980

IIDA, Itiro. *Ergonomia: Projeto e Produção*. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1999.

FIGUEIREDO, A.D.; CECCATO, M.R. e TORNARI, P. *Influência do comprimento da fibra no desempenho do concreto reforçado com fibras de aço*. Instituto Brasileiro do Concreto, São Paulo, 1999.

MORAES, Antonio Alexandre de, CARNIO, Marco Antonio; PINTO JUNIOR, Newton de Oliveira. *Tenacidade e resistência equivalente à tração na flexão de concretos de alto desempenho reforçados com fibras de aço de baixo e alto teor carbono*. IN: Congresso Brasileiro do Concreto, 40º, 1998, Rio de Janeiro. São Paulo, SP, 1998.

JAIGOBIND, Allan George. *Fabricação de Peças em Fibra de Vidro (compósitos)*, Instituto de Tecnologia do Paraná, Paraná, 2007

ABNT. *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*. (NBR 6118), Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. *Fibras de aço para Concreto* (NBR 15530:07), Rio de Janeiro, 2007.

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 2

ANEXO 3

ANEXO 4

ANEXO 5