

U. PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

LUMINÁRIA COM INTERAÇÃO HÁPTICA

Um resgate ao ato de enxergar com as mãos e sentir com os olhos

ESTER MEGUMI TORIY

Orientador: Professor Doutor Miguel Velhote Correia

Porto, 2013

Dedico este trabalho à minha família.
Mesmo de longe, sempre ao meu lado.

RESUMO

O primeiro momento em que se experimenta algo novo é o instante que vai se determinar os comportamentos futuros sobre experiências semelhantes. Um envolvimento duradouro depende da qualidade da primeira impressão. O ser humano é movido por sensações, e está constantemente à procura de novas experiências, e é o que se vê, é o que se ouve, é o que se cheira, é o que se degusta e o que se sente que se irá influenciar uma avaliação e comportamento futuro sobre tal ação. Apesar de, atualmente, muitos objetos do cotidiano oferecerem sempre uma resposta áudio ou visual, o ser humano ainda sente a necessidade de tocar e sentir as coisas. Essa experiência natural precisa ser exaltada e lembrada no desenvolvimento de novos produtos. Foi com este pensamento que se parou para pensar na infinidade de exemplos de objetos que cercam o usuário no dia-a-dia que, com a contribuição do design industrial, poderiam ser modificados ou evoluídos a fim de enriquecer a experiência na sua utilização. Desta maneira pretendeu-se aprimorar, de forma lúdica e conceitual, a experiência do usuário ao utilizar uma luminária, provando que interações humano-objeto podem ser tão ricas na questão háptica quanto na ótica e possibilitando ao utilizador observar a reação da ação que aplicou neste objeto. Portanto, além dos componentes usuais que levam uma luminária, foi pesquisado e adicionado ao produto, um sistema de estrutura interna feita em Nitinol (*shape metal alloy*) a fim de, não só resolver a questão do movimento de interação que a luminária irá realizar, mas sim de abrir uma porta para futuras aplicações do Nitinol no design e desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-chave: Design industrial; interação; sentido do tato; nitinol.

ABSTRACT

The moment something new is experienced determines future behavior in relation to similar experiences. A long-lasting relationship depends on the quality of the first impression. The human being is led by sensations and is constantly looking for new experiences. What is seen, what is heard, what is smelled, what is savored and what is felt will influence the evaluation and future behavior of specific actions. Although, currently, many daily objects always give an audio or visual answer to the user, the human still need to touch and feel things. This natural experiment needs to be exalted and remembered in the development of new products. This thought has triggered a new thinking process of endless objects that surround the user on a daily basis, with which industrial design could be modified and evolve to enrich the user experience. It has been through this thinking, that playfully and conceptually, a way has been found to enhance the user experience, through the use of a lamp that permits the user to observe a response to the action applied to this object. Besides the usual components in the make-up of a lamp, an internal structural system made of Nitinol (shape metal alloy) was researched and added on to the product; not only to solve the lamp's movement, but to open a door to future Nitinol applications in the design and development of new products.

Key-words: *industrial design, interaction, touch; nitinol.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Oportunidade de projeto	10
1.2	Objetivo	11
1.2.1	Objetivos Específicos	11
2	MÉTODO DE PROJETO	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1	Os sentidos humanos	14
3.2	Sensações táteis e o termo háptico	15
3.3	A percepção humana e as interfaces hápticas	17
4	ETAPA INFORMACIONAL	18
4.1	Uma reflexão sobre o foco a ser aprofundado	18
4.2	Análise de similares	21
4.3	Análise do Ciclo de Vida do Produto	24
5	ETAPA CONCEITUAL	26
5.1	Conceituação (movimento, ludicidade e contemplação)	26
5.1.1	Painéis Semânticos	27
5.1.1.1	Painel de estilo de vida	28
5.1.1.2	Painel de Expressão do Produto	29
5.1.1.3	Painel de Tema Visual	29
5.2	Geração de Alternativas	30
5.3	Conceito Final	31
6	PROJETO DETALHADO	33
6.1	Descrição do Produto	33
6.2	Arquitetura do Produto	39
6.3	Descrição dos materiais	40
6.3.1	Nitinol	40
6.3.2	Borracha de silicone	42
6.3.3	Adesivo para silicone	44
6.3.4	Poliestireno (PS)	44
6.4	Descrição do processo de fabricação	45
6.4.1	Moldagem por injeção	45
6.4.1.1	Molde de Injeção	47
6.4.2	Montagem	48
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	BIBLIOGRAFIA	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Chaleira de aquecimento de água eléctrica	19
Figura 2 - Esquema de desbloqueio de telefones celulares	20
Figura 3 - Painel de Estilo de Vida	28
Figura 4 - Painel de Expressão do Produto	29
Figura 5 - Painel de Tema Visual	30
Figura 6 – Alguns conceitos gerados	31
Figura 7 - Modelamento virtual preliminar	32
Figura 8 - Luminária modo OFF	33
Figura 9 – Polvo	34
Figura 10 - Luminária modo ON	35
Figura 11 – Polvo nadando	35
Figura 12 - Tecnologia embarcada	36
Figura 13 - Interação, puxando os tentáculo	36
Figura 14 - Copo de Poliestireno	37
Figura 15 – Bocal tipo e27	38
Figura 16 - Parte interna da luminária sem a tampa inferior	38
Figura 17 - Visão explodida da luminária	39
Figura 18 - Placa eletrônica tipo Flex PCB	40
Figura 19 - Funcionamento do Nitinol	41
Figura 20 - Transformação de fases da SMA	42
Figura 21 - Aplicações da borracha de silicone	43
Figura 22 - Máquina de moldagem por injeção	46
Figura 23 - Detalhe processo de moldagem por injeção	46
Figura 24 - Parte do corpo de silicone a ser unida com a uma outra parte	47
Figura 25 - Moldes de injeção	48
Figura 26 - Detalhe dos fios de nitinol inseridos no corpo de silicone injectado	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de similares	22
---------------------------------	----

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Tabela análise ciclo de vida do produto _____	54
ANEXO 2 - Desenhos técnicos da luminária _____	55

1 INTRODUÇÃO

Em plena era da cultura visual, da dominância do que pode ser visto e também tocado, as novas tecnologias como o *touch-screen* estão cada vez mais presentes no dia-a-dia dos consumidores; abrindo assim uma janela de oportunidades de estudos e pesquisas a respeito das necessidades do usuário frente às novas tecnologias de interação humano-computador. Essas novas tecnologias, por sua vez, estão cada vez mais se definindo minimalistas, tanto em suas interfaces como em seu modo de interação com o usuário, delineando assim, uma experiência por muitas vezes empobrecida de uma atividade cotidiana cada vez mais inserida na sociedade, um exemplo simples dessa atividade é o uso, cada vez mais corrente, de telemóveis com tecnologia *touch-screen*, *tablets* e *e-books*.

Por essa inserção acelerada da tecnologia *touch*, o sentido do tato tem se destacado mais do que o sentido da visão quando se trata em desenvolvimento de interfaces humano-computador. O desenvolvimento de interfaces ‘hápticas’ – termo utilizado para definição de tudo aquilo que é relativo ao toque, uma relação direta com o sentido do tato – requer um entendimento pleno do funcionamento dos subsistemas mecânico, sensorial, motor e cognitivo do sistema háptico do ser humano, definido pela capacidade de perceber as propriedades dos objetos quanto às suas medidas, seu formato, peso e também proporciona a noção de espaço por meio dos limites do corpo (GIBSON, 1960), envolvendo assim a pesquisa dos sentidos humanos e principalmente do funcionamento do sentido do toque. Para a compreensão maior desse tema, que por sua vez ainda é muito genuíno tanto em seu entendimento quanto em sua utilização, já existem pesquisas advindas de disciplinas diversas como Desenvolvimento e Experimentação Psicológica, Filosofia, Ciência da Computação, História Social e Cultural, Artes, Design e até Engenharia.

É com base na discussão sobre a importância do sentido do tato no desenvolvimento de novos produtos de interação humano-computador juntamente com o tema ‘háptico’, é que se pretende desenvolver o presente projeto. Observa-se que o sentido do tato é, por muitas vezes, negligenciado na rotina das pessoas, pois normalmente sabe-se muito pouco sobre o toque, restringindo-se apenas para as sensações obtidas na superfície da pele, restando então um conhecimento superficial desse sentido. Ao se obter um maior conhecimento dos sentidos, e agora não se tratando apenas do tato em si e sim dos outros sentidos humanos, é possível melhorar a forma como esses são utilizados,

podendo prever e melhorar a forma como os usuários reagem com certos produtos e objetos lançados no mercado.

O primeiro momento em que se experimenta algo novo é o instante que vai se determinar os comportamentos futuros sob experiências semelhantes, um envolvimento duradouro depende da qualidade da primeira impressão. O ser humano é genuinamente movido por sensações, e está constantemente à procura de outras experiências diferentes e inesquecíveis; da mesma maneira, além do rotineiro instinto de sobrevivência, é desejo do ser humano melhorar as suas experiências quando lidam com novas ações, desde as mais simples e cotidianas ações de interação até as que desafiam o seu próprio conhecimento; essa busca pela melhoria, por sua vez, tem relação direta com a forma como se utiliza os sentidos ao experimentar as coisas (GIBSON, 1963). Ao se deparar com novas experiências e impressões, é o que se vê, é o que se ouve, é o que se cheira, é o que se degusta e é o que se sente que irá influenciar uma avaliação e comportamento futuro sobre tal ação.

Desta maneira, pretendeu-se enriquecer, através do desenvolvimento do presente projeto, a experiência do usuário ao utilizar um objeto; objeto esse que, além de estar dentro dos padrões de produção industrial, pudesse exemplificar, de forma lúdica e conceitual, a importância da experiência ligada ao sentido do tato com objetos que cercam o usuário no dia-a-dia.

1.1 Oportunidade de projeto

A oportunidade de projeto se encontra na parceria com um estudo já em andamento cujo tema é “*Art Evolves Through Technology: Haptic After the Hegemony of Visual Art*” (COELHO, 2011); o objetivo desse estudo visa desenvolver considerações baseadas nas descobertas científicas relacionadas com os sentidos humanos, com ênfase principal no sentido do tato. É com este fundamento que foi planejada uma experiência biomimético-dinâmica, o Reactant, que é um conceito de design de uma superfície que apresenta uma mudança física toda vez que é submetido a uma reação. Essa superfície foi desenvolvida com o intuito de representar uma metáfora visual que intensifica a experiência física entre os usuários e sistemas digitais a fim de esclarecer como nossas ações e gestos influenciam o comportamento de outras coisas.

O tema do estudo é bastante inovador e oferece uma ótima porta de entrada para a contribuição do design industrial nessa área; visto que a experiência sugerida nos estudos

realizados limita-se apenas ao conceitual. O papel do design industrial, neste caso, entra para explorar uma futura utilização do sistema criado, a fim de ir além do que poderia se limitar a apenas uma instalação de arte temporária tendo, por sua vez, uma vida curta e talvez de breve impacto social.

Uma proposta inovadora, tendo como base o termo háptica, poderá determinar o curso de muitos projetos futuros de design, visto que a experiência do usuário será enriquecida pela inovação tecnológica aqui estudada e fortificada com os princípios do design industrial.

1.2 Objetivo

Enriquecer a experiência do usuário ao utilizar um objeto que, além de estar dentro dos padrões de produção industrial, pudesse exemplificar de forma lúdica e conceitual a importância da experiência ligada ao sentido do tato com objetos que cercam o usuário no dia-a-dia.

1.2.1 Objetivos Específicos

- a) Propor uma luminária que possa representar, através de um sistema específico, a interação háptica entre usuário-objeto;
- b) Incluir um sistema de movimento como forma de resposta ao toque ao produto, afim de representar a interação pretendida;
- c) Aplicar um metal com memória de forma à luminária, afim de proporcionar o movimento pretendido;
- d) Agregar características físicas e emocionais ao produto ligadas às palavras: interação, movimento, ludicidade e contemplação;
- e) Modelar virtualmente o produto proposto em seu conceito final selecionado.

2 MÉTODO DE PROJETO

Projetos que têm seu planejamento bem encaminhado e que contenham especificações bem definidas e precisas apresentam maior chance de conquista de mercado do que aqueles que não observam estes cuidados (BAXTER, 1998). Para um melhor andamento do projeto, tomou-se como base de metodologia a ser seguida os fundamentos do autor Rozenfeld et al. (2005); o projeto em si será subdividido em macro-fases: o planejamento, a etapa de especificações e recolha de dados e informações, o projeto conceitual, o projeto preliminar e o projeto detalhado. Cada uma destas etapas será subdividida em fases e atividades, que serão executadas com o intuito de alcançar o objetivo inicial do projeto.

Um projeto sempre se dá início na fase de Planejamento. “Planejar significa estudar antecipadamente a ação que será realizada ou colocada em prática e quais os objetivos que se pretende alcançar” (CHIAVENATO, 2012). É nesta etapa que se detalha tudo que será realizado durante o projeto - incluindo a seleção de um objetivo, identificação de um problema, justificativa - sempre partindo da detecção de uma oportunidade de projeto. Foi também nesta etapa que colheu-se informações importantes para embasar o presente projeto, sendo assim possível selecionar um foco específico a que se queira trabalhar. Desta forma foi possível encontrar um ponto de fusão da contribuição do design industrial ao trabalho de pesquisa que já estava em andamento.

Na fase seguinte, o Projeto Informacional, o foco inicial deu-se numa reflexão sobre o tema abordado e qual o foco a que se deveria seguir, o objeto específico a que se pretendia projetar; essa fase do projeto foi fundamental, pois foi a partir deste ponto é que foi possível estabelecer especificações-meta para o produto, determinando o conjunto de metas e objetivos que o produto a ser projetado devesse atender. A fim de atingir este objetivo, colheram-se informações, por meio de pesquisa de mercado. Esses dados auxiliaram na construção do Ciclo de Vida do produto, sendo possível determinar os clientes de projeto que, por sua vez, foram de grande valia para a definição de necessidades, requisitos de projeto e por fim, as especificações-meta do produto, que serviram como referência para a conceituação do produto. É também nessa fase que pretendeu-se compreender de forma exaustiva os conceitos e termos já utilizados no estudo em andamento; tendo em vista a familiarização e contextualização com o projeto de design industrial a ser desenvolvido.

No Projeto Conceitual desenvolveram-se soluções de produto, a partir das especificações-meta e também da aplicação de ferramentas específicas de projeto como painéis semânticos, matriz morfológica, *brainstorming*, etc. A partir dessas ferramentas, foram gerados alguns conceitos, em que, mais tarde, os mais favoráveis tiveram seu princípio de solução estudado mais profundamente a partir de desenhos e esboços. Por fim foi realizada a escolha do conceito mais promissor, a partir dos parâmetros definidos anteriormente no projeto e das considerações realizadas durante o desenvolvimento das idéias. Com o conceito do produto definido, seu aprofundamento coube à próxima etapa do projeto.

Com o Projeto Preliminar, a alternativa selecionada inicia seu processo de detalhamento. Para esta fase foi realizado o princípio de sua modelagem, tanto física quanto virtual. Definem-se os materiais e possíveis tecnologias e mecanismos envolvidos processo de fabricação do produto. Alguns ajustes na forma e funcionamento do produto foram feitos, conforme este detalhamento prosseguiu.

O Projeto Detalhado consistiu no aprimoramento do conceito do produto para que fosse possível transformar o mesmo em um produto real, especificado para a produção em escala industrial. Nesta etapa as atividades voltaram-se ao detalhamento de sua arquitetura, suas peças e quantidades, seus sistemas, subsistemas e componentes, e os processos de fabricação empregados. O foco desta etapa consistiu em chegar ao final do projeto com um produto desenvolvido, apresentado na forma de um modelo virtual de apresentação e prontamente especificado para produção e que finalmente pudesse atender ao objetivo inicial do projeto.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pretendeu-se aprofundar de forma mais exaustiva os temas abaixo abordados para maior compreensão do âmbito em que se baseia o projeto.

3.1 Os sentidos humanos

A percepção do mundo, para os seres humanos, se dá por meio dos sentidos sensoriais: paladar, olfato, tato, audição e visão. A união e o estímulo desses cinco sentidos fazem parte do processo de reconhecimento das coisas e do ambiente em que se está, pois é a partir desses sentidos, através da captação por células sensoriais, é que se obtém este conhecimento do mundo ao redor.

A capacidade de perceber o ambiente por meio do corpo humano é realizada por células sensoriais altamente especializadas espalhadas pelo corpo ou concentradas nos chamados órgãos dos sentidos, formando o que se conhece por sentidos do corpo humano (POCOCK & RICHARDS, 2006). Essas informações são enviadas através de impulsos nervosos até o cérebro que, por sua vez, contém áreas especializadas em diferentes atividades, como planejar movimentos, fazer julgamentos ou mapear o cenário visual (McCRONE, 2002), e este acaba por ser o responsável por todo o recebimento e interpretação das sensações captadas pelos órgãos dos sentidos, transformando-as em informações valiosas para o funcionamento vital do corpo humano e para interpretação do meio em que se vive.

Os sentidos são partes necessárias e fundamentais no processo de percepção dos indivíduos e das suas sensações relacionadas ao ambiente, ao meio em que se vive. Para o ser humano, o rosto, a boca e as mãos são seus principais meios de explorar o ambiente e, por esse mesmo motivo, é grande a inervação nessas áreas (FISCHER, 2001). Neste sentido, é fácil compreender a importância de se utilizar e explorar atividades manuais, pois cada ação ou gesto realizado, mediado pelo corpo, ativa outros canais além do visual e do auditivo. O fruto desse maior conhecimento sobre os sentidos humanos possibilita a maior compreensão das inter-relações entre o homem e o ambiente no qual vive, suas expectativas, receios, satisfações e insatisfações, valores e condutas, como cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente frente às ações sobre o meio. Desta forma, existem inúmeras e distintas maneiras de se perceber as paisagens, de se construir a

realidade através de experiências únicas. Ao se deparar com dada situação, as pessoas utilizam seus cinco sentidos dentro de um processo associado com os mecanismos cognitivos, portanto cada pessoa percebe, pensa, reage e responde de forma diferente para cada ação em que é submetida (POCOCK & RICHARDS, 2006). Essas respostas ou manifestações são, por sua vez, resultados das percepções dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas individuais de cada pessoa.

Diante deste contexto, conclui-se que a percepção individual ocorre através dos órgãos dos sentidos associados a exclusivamente atividades cerebrais. As diferentes percepções do mundo estão relacionadas às diferentes culturas, às personalidades, à idade, às experiências individuais, aos aspectos sócio-ambientais, à educação e até a herança biológica. A percepção do ambiente, as imagens, os seus significados, as impressões absorvidas e os laços afetivos são únicos em cada ser humano, entretanto, o cognitivismo, a personalidade, o ambiente social e físico em que se habitua tem uma determinada influência direta no processo de percepção do ambiente (McCRONE, 2002).

Portanto, é por meio dessas sensações é que poderá se juntar as qualidades, as impressões dos objetos e conseqüentemente os significados e valores atribuídos por cada indivíduo para cada situação. Para obterem-se essas sensações, necessita-se dos cinco sentidos humano: visão, olfato, paladar, audição e tato. É a partir desses sentidos que poderão se estruturar idéias, imagens e compreender o mundo externo, o ambiente em que se vive. Dessa forma, a percepção apresenta-se como uma parceria ativa da mente juntamente com os cinco sentidos, ou seja, há uma contribuição da inteligência no processo perceptivo, que, juntamente a isso, é motivada pelos valores éticos, morais, culturais, de julgamento, de experiências e de expectativas individuais daqueles que o podem perceber.

3.2 Sensações táteis e o termo háptico

Falando de um modo geral, as sensações táteis podem incluir pressão, textura, temperatura, maciez, umidade, além de sensações induzidas pela fricção como detecção de imperfeições nas superfícies dos objetos. Podem-se também incluir a detecção de características dos objetos como formas, dimensões e extremidades, sem contar com as sensações de vibração quando algum objeto oscila próximo junto à pele. Tarefas simples como segurar um copo de vidro, podem representar várias dessas sensações; a temperatura e a textura do material são percebidas ao passar os dedos sobre o vidro, e o seu contorno é encontrado através da exploração das extremidades, ou seja, identificação

da forma. Encostar-se a um liquidificador que vibra ao ser ativado, ou segurar um telemóvel que vibra ao tocar.

A capacidade do ser humano de distinguir estas sensações provavelmente se deve a códigos neurais e a pequenos sensores presentes na pele (LAMOTTE & SRINIVASAN, 1991). É na pele e nos tecidos subcutâneos é que são encontrados tais receptores que mediam todas as sensações, e para isso denominou-se como o órgão responsável pelo sentido do tato, que por sua vez, ocupa uma parte considerável do sistema nervoso central e periférico (DARIAN-SMITH, 1984), tornando-se um dos sentidos mais vitais para a sobrevivência do ser humano. Sabe-se que existem mais de centenas de receptores em cada centímetro dos mais de dois metros quadrados de área da pele de um adulto, que juntos formam o componente cutâneo do tato. As características biofísicas da pele, no entanto, mudam radicalmente de acordo com a parte do corpo que elas cobrem (CRAIG & ROLLMAN, 1999).

A realização de distintas atividades no decorrer do dia-a-dia envolve o manuseio de diferentes tipos de objetos e ferramentas. O manuseio e utilização correta desses objetos dependem da capacidade de cada indivíduo de perceber as características de um objeto como comprimento, peso, ou até mesmo sua orientação em relação à mão ou ao ambiente. Tal percepção dessas características e propriedades pode ser realizada simplesmente ao olhar para o objeto; entretanto, em algumas situações, a visão pode estar danificada ou até mesmo o foco visual não estar direcionado exatamente para aquilo que se pretende ver. Nesse caso, a percepção dessas propriedades do objeto pode também ser compreendida por meio de contato mecânico, sendo essa ação conhecida na literatura como percepção háptica. O termo háptico foi descrito por Gibson (1962) como o tipo de percepção que envolve a extração de informação referente a propriedades dos objetos, referente à orientação de segmentos corporais uns em relação aos outros e informação do próprio corpo e seus segmentos em relação ao ambiente ou ao objeto que está sendo manuseado; em suma, o termo háptico se refere à capacidade de sentir um ambiente mecânico natural ou sintético através do tato.

O tato é um sentido que possui dois componentes independentes, o cutâneo, que está diretamente ligado aos sensores localizados na superfície da pele e que são responsáveis por sensações como temperatura, pressão, vibração e dor, e o cinestésico, que está ligado aos sensores localizados nos músculos, tendões e juntas; esses, por sua vez, são responsáveis por sensações tais como movimento e força (OAKLEY, MCGEE, BREWSTER, & GRAY, 2000). Ao tocar e mover um objeto, o indivíduo obterá diversas

sensações que serão convertidas pelo cérebro em informação cutânea e cinestésica (LEDERMAN, KLATZKY, HAMILTON, & MORGAN, 2002), possibilitando ao indivíduo compreender as propriedades desse objeto, como textura (informação cutânea) e peso (informação cinestésica).

Portanto, os receptores do sistema háptico encontram-se enraizados na pele, músculos, juntas e outros tecidos; e são utilizados e excitados mediante estiramento, compressão, inclinação, tração, fricção e similares (SANTAELLA, 2004). A mão, em especial, desempenha função específica na interação com as interfaces gestuais, pois é um órgão sensorio, exploratório e ao mesmo tempo motor e exploratório, ou seja, a mão sente o ambiente e ainda é capaz de agir sobre ele.

3.3 A percepção humana e as interfaces hápticas

Ao assistir um filme em alta resolução, o que se percebe não é uma série de pixels coloridos juntos na tela, e sim uma cena visual como um todo, sendo muito parecida com as experiências visuais que se tem no cotidiano. Isso ocorre porque a sensibilidade da visão humana não possui resolução suficiente para enxergar tais pixels individuais ou a sensibilidade temporal da visão humana não é rápida o suficiente para percebê-las uma a uma na tela da televisão (SANTAELLA, 2004). Este é um exemplo de como a arquitetura e os limites do sistema sensorial humano podem ser explorados para se desenvolver sistemas engenhosos que possam oferecer experiências realistas e complexas ao indivíduo, como por exemplo, os monitores de computador, televisões, simuladores de vôo e, obviamente, dispositivos hápticos.

O sentido do tato, entretanto, difere bastante da visão no sentido de que ele necessita de taxas de atualização muito maiores do que aquelas necessárias para assistir a um simples vídeo. Desta maneira, em geral, ainda é muito difícil produzir uma interação háptica realista. Em contrapartida, mesmo se deparando com dispositivos imperfeitos, o usuário possui a capacidade de adaptação bastante rápida frente a tal situação, por muitas vezes ignorando as imperfeições e associando tais estímulos mecânicos criados pelo dispositivo às suas outras experiências vividas no cotidiano. Além disso, quando as interfaces hápticas são combinadas com representações gráficas, o usuário prontamente associa o estímulo tátil ao objeto mostrado na tela, por exemplo, uma cena em que se passa num ambiente com neve é rapidamente associado às sensações de frio na pele.

4 ETAPA INFORMACIONAL

A fim de recolher os dados necessários para dar início ao processo criativo do produto a ser projetado foi preciso, primeiramente, definir que tipo de produto é que se pretendia desenvolver. Foi com esse intuito é que se realizou uma breve reflexão sobre essa questão, sendo possível então delimitar a pesquisa de concorrentes e similares que já existem no mercado e, conseqüentemente, definir as necessidades de cada cliente do ciclo de vida do produto.

4.1 Uma reflexão sobre o foco a ser aprofundado

Dentre as muitas opções de objetos cotidianos que cercam o homem, foi preciso escolher apenas um que pudesse facilitar a representação da experiência háptica entre objeto-usuário. Apesar de não ter sido uma tarefa simples, executar essa breve reflexão possibilitou enxergar o quanto os objetos de uso diário são, de certa forma, praticamente “invisíveis” aos sentidos humanos, pois estão lá para suprir tarefas do dia-a-dia em que o usuário executa-as de forma automática e insensível. Apesar dos sentidos humanos serem necessários para cumprir tais ações cotidianas, elas não têm sido “provocadas” mais agressivamente a fim de exercitar e enriquecer cada tarefa do dia-a-dia do ser humano, limitando-se apenas a realizar ações frias e automáticas sem somar praticamente nada nessas experiências diárias.

A simples tarefa de passar uma roupa com o ferro aquecido faz com que o utilizador tenha que passar por tantas experiências sensoriais, e no entanto toda a riqueza dessa experiência é passada despercebida. Desde encher o ferro de passar com água para alimentar o vapor, até esperar os segundos para que o ferro já esteja aquecido e se dar conta disto ou pela luz amarela que se acende e emite um discreto “click” ou pelo próprio calor fornecido pelo aparelho. O vapor denso vai saindo do aparelho e ao mesmo tempo emite um som intrigante no momento em que é liberado, aos poucos o perfume do amaciador das roupas é exalado conforme é aquecido, remetendo finalmente às flores de campo uma vez estampadas na embalagem do amaciador. Sente-se com as pontas dos dedos as costuras da roupa alinhada sobre a mesa, ouve-se o balançar da água no interior do compartimento do aparelho indo e vindo conforme o balançar do ferro. Após alguns minutos, a actividade é encerrada e nada daquilo que fora citado, quase como um poema, foi percebido pelo usuário. São geralmente nas tarefas do cotidiano é que se podem encontrar tanto exemplos de experiência desgastadas pela rotina do dia-a-dia.

Outro exemplo disto, é a experiência de aquecer a água nas chaleiras de aquecimento de água eléctrica (Figura 1), produto bastante utilizado atualmente como auxílio para acelerar o tempo de espera no aquecimento da água.



Figura 1 - Chaleira de aquecimento de água eléctrica
(Fonte: <http://www.legaldaweb.com.bringfotoschaleira%20eletrica%206.jpg>)

Por estar alí para auxiliar e acelerar no preparo de uma refeição, vê-se que toda essa tarefa de cozinhar é rápida e urgente. Alguém que está cozinhando uma refeição e deseja a água aquecida o mais rápido possível pode não perceber as cores dos botões de funcionamento da chaleira, cuidadosamente escolhidos para alertar os usuários sobre cada função desse objeto. Pode também passar despercebido o agradável som do botão a ser acionado “click” e a garrafa começa a esquentar. Um fenda em acrílico fosco é posicionado na lateral da chaleira especialmente para que fosse possível observar a quantidade de água colocada, mas também para contemplar as pequenas bolhas de água feitas por consequência da ebulição. O outro “click” seguinte avisa o usuário de que a água está no ponto para ser utilizada. Passou-se pouco menos de cinco minutos; e o usuário, na dinâmica apressada que se passa na cozinha, não percebeu nada disso.

Ainda pode-se observar uma outra tecnologia bastante atual de uso cotidiano, os telemóveis com tecnologia *touch-screen* cada vez mais utilizados na sociedade. Embora esta tecnologia exija mais dos sentidos da visão e do tato, com a rotina de utilização do aparelho, alguns movimentos tornam-se também automáticos; como por exemplo, destravar a tela do bloqueio com a chave de desenho na tela (Figura 2). Com o passar do tempo esta tarefa nem sempre exige que o usuário esteja olhando para a tela.

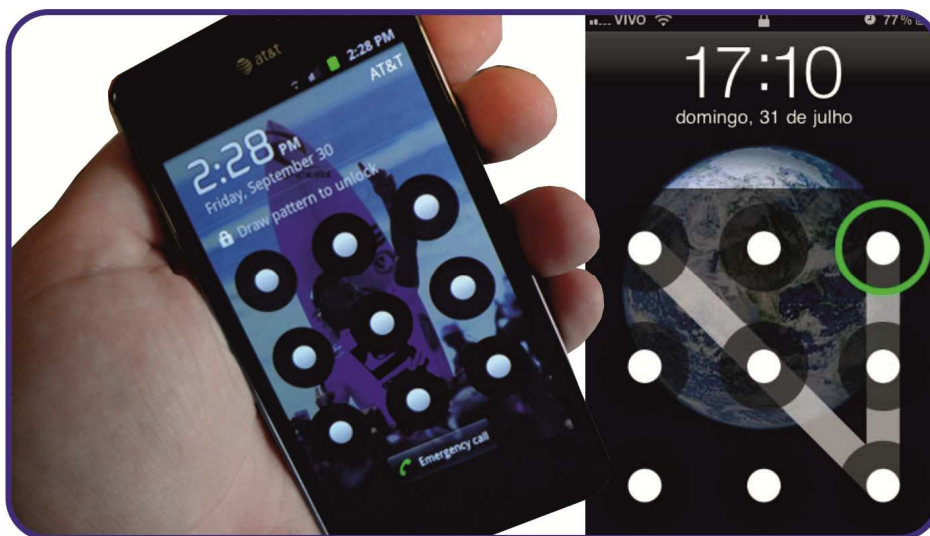


Figura 2 - Esquema de desbloqueio de telefones celulares
(Fonte: <http://www.tecnoblog.netwp-content/uploads201111galaxy-sii-unlock-bgr.jpg>)

Nesse caso, sem olhar a tela, como o usuário saberia se desenhou a chave corretamente? Qual resposta, a não ser a visual, o aparelho estará enviando ao usuário? A tecnologia *touch-screen* pode ter vindo para facilitar e revolucionar os aparelhos digitais do mercado, porém nota-se uma ‘linha reta’ na evolução de experiência objeto-usuário. O digital acaba por limitar tal experiência.

Foi com este pensamento que se parou para pensar na infinidade de exemplos de objetos que cercam o usuário no dia-a-dia que, com a contribuição do design industrial, poderiam ser modificados ou evoluídos a fim de enriquecer a experiência na sua utilização, diferenciado para cada um que o utiliza. Além da contribuição do design industrial, soma-se o tema do presente projeto: a arte háptica, a exaltação do sentido do tato; o resgate do ato de enxergar com as mãos e sentir com os olhos. Portanto; foi escolhido dentre tantas opções, como por exemplo: cadeiras, relógios, electrodomésticos, etc; um objeto que desde sempre serviu como um quadro para o design estampar suas diferentes eras e fases: a luminária. Completando a reflexão, percebeu-se que as luminárias sempre acompanharam a evolução do design em sua história; mudando desde cores, curvas, conceitos, sistemas. E por esta razão, escolheu-se este objeto para representar também este tema que pode ser o começo de uma mudança de pensamento no desenvolvimento deste sistema de iluminação, presente praticamente na vida de todos.

Ainda nessa fase de reflexão sobre qual objeto seria projetado, após decidir que seria a luminária, continuou-se a reflexão sobre como seria possível esse objeto específico interagir diretamente com o usuário, dando ênfase especificamente na experiência tátil. Nessa linha de raciocínio, percebeu-se que uma experiência tátil não é apenas o ato de

tocar, de sentir, mas sim também de observar a resposta do toque, a reação daquilo que foi tocado. Contemplar o resultado de um toque, tornando marcante uma simples tarefa de acender a luz numa sala, proporcionando ao usuário uma experiência rica e duradoura, onde não se limita apenas a uma ação repetitiva que é realizada todos os dias, e sim a um divertido e esperado momento do dia: acender a luminária.

Foi pensando na questão de como essa interação funcionaria, é que se realizou um breve *brainstorm* sobre possibilidades de sistemas que poderiam representar tal ação. Pensou-se na possibilidade de trabalhar com aromas, cores, movimentos, intensidade da luz, todos relacionados com a resposta ao toque, levando também em consideração o funcionamento técnico e a viabilidade de cada sistema. Esse breve exercício determinou que o produto a ser projectado envolveria um sistema que pudesse se mover em resposta ao toque, sendo possibilitado pelo uso de materiais específicos para isso, como uma espécie de esqueleto que pudesse controlar a estrutura do objeto a ser tocado.



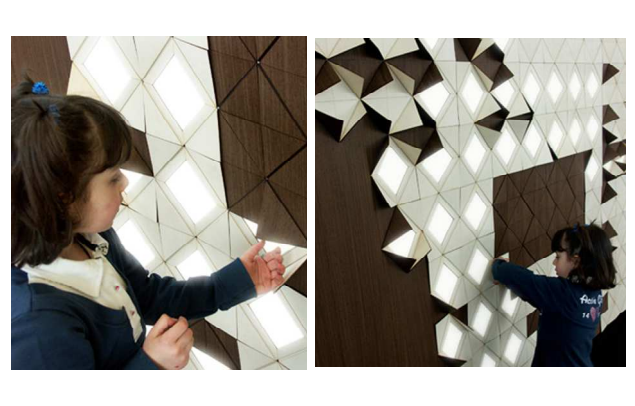
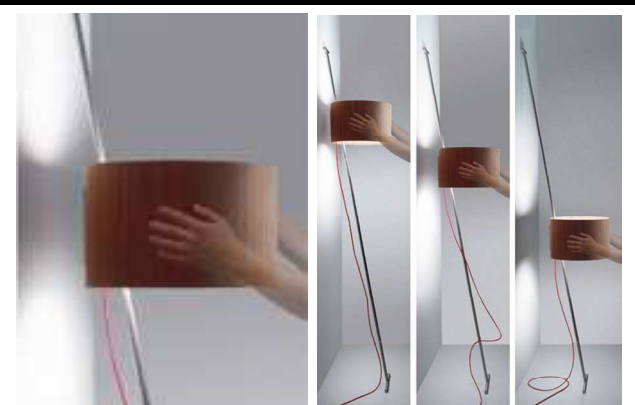
A partir dessa idéia foi possível levar adiante o processo de criação do produto, envolvendo a pesquisa e análise de concorrentes e similares, o ciclo de vida do produto e as demais etapas de conceituação do produto.





4.2 Análise de similares

A análise de similares visa buscar referências de outros produtos para melhor entender o contexto do produto atual. Segundo Baxter (1998) a análise de similares ajuda a antecipar o futuro dos negócios, percebendo as possíveis ameaças ao produto. Desta forma, poderão ser criadas estratégias mais efetivas de competição.

A ênfase da pesquisa (tabela 1) esteve limitada à análise formal dos produtos, não tendo grandes preocupações quanto ao preço ou o funcionamento técnico dos produtos analisados e sim, no reconhecimento dos pontos positivos e/ou negativos relevantes ao presente projeto de produtos interessantes ao redor do mundo, sendo eles já implantados no mercado ou sendo eles ainda projetos conceituais.

Tabela 1 - Análise de similares

	<p>Nome: Zettel'z 5 Autoria: Ingo Maurer Conceito: A luminária convida o usuário a ajeitá-la da maneira que assim o desejar, sendo possível posicionar os pedaços de papel nos diversos pontos de fixação da luminária. Os papéis já vêm de fábrica, sendo eles, 31 peças com poemas de amor em diferente idiomas e outras 49 peças em branco para personalização livre. Preço: Aproximadamente USD 1,000.00 Ponto positivo: Dependendo da maneira com são posicionados os papéis, a luminária emite uma luz ora direta, ora difusa, cabe ao usuário decidir. A actividade de personalizar a própria luminária faz deste evento uma experiência divertida e enriquece de forma ímpar a interação do usuário com o produto. Fonte: http://www.ingo-maurer.com/products/</p>
	<p>Nome: ilamp Autoria: System Design Studio Conceito: Feita de silicone branco com uma tela luminescente que potencializa o efeito de iluminação, a luminária é capaz de se adequar a qualquer superfície, seja ela uma mesa, estante, haste, etc. Preço: Não avaliado Ponto destaque: A possibilidade de escolher o local onde se quer colocar a luminária e o formato da mesma é um fator interessante para o produto. Além de ser esteticamente agradável, o toque suave do silicone faz com que a experiência de manusear o objecto torne-se uma tarefa agradável e divertida de se realizar. Fonte: http://systemdesignstudiolastprojects.blogspot.pt/2009/05/ilamp-last-version_10.html</p>
	<p>Nome: Light Form Autoria: Francesca Rogers Conceito: É um sistema modular de iluminação, consiste em um número variável de módulos idênticos, totalmente dependentes uns dos outros, articulados como um mosaico dinâmico que interage com o usuário. Preço: Não avaliado Ponto Positivo: A possibilidade de personalização de uma parede, permitindo modificar a textura e iluminação da mesma, é um exemplo claro da interação do usuário com um objeto. O fato de permitir que o usuário crie novos padrões na parede no momento que desejar é um exemplo claro de enriquecimento da experiência no uso de um objeto, sendo ela marcante e diferente para cada um que o utiliza. Fonte: http://www.evolo.us/architecture/light-form-is-a-modular-lighting-system/</p>
	<p>Nome: Lift Autoria: Fernando Prado Conceito: Apenas haste e cúpula, esses são os principais elementos da luminária. Composta de uma haste de aço inox verticalizada e uma cúpula móvel com acabamento de madeira, a luminária fica apoiada na parede e permite diferentes efeitos de luz. Preço: Aproximadamente USD 800,00 Ponto positivo: Possibilitar o usuário escolher a altura exata que se deseja para a luminária, não só enriquece a experiência tátil do usuário como torna o produto mas versátil não só em sua estética mas também em suas aplicações. Sendo versátil, o usuário tende a querer sempre utilizar a luminária para qualquer ocasião. Fonte: http://www.lumini.com.br/en/familias/lift</p>

	<p>Nome: Bloom Autoria: Patrick Jouin Conceito: Inspirada em uma flor, a luminária abre e fecha suas pétalas (esculpidas em impressão 3D), permitindo uma regulação da iluminação no ambiente. Preço: Aproximadamente USD 3,000.00 Ponto positivo: Apesar do sistema de deslize das pétalas ser bastante complexo, a beleza do movimento garante um resultado final bastante satisfatório. A possibilidade de escolher exatamente a abertura da luminária, soma positivamente na experiência do usuário, possibilitando-lhe personalizar sua própria luminária ao mesmo tempo que interage com a mesma. Fonte: https://www.northernicon.com/p-665-bloom.aspx</p>
	<p>Nome: Tulip Autoria: Sybille van Gammeren Année Conceito: Quando fechada, a peça se torna uma esfera iluminada por um brilho suave, mas basta abaixar o zíper para revelar uma luminosidade mais intensa. Suas pétalas se abrem e podem ser ajustadas de diferentes formas. Preço: Não avaliado Ponto positivo: A possibilidade de escolher a intensidade da luz que a luminária vai emitir, através do manuseio livre das pétalas, é uma grande vantagem para o produto, adicionando um diferencial especial que é personalização do mesmo. Além disso, o objeto permite uma interação direta com o usuário, enriquecendo a experiência de se utilizar o luminária. Fonte: http://media.designerpages.com/3rings/2010/01/26/from-holland-with-love-tulip-by-quasar/</p>
	<p>Nome: Flexlamp Pendant Light Autoria: Sam Hecht Conceito: De longe pode parecer rígido, mas a luminária é feita de um material flexível que permite ser torcido ou apertado. Preço: Aproximadamente USD 150,00 Ponto positivo: Manusear uma luminária acesa pode parecer perigoso, por ter a lâmpada aquecida exposta, porém essa luminária em questão permite o livre manuseio da mesma por intermédio da capa de silicone que envolve a lâmpada utilizada. A chance de poder manusear um objeto que, normalmente, pode oferecer perigo aos que o manuseiam, traz uma grande vantagem ao produto, além de oferecer uma interação direta com o mesmo. Fonte: http://www.architonic.com/pmsht/flex-lamp-droog/1114065</p>
	<p>Nome: D-Light Bubbles Autoria: Studio Diana Lin Conceito: As peças são feitas de um silicone flexível e possuem um LED interno. Quando a peça é apertada, pode-se sentir a pressão e até mesmo escutar o barulho do ar saindo. Preço: Não avaliado Ponto destaque: A experiência de escolher a posição e a forma da própria luminária soma ao usuário uma experiência tátil rica e duradoura. Além do formato bastante convidativo para o manuseio, a textura em silicone e a luz que passa através do material translúcido despertam a curiosidade de quem a utiliza, tornando a atividade de acender a luminária muito mais prazerosa e interessante. Fonte: http://www.dianalindesign.com/products/bubbles.html</p>

Ao observar a análise realizada, concluiu-se que, em termos de luminárias interativas, o mercado já possui alguns produtos bastante inovadores e com aspectos formais bem conseguidos. Estes buscam enriquecer a experiência tátil do usuário e fortalecer ainda mais o design emocional, possibilitando uma ligação direta entre usuário-objeto, estabelecendo uma conexão entre eles, sendo diferentes para cada caso de utilização da luminária. Um ponto positivo observado entre os produtos analisados, foi a questão do material utilizado. O silicone, além de oferecer bom acabamento e textura agradável, é uma ótima opção quando se trata de objetos que precisem ser maleáveis para mudar temporariamente de forma; além disso, sua resistência à elevadas temperaturas é bastante alta, o que possibilita a aplicação desse material para essas luminárias.

No entanto, foi observado um ponto negativo em comum na maioria dos produtos analisados; após o usuário interagir com a luminária, essa permanece no formato em que o mesmo a deixou pela última vez, é uma ação sem reação. Não existe, portanto, uma resposta imediata do objeto em troca da ação a que foi remetido, deixando uma impressão de que o ciclo não foi completo. Esta questão observada serviu como base para se estabelecer os principais diferenciais do produto a ser projetado em relação ao mercado atual.

4.3 Análise do Ciclo de Vida do Produto

A avaliação do ciclo de vida do produto é uma ferramenta de grande importância no desenvolvimento de um projeto, uma vez que avalia as necessidades dos fabricantes até os usuários, o que inclui um estudo sobre os impactos que o produto pode acarretar para o meio ambiente, desde sua pré-produção, na escolha da matéria-prima, passando por sua produção, distribuição, uso, e seu descarte. Portanto, o produto não deve ser analisado apenas no ato do consumo. Além disso, “todas as oportunidades para a melhoria do produto, incluindo custos, valores para o consumidor, eficiência produtiva e facilidade de transporte também são considerados” (BAXTER, 1998).

Rozenfeld et al. (2005) afirma que a análise do ciclo de vida possibilita a visualização da trajetória que um produto irá fazer desde seu desenvolvimento e produção até seu descarte. Para isso, é necessário listar todos os clientes que estejam correlacionados com o projeto, sendo eles: interno, intermediário e externo. Os clientes internos envolvem os fabricantes e todas as pessoas envolvidas no desenvolvimento do projeto e na produção do produto. Nesta fase entram questões envolvendo os processos de fabricação, montagem, armazenamento e transporte. Rozenfeld et al. (2005) descreve os

clientes intermediários como todos os que são responsáveis pela distribuição, compras, vendas e marketing do produto projetado. São eles os responsáveis e interessados pela satisfação dos clientes externos, atendendo a todos os requisitos dos mesmos. Os clientes externos, por sua vez, são os que irão usar ou consumir o produto, e/ou manter, desativar e retirar o produto. Estes clientes esperam que atributos como qualidade, eficiência, baixo preço de aquisição e manutenção, segurança, fácil operação, durabilidade, visual atrativo, além de incorporar as últimas tendências e tecnologias, entre outros (ROZENFELD, et al., 2005). Os desejos desses clientes devem então ser tratados com prioridade máxima, pois se o produto desenvolvido não atendê-los de forma eficiente, haverá um fracasso nas vendas do mesmo.

Portanto, nesta fase da pesquisa, tem-se o levantamento das necessidades-requisitos dos clientes. Na primeira etapa tem-se as necessidades dos clientes levantadas a partir da análise de cada etapa do ciclo de vida do produto onde cada cliente expõe seus anseios em relação ao produto e conseqüentemente geram seus próprios requisitos. Esta análise foi realizada com base nas pesquisas realizadas ao longo do projeto, principalmente da análise de similares realizada anteriormente. No segundo momento, tem-se a conversão dos requisitos do cliente em requisitos do projeto, etapa onde estas necessidades mais gerais e abstratas passam a ganhar padrões mensuráveis. E, por fim, tem-se a obtenção das características do produto, etapa que se constitui na primeira decisão física sobre o produto que está sendo projetado. Essa ação definirá parâmetros mensuráveis, associados às características que poderão ser definitivas ao produto. É importante citar que nem todos estes tópicos irão ser incorporados ao produto final. Pode-se utilizar o grau de importância para focar em alguns requisitos mais importantes.

A tabela com os requisitos está em anexo neste trabalho.

5 ETAPA CONCEITUAL

O projeto conceitual visa gerar alternativas a partir da análise dos requisitos e metas levantados durante o projeto informacional para então selecionar a melhor solução que atenda as diversas exigências do público alvo. Desta maneira, é possível determinar um diferencial do mesmo perante seus concorrentes (BAXTER, 1998).

Para tanto, foram feitos painéis iconográficos a partir das palavras-conceito selecionadas por meio de *brainwriting* e foram geradas alternativas, que por sua vez, foram analisadas, aperfeiçoadas e selecionadas até se obter um conceito final.

5.1 Conceituação (movimento, ludicidade e contemplação)

Para delimitar o estilo que se pretendia adicionar ao produto, dotando-o de características específicas, foram selecionadas três palavras-conceito que foram definidas por meio da técnica de *brainwriting*, na qual são sugeridas palavras que transmitam o que se espera para o produto proposto, de acordo com os requisitos já levantados na etapa informacional. Durante o *brainwriting*, foram sugeridas as seguintes palavras: customização, entretenimento, amigabilidade, interação, contemplação, ludicidade, iluminação, diferenciação e movimento. Em todo o processo de seleção das palavras-conceito, pensou-se sempre na palavra ‘interação’ como principal diretriz para o projeto; no entanto, constatou-se que a interação era um conceito que já deveria estar automaticamente intrínseco no mesmo, pois ao se tratar de arte háptica, sabe-se que haverá automaticamente uma interação direta entre usuário-objeto. Assim sendo, das palavras obtidas no processo de *brainwriting*, foram selecionadas três, que serviram como palavras principais para o projeto, são elas: movimento, ludicidade e contemplação; todas sempre relacionadas com a palavra-conceito mais importante: interação.

A palavra-conceito ‘movimento’ foi selecionada com base no pensamento da reação que o objeto realizará em consequência da ação que o usuário aplicou no mesmo. Essa dinâmica, que envolve uma resposta do produto sempre que o é “provocado”, figura o conceito de movimento, conceito esse que acompanhou todo o processo criativo do produto projetado. Em se tratando de um objeto que junte arte, design e engenharia, sabe-se que é preciso encontrar uma harmonia entre as três áreas, destacando suas principais funções no produto desenvolvido. Foi pensando na dinâmica de movimento e tendo também em mente que o produto será uma luminária funcional, chegou-se a conclusão de

que o objeto a ser projetado não deveria limitar-se apenas às soluções racionais e sim, que encontrasse um conceito que fosse capaz de despertar o lado criativo de cada um que o manuseasse, que fosse concebido com o propósito de transmitir ‘ludicidade’ aos que o tocam e o vêem, despertando o desejo de realizar a simples tarefa pelo prazer em fazê-la, colocando então o divertimento como prioridade. Já a palavra-conceito ‘contemplação’, por sua vez, traz a idéia de que o objeto a ser projetado não seria apenas uma simples luminária. Além de iluminar, pretende-se provar que a luminária também está ali para ser quase um objeto de arte, que além de poder ser apreciado, também é possível ser tocado, fazendo dos dedos um pincél pronto a modificar a obra de arte ali exposta.

Após selecionar e refletir sobre as palavras-conceito do produto proposto realizou-se um aprofundamento na morfologia do produto por meio de painéis iconográficos de conceito chave, estilo de vida, expressão do produto e tema visual. Estes painéis, por sua vez, deviam conter imagens que representassem aquilo que o produto deve demonstrar ou de como o produto deverá ser interpretado pelo usuário.

5.1.1 Painéis Semânticos

Segundo Niemeyer (2003), é necessário que o produto seja em seu todo coerente, ou seja, as questões funcionais, ergonômicas, entre outras, devem estar condizentes com as questões de significação do produto. Dessa forma, para se pensar no estilo do produto são realizados os painéis semânticos.

A partir das palavras-conceito, selecionadas na etapa de conceituação do projeto, foi possível desenvolver cada um dos painéis iconográficos contendo, primeiramente, imagens de produtos e situações que representassem o estilo de vida dos consumidores do produto projetado e a influência que o mesmo influenciaria no cotidiano dessas pessoas. Em seguida, foi elaborado o painel de expressão do produto, que demonstra a emoção que o produto transmite ao primeiro olhar e por fim, foi montado o painel de tema visual que traz imagens de produtos que possuam a mesma expressão pretendida pelas palavras-conceito selecionadas. Vale ressaltar que a busca dessas imagens foram sempre limitadas pela palavra-conceito principal do projeto ‘interação’, representando ainda mais o propósito principal, a “alma” do produto a ser projetado.

Essa etapa teve grande importância na elaboração do projeto, pois direcionou a geração de alternativas do produto, dando um maior embasamento aos conceitos gerados.

5.1.1.1 Painel de estilo de vida

Segundo (BAXTER, 1998), o painel de estilo de vida deve ser composto por imagens que transmitam os valores pessoais e sociais, representando, também, o tipo de vida dos consumidores do produto projetado. Sendo assim, foram pesquisadas imagens que abordassem o relacionamento entre o consumidor com as situações e objetos que envolviam a utilização do produto. Tendo, então, um esclarecimento sobre a influência que o mesmo fará no cotidiano dessas pessoas.

Foi com base nessas observações que foi elaborado um painel de estilo de vida (Figura 3), que por sua vez, buscou-se retratar o usuário em suas atividades diárias, tendo em vista o meio em que se está inserido, seus costumes, seus relacionamentos pessoais, sua vestimenta, faixa etária, atividades, etc. As figuras selecionadas tinham relação direta e indireta com o usuário a fim de incluir outros possíveis consumidores que se identificarem com o estilo de vida apresentado, os possíveis compradores da luminária projetada.



Figura 3 - Painel de Estilo de Vida

(Fonte: Arquivo pessoal)

Foi através da confecção do painel de estilo de vida que foi possível visualizar o perfil do consumidor que irá adquirir a luminária; não apenas focado na questão de faixa etária ou classe social, mas também no comportamento que cada um tem com relação à

utilização do produto e de que maneira esse produto será inserido no cotidiano destas pessoas.

5.1.1.2 Painel de Expressão do Produto

O segundo painel (Figura 4) representa a emoção que o produto transmite ao primeiro olhar, trazendo a essência do estilo, porém não se referindo às características específicas do produto, mas ao seu valor simbólico (BAXTER, 1998). Portanto, o painel devia conter imagens relacionadas às emoções que o produto deve transmitir aos seus usuários, expressando valores, provocando sensações e despertando sentimentos que o produto precisará apresentar para satisfazer os desejos do consumidor.



Figura 4 - Painel de Expressão do Produto
(Fonte: Arquivo Pessoal)

Para a confecção deste painel, foram escolhidas figuras que houvesse relação direta com as palavras-conceito selecionadas e que estivessem relacionadas entre si. Na busca de imagens para o painel, foi possível compreender o que se pretendia adicionar ao produto, em termos de conceitos e qualidades.

5.1.1.3 Painel de Tema Visual

Por fim, elaborou-se o painel de tema visual (Figura 5), que deveria conter imagens de diversos produtos existentes no mercado atual e objetos que transmitissem os conceitos e funções semelhantes do produto proposto. Desta maneira, foram selecionadas imagens

de objetos existentes no mercado que expressassem um ou mais dos diferentes conceitos propostos; com o objetivo de ilustrar, mas principalmente como uma ferramenta de auxílio à criatividade e à geração de soluções de alternativas.



Figura 5 - Painel de Tema Visual
(Fonte: Arquivo pessoal)

Neste painel, procurou-se encontrar imagens que trouxessem, além de idéias diversas de como iluminar e embelezar um ambiente, também trouxesse idéias de texturas e formas pretendidas ao produto que pudessem salientar o propósito de convidar o usuário a interagir com a luminária. Sendo assim, compilou-se as imagens de produtos existentes no mercado que representassem as palavras-conceito do projeto, servindo de auxílio para a geração de alternativas.

5.2 Geração de Alternativas

A partir das informações coletadas na fase de projeto informacional, juntamente com o auxílio dos painéis conceituais elaborados anteriormente, foram esboçadas soluções para o produto. O foco da geração de alternativas foi o princípio de funcionamento do mesmo, ou seja, encontrar soluções de iluminação de ambientes, sendo essas soluções capazes de entreter, embelezar e interagir com o usuário que o utiliza.

Foram desenhadas diversas alternativas para atender às necessidades do usuário, tendo sempre em vista os conceitos de: movimento, ludicidade e contemplação. A figura 6, representa uma breve compilação de algumas das alternativas propostas neste processo.



Figura 6 – Alguns conceitos gerados
(Fonte: Arquivo pessoal)

Por meio da análise criteriosa de cada alternativa encontrada, selecionou-se o conceito que melhor atendia aos requisitos e especificações do projeto e, principalmente, o que melhor sanava as necessidades do usuário. A partir desta seleção, definiu-se as medidas preliminares para construir o modelo virtual a fim de uma melhor visualização do produto a ser projetado.

5.3 Conceito Final

O princípio de solução apresentado está diretamente ligado às metas e objetivos do presente projeto e condiz com os conceitos de interação, movimento, ludicidade e contemplação. O conceito encontrado na etapa de geração de alternativas serviu como base para o encontro da solução final do produto proposto. Dos esboços, partiu-se para a definição do dimensionamento e modelamento virtual preliminar do produto (figura 7), onde foi possível determinar os detalhes e características técnicas do mesmo.



Figura 7 - Modelamento virtual preliminar
(Fonte: Arquivo pessoal)

O modelamento virtual acima foi realizado com base nos esboços realizados anteriormente e na definição preliminar das medidas básicas para a luminária, sendo elas aproximadamente de 500 milímetros de altura por 200 milímetros de diâmetro. Para que fosse previsto o espaço interno necessário para incluir todos os componentes elétricos e eletrônicos no interior do corpo da luminária, foi realizada uma pesquisa com o intuito de compreender todas os componentes que iriam compor o produto, desde o sistema da parte elétrica de iluminação até o da tecnologia embarcada que envolve o funcionamento dos tentáculos da luminária; possibilitando, desta maneira, um maior entendimento do funcionamento do produto e suas etapas de fabricação, sendo assim possível realizar os ajustes necessários em sua forma para que sua produção e funcionamento tomassem forma real para possível aplicação.

Após observar todos esses detalhes, realizou-se ainda uma reflexão sobre o aspecto formal do produto, pensando-se tanto nas características emocionais que o mesmo devia emitir quanto nas características formais que limitavam o seu processo de fabricação, como por exemplo, a definição dos moldes de injeção do silicone. Desta maneira, foi possível reajustar a complexidade formal da luminária viabilizando sua produção e ao mesmo tempo não perdendo o princípio de solução do conceito escolhido inicialmente. Partiu-se então para um novo e definitivo modelamento virtual; e desta vez, podendo ser possível incluir as medidas finais da luminária e definir o novo conceito formal do produto.

6 PROJETO DETALHADO

“Ao final do projeto detalhado, deve existir um conjunto completo de especificações do produto (...) a especificação do produto deverá detalhá-lo em desenhos técnicos e procedimentos para o controle de qualidade” (BAXTER, 1998).

A etapa de especificação do produto visa descrever todos os componentes a serem utilizados na fabricação do produto, bem como mostrar a viabilidade técnica do projeto por meio de desenhos técnicos, renderings e descrições dos seus componentes (ROZENFELD, et al., 2005). Para este trabalho serão apresentados a arquitetura do produto, os desenhos técnicos de cada vista do produto, os materiais e processos utilizados, e por fim serão elaborados renderings 3D do produto para uma visualização mais realística do modelo.

6.1 Descrição do Produto

O conceito a ser detalhado decorreu dos processos metodológicos e de pesquisa aplicados e já relatados no presente projeto. Após analisar-se todas as alternativas, estudando as qualidades e os defeitos das mesmas e finalmente definindo o acabamento formal e dimensional da alternativa escolhida, foi possível chegar a um conceito final (figura 8) que atendesse a proposta do presente projeto, uma luminária que fosse capaz de interagir com o usuário dando ênfase na experiência tátil, proporcionando uma experiência rica e duradoura ao mesmo.



Figura 8 - Luminária modo OFF
(Fonte: Arquivo pessoal)

O princípio de funcionamento da luminária está baseado na ação-reação entre usuário-objeto. Com um acabamento formal que remete a um polvo (figura 9), a luminária, quando acesa, estará pronta para interagir com o usuário. Nos primeiros minutos, o usuário poderá observar a luz indirecta que é emitida através da capa de silicone translucido que envolve toda a luminária. Sendo de silicone, o produto já convida para o manuseio, pois sua textura macia remete ao mesmo da pele humana e sua forma inusitada com sua estrutura alongada por “tentáculos” despertam a curiosidade do usuário que a observa.



Figura 9 – Polvo

(Fonte: http://farm3.staticflickr.com/2275/1719704711_8561fb7a08_o.jpg)

Após alguns minutos ligada, os “tentáculos” começam a erguer-se e a contorcer-se alternadamente devido à ligação alternada da placa eletrônica (figura 10), remetendo ao movimento de um polvo a nadar no fundo do oceano (figura 11); esse movimento é possibilitado devido à estrutura interna da luminária que é composta por fios de nitinol (metal com memória de forma), que quando são aquecidos, mudam de forma conforme foram pré-programados.



Figura 10 - Luminária modo ON
(Fonte: Arquivo pessoal)



Figura 11 – Polvo nadando
(Fonte: <http://www.hdanimalswallpapers.com/2012/08/red-octopus-swimming-underwater.html>)

Os fios de nitinol são colocados no meio de cada “tentáculo” durante a fabricação da luminária, formando um esqueleto (figura 12) para o corpo de silicone maleável; estes são todos fixados a uma placa electrónica alimentada pela energia eléctrica usual que irá enviar, no momento em que a luminária é acesa, o comando para os fios começarem a aquecer-se e a contorcer-se.

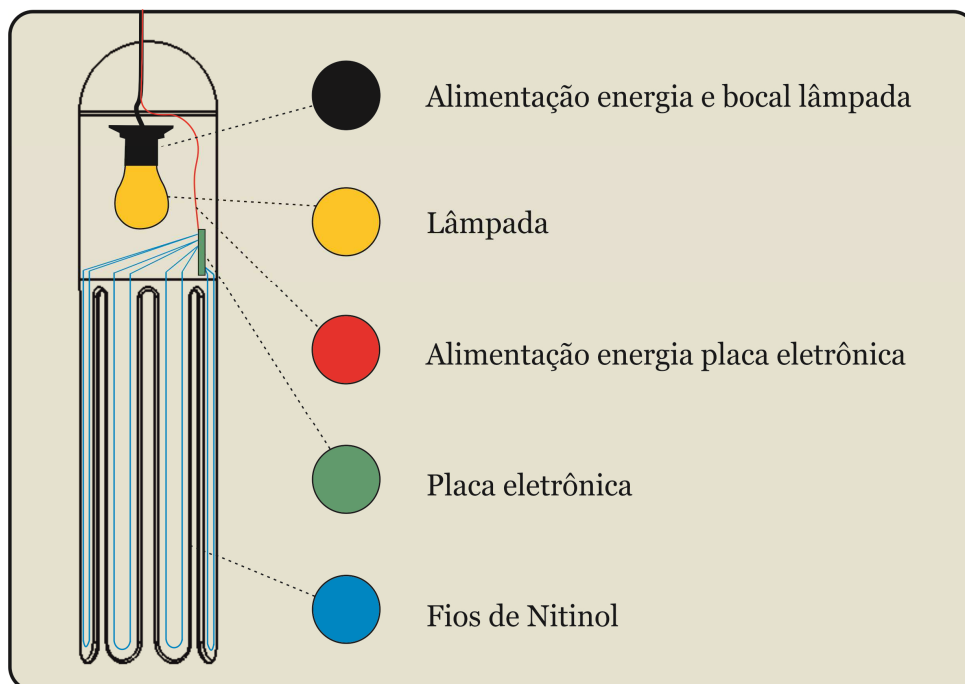


Figura 12 - Tecnologia embarcada
(Fonte: Arquivo pessoal)

Durante este processo, os fios de nitinol aquecem a uma temperatura bastante elevada, esse aquecimento é necessário para que os fios voltem à sua forma original, retorcida; no momento em que usuário puxa os tentáculos (figura 13), os fios esticam-se e em seguida, por estarem aquecidos, voltam novamente à sua forma original, retorcida.

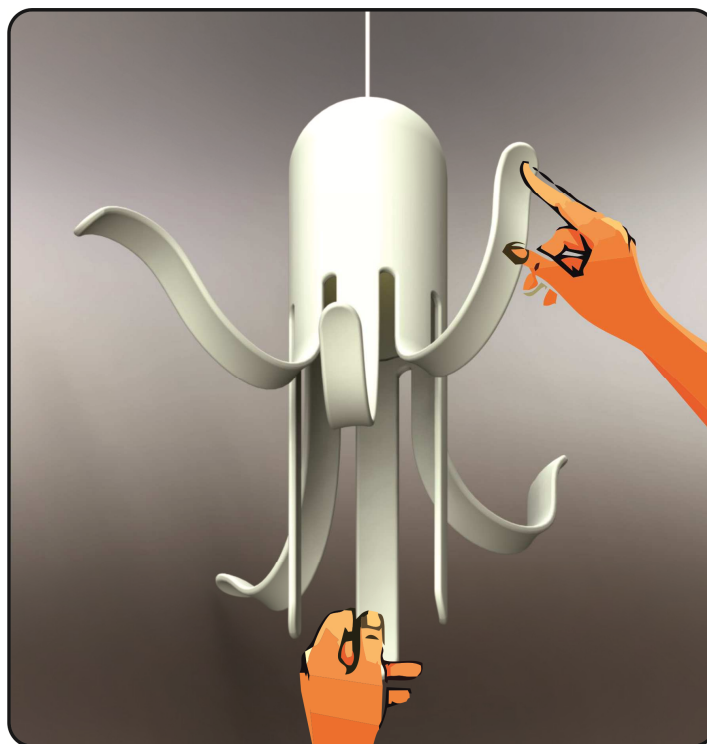


Figura 13 - Interação, puxando os tentáculo
(Fonte: Arquivo pessoal)

Neste momento, além de observar a evolução do objeto a sua frente, o usuário é levado a querer interagir com o mesmo, querendo fazer parte dessa evolução, tendo a curiosidade de observar o resultado da sua ação sobre a luminária. Conforme alguns tentáculos são puxados para baixo, outros já erguem-se novamente, instigando assim o usuário a estar sempre interagindo com a luminária, pois esta sempre corresponderá à acção a que foi remetida. Ao desligar a luminária, o ciclo se completa; com os fios de nitinol resfriados, lentamente voltam à posição inicial fechada. Esse movimento de retorno à posição inicial é possibilitado devido ao peso dos tentáculos de silicone que forçam os fios para baixo, já que estão em temperatura fria, não contorcem à sua forma programada.

A estrutura rígida (figura 14) de poliestireno fortalece ainda mais a parte interna da luminária, dando a idéia de uma “falsa fragilidade”, pois por ser de silicone, espera-se que o objeto seja mole e flexível em sua totalidade, porém a estrutura interna de poliestireno torna rígida a parte superior da luminária. Desta forma, mesmo sendo puxado ou flexionado, a parte onde contém os componentes electrónicos da luminária está em total segurança e não sofrerá quaisquer danos durante o manuseio da mesma. Ainda na questão da segurança de manuseio, vale ressaltar que a luminária estará suspensa no alto e, portanto, estará presa a um cabo de aço que situa-se dentro da estrutura do fio de alimentação de energia da luminária.



Figura 14 - Copo de Poliestireno
(Fonte: Arquivo pessoal)

O usuário pode ainda escolher qualquer tipo de lâmpada do mercado para utilizar em sua luminária, na condição que se encaixe no bocal (figura 15) da mesma (bocal padrão tipo e27).



Figura 15 – Bocal tipo e27

(Fonte: http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-499157727-bocal-de-lampada-e27-rca-_JM)

A troca de lâmpadas é feita de maneira simples, tendo o utilizador apenas que retirar a tampa inferior de silicone flexível (figura 16) onde possibilita-se o acesso ao bocal para a troca de lâmpada ou para eventuais manutenções. Realizada a substituição da lâmpada, basta apenas recolocar a tampa no seu devido lugar.

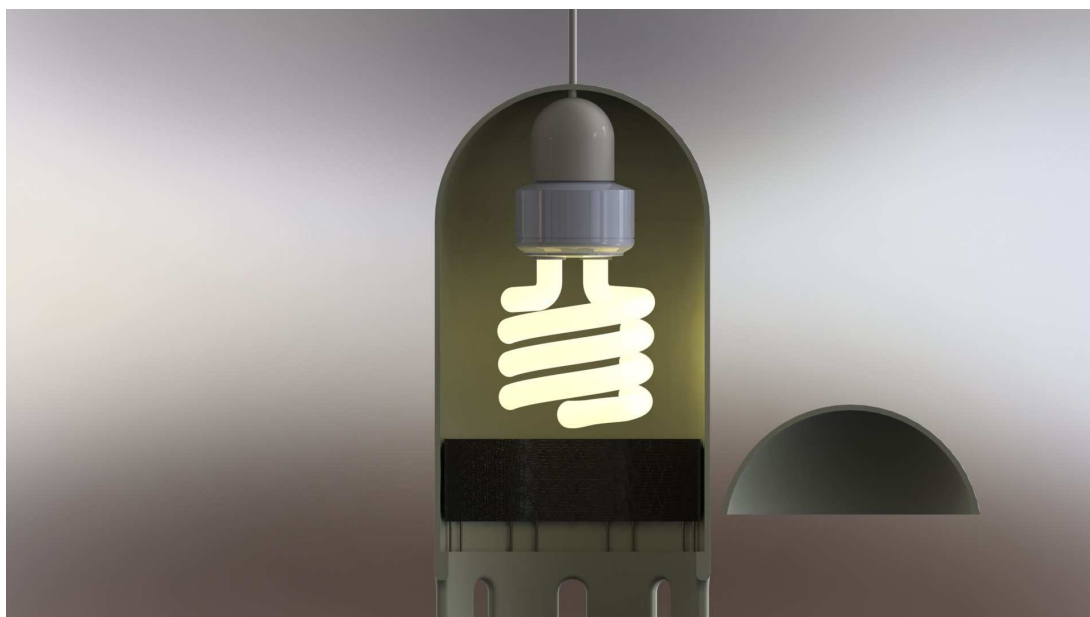


Figura 16 - Parte interna da luminária sem a tampa inferior
(Fonte: Arquivo pessoal)

O usuário pode ainda escolher outras cores de lâmpadas a fim de personalizar ainda mais a sua luminária e dando um toque mais pessoal para seu objeto.

6.2 Arquitetura do Produto

A fim de apresentar de forma clara o funcionamento físico e técnico do produto proposto, foi estruturada a arquitetura do produto (Figura 18), determinando os principais componentes que a luminária irá conter.



Figura 17 - Visão explodida da luminária
(Fonte: Arquivo pessoal)

Nota-se que a placa eletrônica inserida no interior da luminária tem um formato de anel, sendo possibilitado pela tecnologia de placas tipo Flex PCB (figura 18), podendo moldar a placa em formatos inusitados que permitem o encaixe perfeito no interior da luminária. Fixados à placa, estão os fios de nitinol que formam a estrutura interna dos tentáculos do produto.

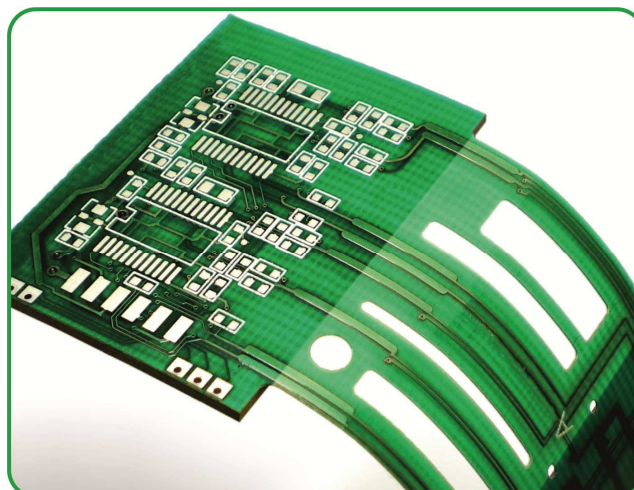


Figura 18 - Placa eletrônica tipo Flex PCB
(Fonte: http://www.andus.de/_images/semiflex-leiterplatte.jpg)

6.3 Descrição dos materiais

Para a definição dos materiais a serem empregados na construção da luminária, foram levados em consideração os critérios de qualidade, aparência, manutenção, durabilidade e custo dos materiais a serem utilizados. Há que se equilibrar tais critérios para que se apoiem e beneficiem entre si.

6.3.1 Nitinol

Em 1932, o físico sueco Arne Olander descobriu um fenômeno quando trabalhava com uma liga de ouro (Au) e cádmio (Cd) a qual podia ser deformada plasticamente quando estava fria e quando aquecida retornava à sua forma inicial. Este fenômeno fora denominado de “Efeito de Memória de Forma”, e as ligas que apresentam esta característica são chamadas Ligas com Memória de Forma (Shape Memory Alloy – SMA).

Foi em 1961 que um grupo de pesquisadores, liderados pelo engenheiro metalúrgico Willian F. Buehler, descobriu o efeito de memória de forma em uma liga de níquel e titânio equiatômica. A esta liga deu-se o nome de Nitinol, devido ao laboratório onde foi desenvolvido e aos seus elementos de constituição, assim Nitinol é um acrônimo de “Nickel Titanium Naval Ordnance Laboratory”. Esta liga, que por sua vez apropria-se de excelentes propriedades elétricas e mecânicas; alta resistência à fadiga e à corrosão; superelasticidade; boa biocompatibilidade e memória de forma, tornou-se uma das mais importantes dentre os denominados materiais inteligentes, principalmente pela utilização em arcos ortodônticos, instrumentos cirúrgicos, estruturas adaptativas para controle de forma e de vibração, etc.

O termo memória de forma relaciona-se à habilidade de certos materiais de “lembrar” um determinado formato, mesmo que deformações severas sejam aplicadas sobre ele: uma vez que o Nitinol é deformado a baixas temperaturas, permanecerá com o novo formato até que seja aquecido, e, com isso, retornará espontaneamente a sua forma original (Figura 19). A característica de superelasticidade associa-se na habilidade das ligas com memória de forma sofrerem uma deformação elástica muito extensa, mais de 20 vezes superior em comparação com os materiais convencionais, sendo total ou parcialmente recuperável.

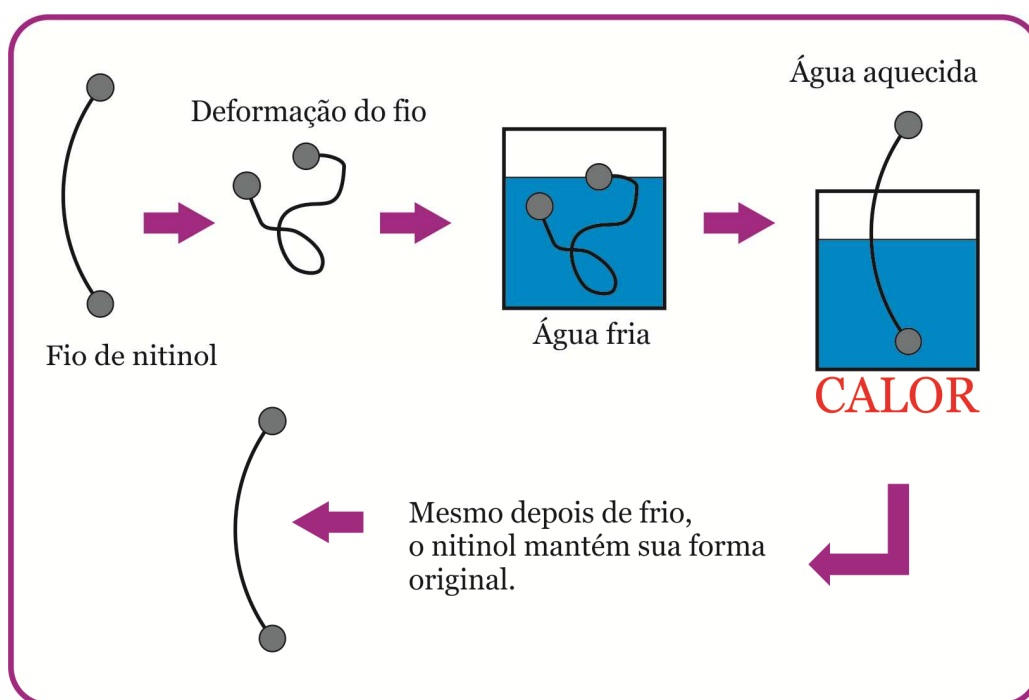


Figura 19 - Funcionamento do Nitinol
(Fonte: Arquivo pessoal)

Este efeito é baseado em uma transformação interna na estrutura da liga, denominada na fase inicial de austenita, que é a fase matriz de alta temperatura possuindo uma estrutura cúbica cristalina homogênea, com um módulo de elasticidade relativamente alto e que necessita de uma força externa ao material para transformar-se em martensite, que por sua vez possui uma estrutura monoclinica conjugada e um baixo módulo de elasticidade e temperatura.

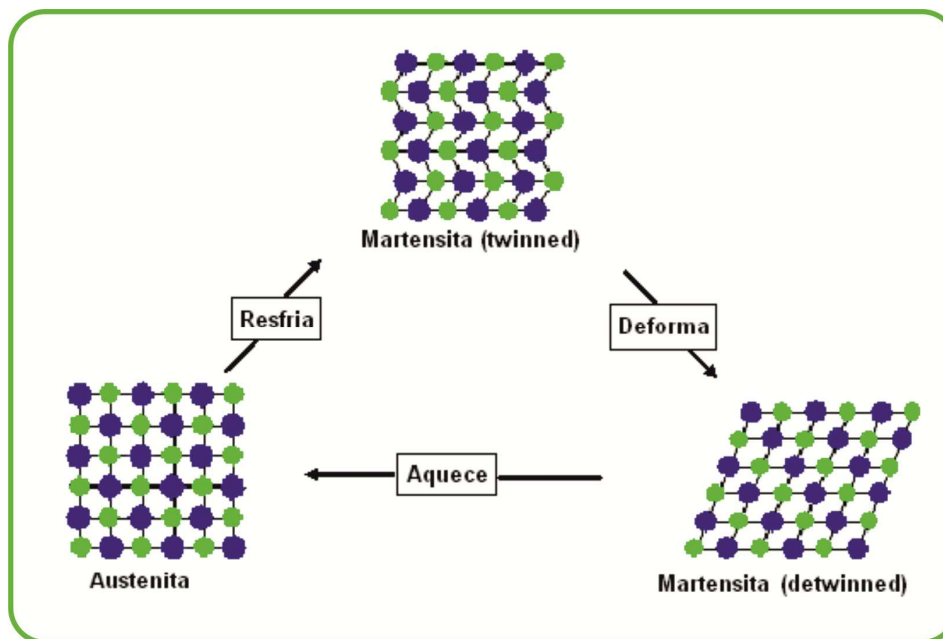


Figura 20 - Transformação de fases da SMA
(Fonte: Arquivo pessoal)

A estrutura em forma de cristal refere-se a como os átomos se organizam. Cristais cúbicos possuem átomos localizados em cada canto de um cubo imaginário, enquanto cristais monoclínicos parecem-se com paralelogramos tridimensionais, a figura 20 ilustra estas estruturas. As temperaturas de transformação das ligas de NiTi estão extremamente ligadas a composição da liga e aos tratamentos térmicos sofridos durante o processo de fabricação (THOMPSON, 2000).

Devido à alta reatividade do Titânio, a fusão dessas ligas deve ser conseguida sob vácuo ou em atmosfera inerte, sendo comercialmente utilizadas técnicas como a fusão por arco de plasma ou por feixe de elétrons (FRENZEL, ZHANG, NEUKING, & EGGELER, 2004). Para a liga de nitinol, as temperaturas de transformação podem ser alteradas pela mudança de composição da liga (BUEHLER & WANG, 1967). As barras obtidas são depois conformadas à quente por forjamento, laminação ou extrusão.

6.3.2 Borracha de silicone

As borrachas de silicone constituem uma família (elastômeros) de materiais cuja composição é formada por elementos parcialmente inorgânicos e parcialmente orgânicos; possuem uma cadeia principal alternadamente constituída por átomos de silício e de oxigênio e por grupos orgânicos (por exemplo, metil, vinil, fenil) nas cadeias laterais.

Os elastômeros fazem parte da classe de materiais poliméricos conhecidos como termofixos, esses materiais são assim denominados porque uma vez aquecidos (fundidos)

e resfriados novamente, perdem suas propriedades físicas, devido às alterações químicas sofridas durante o processo de aquecimento. A principal característica mecânica deste material, quando submetido à tensão, é de deformar-se elasticamente, podendo chegar a mais de 1000% do comprimento útil original, mesmo quando submetidos a valores relativamente altos de tensão (CANEVAROLO & VICENTE, 1998).

As primeiras borrachas de silicone foram produzidas nos Estados Unidos da América do Norte durante a II Guerra Mundial (1944). Este material encontra-se entre o grupo de elastômeros sintéticos que proporcionam um excelente balanço entre propriedades químicas, mecânicas e resistência a ampla gama de temperatura (de -60°C até 250°C), como por exemplo: a excepcional resistência ao calor e a flexibilidade à baixa temperatura (CANEVAROLO & VICENTE, 1998). Além disso, possui longa vida útil, boa elasticidade, não tem cheiro e é atóxico. Tais características permitem sua utilização em diversas aplicações, tais como em artigos médicos e na indústria farmacêutica, aeronáutica, naval, automóvel, etc.

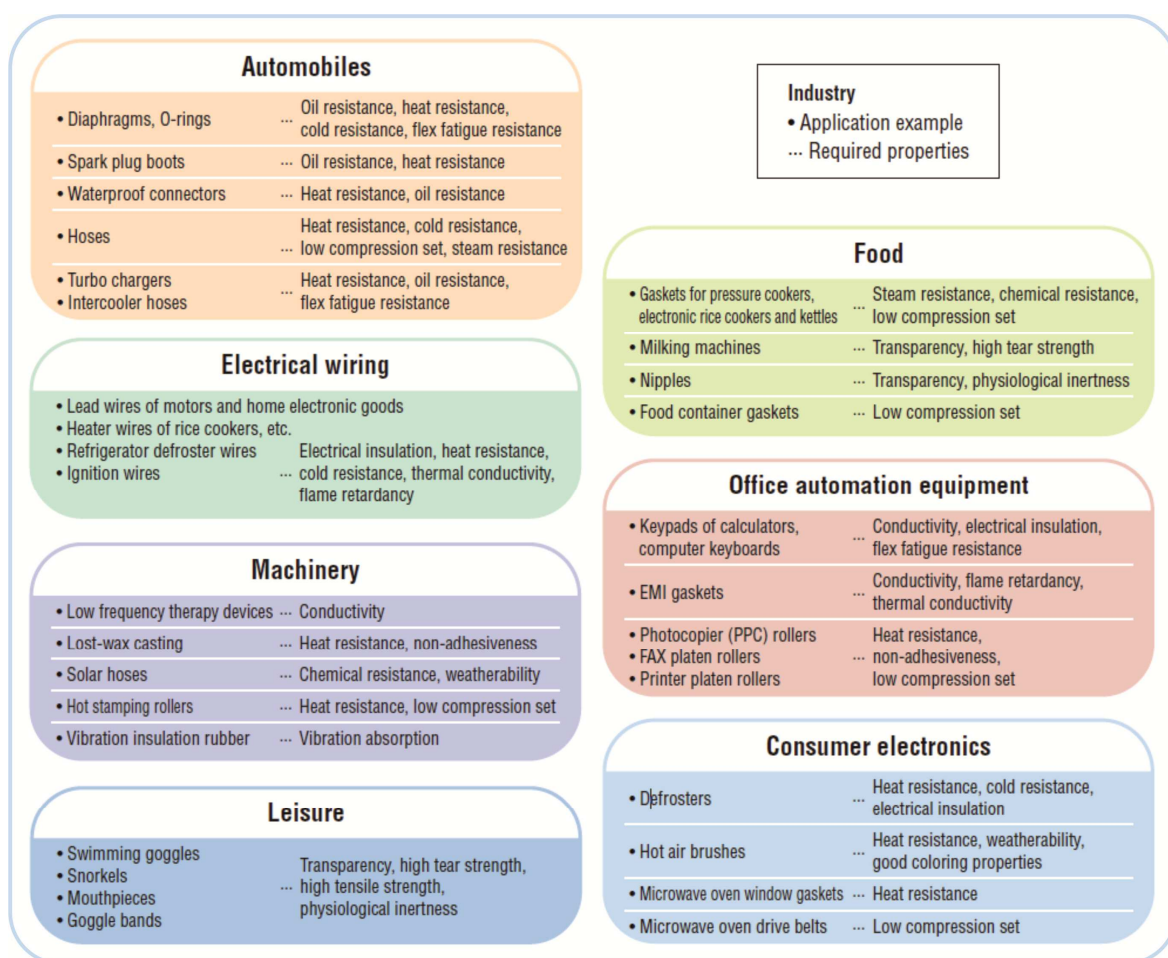


Figura 21 - Aplicações da borracha de silicone
 (Fonte: Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.)

Existem hoje no mercado três tipos de borracha de silicone , a vulcanizável a quente ou HTV (“high temperature vulcanizing”) e a vulcanizável a frio ou RTV (“room temperature vulcanizing”) e a borracha de silicone líquida ou LSR (“liquid silicone rubber”). Comparados com outros tipos de elastômeros orgânicos, a borracha de silicone apresenta grande facilidade de processamento, o que resulta em alta produtividade e custo moderado, do artefato final (GOMES, 2013).

6.3.3 Adesivo para silicone

Para a junção das partes injetadas do corpo de silicone será preciso a aplicação de um adesivo selante a fim de prover a união máxima entre as partes a serem fixadas. Para isso, sugere-se a utilização de vedantes de silicone, uma vez que suportam elevadas temperaturas, são de fácil utilização e proporcionam uma boa vedação com alto desempenho, adequados para o preenchimento de grandes folgas e montagens onde seja necessária grande flexibilidade.

Os dados técnicos do adesivo sugerido encontram-se, disponíveis em documento oferecido pela empresa de adesivos, em anexo neste trabalho.

6.3.4 Poliestireno (PS)

Para estruturar o corpo de silicone flexível, foi preciso integrar em seu interior uma estrutura rígida em plástico transparente resistente a alta temperatura. Dentre essas características, seleccionou-se o poliestireno, que por sua vez é um termoplástico duro e quebradiço com transparência cristalina. Possui baixa densidade que oferece um bom equilíbrio de propriedades térmicas, químicas e elétricas. As propriedades de resistência podem ser significativamente aumentadas ou melhoradas através de reforços de fibra de vidro. Os poliestirenos não-reforçados são utilizados em aplicações como embalagem, tais como recipientes farmacêuticos, médicos, de cosméticos moldados por sopro, além dos destinados a alimentos. Tanto os tipos reforçados como os não reforçados são aplicados a automóveis, aparelhos domésticos e elétricos, como carcaças de bateria, de lanterna, pás de ventiladores, carretéis de bobinas, capas protetoras de cabo elétrico, jogos magnéticos de TV, cartuchos para fusíveis e como isoladores, entre outras aplicações.

Suas principais propriedades estão em fácil processamento; fácil coloração; baixo custo; elevada resistência a ácidos e álcalis; semelhante ao vidro; baixa densidade e absorção de umidade. Dentre os 4 tipos de Poliestirenos existentes (PS Cristal; PS resistente ao calor; PS de alto impacto e PS expandido), escolheu-se o PS de alto impacto

(HIPS – “high impact polystyrene”) cuja estrutura contém de 5 a 10% de elastômero (borracha), que é agregado através de mistura mecânica ou diretamente no processo de polimerização, através de enxerto na cadeia polimérica, obtendo-se desse modo uma blenda.

As resinas comerciais de HIPS têm sido aplicadas tanto em processos de moldagem por injeção tanto como por extrusão. Usualmente, as resinas que apresentam baixa viscosidade do fundido são usadas para aplicações em moldagem por injeção, já as resinas com alta viscosidade do fundido são mais apropriadas para aplicações em extrusão. Outra aplicação que vem ganhando espaço é na termoformagem, principalmente na indústria de embalagens para alimentos e, em fase incipiente, na moldagem de peças maiores, como prateleiras para geladeiras.

6.4 Descrição do processo de fabricação

6.4.1 Moldagem por injeção

Para obter-se uma forma orgânica bem conseguida, de forma a parecer um objeto liso sem bolhas, reentrâncias ou rupturas, sugere-se que o corpo e a tampa inferior da luminária projetada envolva um processo de fabricação chamado moldagem por injeção. Compostos como a borracha de silicone normalmente oferecem viscosidade relativamente baixa e velocidade de cura rápida, que são características que tornam oportuno o emprego do método de moldagem por injeção (MANRICH, 2005). Os ciclos de injeção de compostos com Silicone são também relativamente rápidos entre 1 a 3 minutos, dependendo das espessuras de paredes da peça. Usa-se um misturador estático para misturar os dois componentes, A e B, com proporção de 1:1; sendo possível deitar a mistura diretamente em uma máquina de moldagem por injeção.

Especificamente para a moldagem do corpo de silicone, será preciso um controle, tanto por passagem de ar frio quando por corrente de água, da temperatura do molde de injeção a fim de que o mesmo esteja sempre em temperatura amena. Desta maneira, evita-se que o nitinol não contorça-se no momento em que é inserido juntamente com o silicone, devido a altas temperaturas que o molde de injeção se encontra.

Este método também é aplicado para a produção do copo de poliestireno da luminária, pois o processo de moldagem por injeção também se aplica aos termoplásticos. Os equipamentos de moldagem por injeção atuais utilizam um mecanismo de parafuso móvel (Figura 23) a fim de fundir o plástico e injetá-lo no molde,

obtendo-se assim um fundido mais homogêneo em comparação aos equipamentos mais antigos, que por sua vez, utilizam um êmbolo para injetar o plástico “fundido”. Portanto, os equipamentos atuais são constituídos por dois componentes principais (figura 24):

- Unidade de injeção - Funde e entrega o polímero fundido (funcionando como uma extrusora).
- Unidade de fixação - Abre e fecha o molde em cada ciclo de injeção.

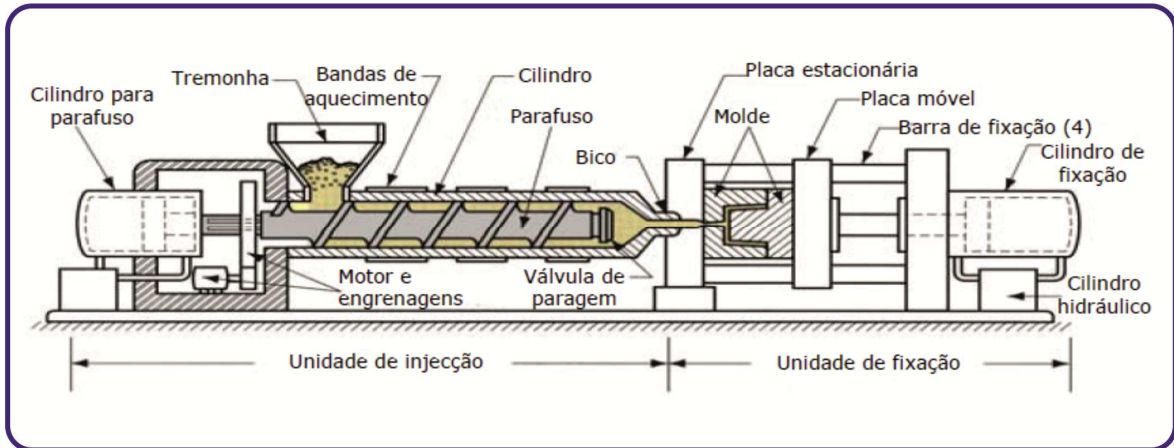


Figura 22 - Máquina de moldagem por injeção
(Fonte: <http://in3.dem.ist.utl.pt/mscdesign/01tecmecc/notas6.pdf>)

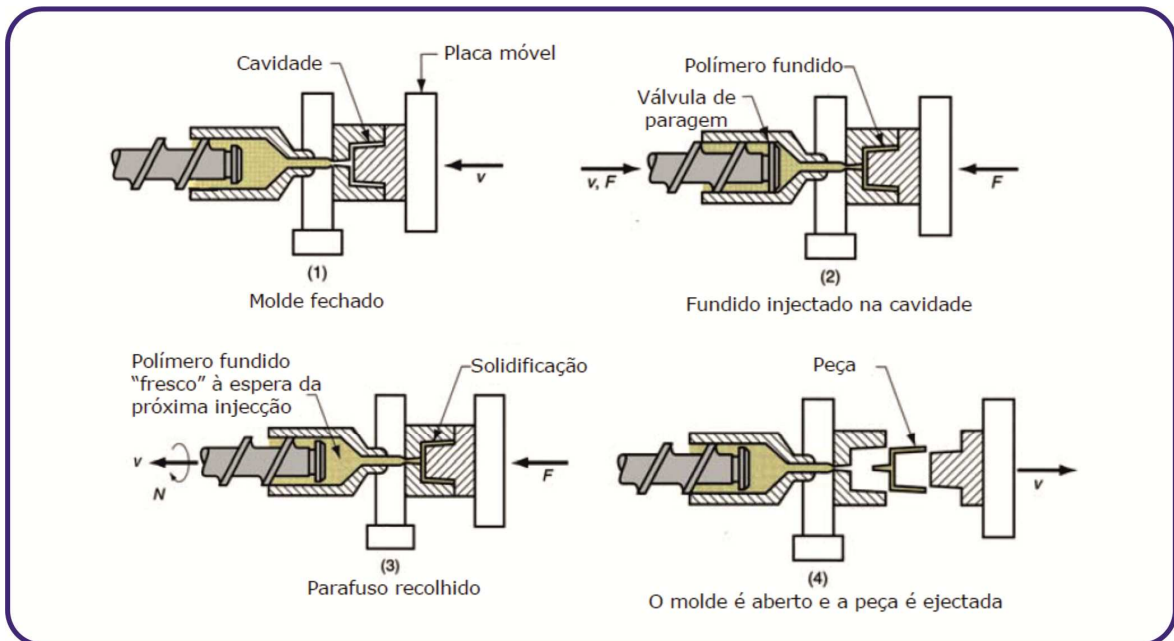


Figura 23 - Detalhe processo de moldagem por injeção
(Fonte: <http://in3.dem.ist.utl.pt/mscdesign/01tecmecc/notas6.pdf>)

6.4.1.1 Molde de Injeção

Para todos os componentes da luminária (corpo de silicone, copo de poliestireno e tampa inferior) os moldes de injeção serão separados entre macho e fêmea, marcando o positivo e o negativo de cada peça.

Para o corpo de silicone, em cada 2 peças (figura 25) que são injectadas, será possível então formar a peça inteira. Sendo ambas as partes seladas com adesivo para silicone.



Figura 24 - Parte do corpo de silicone a ser unida com a uma outra parte
(Fonte: Arquivo pessoal)

O molde de injeção é, sem dúvida, um dos elementos mais caros no desenvolvimento de uma peça; é também um item fundamental para que o plástico obtenha um bom acabamento formal. É por esta razão que o projeto do molde propriamente dito, bem como o material que será usado em sua construção, carece de uma ampla pesquisa e minucioso detalhamento técnico do mesmo para que o projeto não encareça ainda mais.

Um molde de injeção é constituído de, no mínimo, duas partes. Uma delas é instalada na placa estacionária enquanto a outra situa-se na placa móvel. O alinhamento perfeito destas duas metades é de fundamental importância, pois evita-se assim qualquer vazamento do plástico a ser injetado sob alta pressão na cavidade do molde. Para que ocorra um ajuste perfeito entre essas duas partes, existem as colunas e buchas guias que direcionam a parte móvel a se juntar à parte fixa. Para que a remoção ocorra com mais

facilidade, os moldes são projetados de modo que as peças injetadas fiquem na metade móvel do molde. Os canais de alimentação são pontos situados entre o canal de injeção e a cavidade (CANEVAROLO & VICENTE, 1998). Num projeto de molde (Figura 26) devem ser considerados o tamanho, o tipo e a posição destes canais. É possível também fabricar moldes sem canais de distribuição, o que consiste em moldes com câmara ou bico quente, que por sua vez não possuirá o canal de distribuição, e sim em cada cavidade um bico injetor.



Figura 25 - Moldes de injeção
(Fonte: <http://www.demet.ufmg.br>)

6.4.2 Montagem

Para que a estrutura de nitinol seja inserida (figura 27) entre os tentáculos da luminária, pretende-se que os fios já estejam acoplados ao molde de injeção antes mesmo do silicone ser injetado. Por esta razão é preciso que o molde de aço de injeção não esteja aquecido em uma temperatura demasiada elevada a fim de evitar eventuais conflitos com a temperatura de contração dos fios de nitinol.

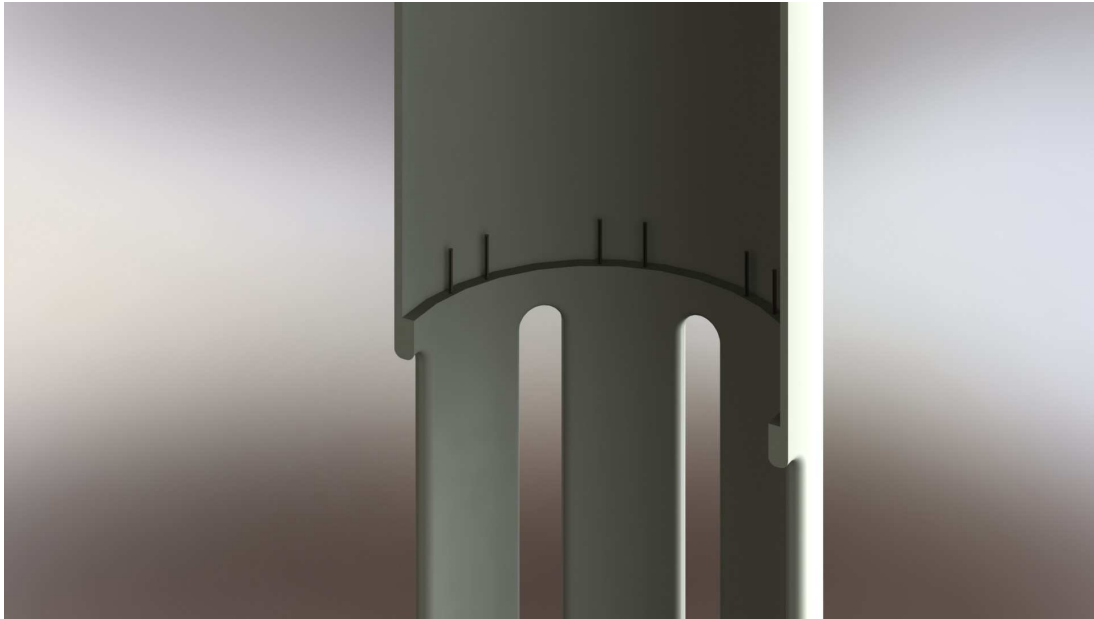


Figura 26 - Detalhe dos fios de nitinol inseridos no corpo de silicone injectado
(Fonte: Arquivo pessoal)

Em seguida, o copo de poliestireno é acoplado ao interior do corpo de silicone. Por ter as dimensões quase equivalentes à parte superior do sorpo de silicone, não é preciso cola ou adesivo para fixar o mesmo, sendo ele fixo apenas pela pressão que o silicone fará contra o copo.

Após isso, os itens eletrônicos que proverão o funcionamento dos movimentos dos fios de nitinol (placa eletrônica e fios de comunicação) e os de iluminação (fio de alimentação de energia, bocal da lâmpada e lâmpada) são inseridos no interior do corpo de poliestireno transparente; por fim, o fio de alimentação de energia passa então pelo orifício existente na extremidade superior da luminária.

Os fios de nitinol são então fixados à placa eletrônica e a tampa inferior de silicone é ajustada no seu devido lugar no corpo de silicone. A tampa não é fixada com nenhuma cola ou adesivo, pois ela será retirada no momento em que for oportuno mudar a lâmpada ou realizar ajustes técnicos na luminária.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ser humano está habituado a lidar com milhares de objectos no seu dia-a-dia, desde um relógio de pulso até uma máquina de levantar dinheiro ao banco, desde o forno até um simples copo. A diferença em cada experiência que se vai ter está no modo em que o ser humano interage com esses objetos, de forma correta ou não. Estar sensível a essas experiências todas não é comum na correria da rotina de todos os dias, e nem sempre existe a intenção de interagir com tais objetos que estão ao redor.

Com o passar dos anos e com o avanço das tecnologias e da internet, notou-se que o ser humano desenvolveu um sentimento de urgência para quase tudo o que faz; a espera do resultado de uma pesquisa sobre qualquer assunto na internet não pode levar mais de 2 minutos, ou o usuário já torna-se impaciente; mandar uma carta ou cartão postal já não é mais tão comum como anos atrás, tudo é feito *online* em questão de segundos. É nesta correria que o ser humano anda a viver atualmente e, por consequência, suas actividades também acabam por se tornar automáticas.

Foi com a intenção de se exaltar o sentido do tato e de resgatar o cuidado e atenção que se desprende em tarefas do cotidiano que começou-se a construir um plano de projeto cujo principal objetivo seria o desenvolvimento de um produto que se encaixasse nas devidas condições de produção a nível industrial e que ao mesmo tempo representasse de forma lúdica e funcional, a interação usuário-objeto.

O presente projeto pretendeu então exemplificar, de forma simples e prática, a importância de se interagir com objetos do cotidiano, de reservar alguns minutos para uma honesta contemplação sob um produto que foi projetado, não só para cumprir uma função e sim de se comunicar com o utilizador. Portanto, foi sugerida uma luminária que interagisse com o usuário no momento exato em que a está utilizando, transformando a simples tarefa de iluminar um ambiente em um momento de contemplação, de entretenimento e de ludicidade com o objeto.

O conceito escolhido foi selecionado dentre diversos conceitos de formas do objeto que pudessem ser familiares ao usuário, como luvas, raízes, veias, tentáculos. Também se refletiu sobre a questão do objeto ser agradável ao toque, para que a experiência do usuário não seja apenas na ativação da luminária e sim em todo o processo, inclusive na

sensação que se irá ter no momento do toque. Sendo assim, selecionou-se o silicone como material principal de cobertura da luminária, cujo processo industrial não é caro e as opções de formas do objeto que se podem trabalhar são incontáveis. A forma selecionada foi inspirada na estrutura natural do polvo. Desta maneira, com o conceito definido, foi possível estabelecer o funcionamento da luminária juntamente com o detalhamento prévio da parte técnica do produto. Um dos pontos importantes do projeto foi a sugestão de utilização do nitinol (metal com memória de forma) para possibilitar os movimentos dos tentáculos da luminária.

Ao fim do trabalho, conclui-se que acima de tudo, atingiu-se o objetivo principal do projeto, no entanto ficam em aberto algumas questões a serem definidas em possíveis estudos futuros:

- Detalhamento aprofundado do processo de fabricação, visto que ainda há um questionamento sobre a maneira mais prática de inserir os fios de nitinol junto com o silicone injetado.
- Projeto de cada molde de injeção
- Definição da espessura dos fios de nitinol, pois para cada tipo de esforço requerido, a espessura pode mudar. No caso, seria preciso calcular o esforço desprendido pelo nitinol para que a massa de silicone fosse erguida como pretendido.

BIBLIOGRAFIA

- BAXTER, M. (1998). *Projeto de produto - Guia prático para o design de novos produtos* (2ª ed.). São Paulo: Edgard Blücher Ltda.
- BUEHLER, W., & WANG, F. E. (1967). A summary of recent research on the Nitinol alloys and their potential application in ocean engineering. *Ocean Engineering*.
- CANEVAROLO, J., & VICENTE, S. (1998). *Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros* (1ª ed.). São Paulo: Artliber.
- CHIAVENATO, I. (2012). *Empreendedorismo* (4ª ed.). São Paulo: Manole.
- COELHO, S. (2011). Art Evolves through Technology: Haptic after the Hegemony of Visual Art. *Second International Conference*, pp. 171-176.
- CRAIG, J. C., & ROLLMAN, G. B. (1999). Somesthesia. *Annual Review of Psychology*, 50.
- DARIAN-SMITH, I. (1984). *The sense of touch: performance and peripheral neural processes. Handbook of Physiology: The Nervous System and Sensory Processes*. Bethesda: American Physiology Society.
- FISCHER, J. (2001). *Uma abordagem prática da neurociência como contribuição para alfabetização de pessoas portadoras de necessidades educativas especiais*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- FRENZEL, J., ZHANG, Z., NEUKING, K., & EGGELER, G. (2004). High quality vacuum induction melting of small quantities of NiTi shape memory alloys in graphite crucibles. *Journal of Alloys and Compounds*.
- GIBSON, J. J. (1960). The concept of the stimulus in psychology. *American Psychologist*, 15.
- GIBSON, J. J. (1962). Observations on Active Touch. *Psychological Review*, 69.
- GIBSON, J. J. (1963). The useful dimensions of sensitivity. *American Psychologist*, 18.
- GOMES, M. M. (2013). *Borracha de Silicone*. Obtido em Agosto de 2013, de Rubberpedia: <http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-silicone.php>

- LAMOTTE, R. H., & SRINIVASAN, M. A. (1991). *Surface microgeometry: Tactile perception and neural encoding. Information processing in the somatosensory system*. London: MacMillan.
- LEDERMAN, S., KLATZKY, R., HAMILTON, C., & MORGAN, T. (2002). Integrating multimodal information about surface texture via a probe: Relative contributions of haptic and touch produced sound sources. *10th Annual meeting of Haptic Interfaces for Teleoperator and Virtual Environment Systems. Satellite meeting of the Annual IEEE VR '02 meeting*.
- MANRICH, S. (2005). *Processamento de Termoplásticos: rosca única, extrusão e matrizes, injeção e moldes* (1ª ed.). São Paulo: Artliber.
- McCRONE, J. (2002). Como o cérebro funciona: uma análise da mente e da consciência. In *Série mais ciência* (V. d. Assis, Trad.). São Paulo: Publifolha.
- NIEMEYER, L. (2003). *Elementos da Semiótica Aplicados ao Design*. Rio de Janeiro: 2AB.
- OAKLEY, I., MCGEE, M., BREWSTER, S., & GRAY, P. (2000). Putting the feel in look and feel. *ACM Conference on Human Factors and Computing Systems*. Holand: Proceedings.
- POCOCK, G., & RICHARDS, C. D. (2006). *Fisiologia humana: a base da medicina* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- ROZENFELD, H., FORCELLINI, F. A., AMARAL, D. C., SILVA, S. L., ALLIPRANDINI, D. H., SCALICE, R. K., et al. (2005). *Gestão De Desenvolvimento De Produtos: uma referência para a melhoria do Processo*. São Paulo: Saraiva.
- SANTAELLA, L. (2004). *Navegação no ciberespaço: O perfil cognitivo do leitor imersivo*. São Paulo: Paulus.
- THOMPSON, S. A. (2000). An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*.

ANEXO 1

Tabela análise ciclo de vida do produto

ANEXO 2

Desenhos técnicos da luminária