

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências Escola Superior de Desenho Industrial

Raffael Machado Costa

Interfaces eletrônicas em madeira: fundamento, sistema, técnica e potencial

Raffael Machado Costa

Interfaces eletrônicas em madeira: fundamento, sistema, técnica e potencial

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel, ao programa de Graduação em Desenho Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Linha de Pesquisa: Projeto de Produto e Inovação.

Orientador: Prof. PhD Luiz Vidal Gomes

Raffael Machado Costa

Interfaces eletrônicas em madeira: fundamento, sistema, técnica e potencial

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel, ao programa de Graduação em Desenho Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Linha de Pesquisa: Projeto de Produto e Inovação.

Aprovada em		de 2015.
Banca examinad	iora:	
		Luiz Vidal Gomes (Orientador) erior de Desenho Industrial - UERJ
		Ligia Maria Sampaio de Medeiros erior de Desenho Industrial - UERJ
		r. Frank Anthony Barral Dodd erior de Desenho Industrial - UERJ

Rio de Janeiro 2015

Dedico este trabalho a todos aqueles continuamente propelidos pela energia da curiosidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais José Marcos e Ana Cláudia pelo carinho e apoio, não só neste trabalho, mas durante toda a minha trajetória. Ao meu irmão Conrado pelo interesse genuíno em tudo que faço. Também à minha companheira Thais pela sensibilidade, inteligência e generosidade demonstrada nos muitos momentos em que as mesmas me faltaram. Ao professor orientador e amigo Luiz pela paciência, zelo e diligência com que tratou todos os aspectos do projeto e, principalmente, por ser um motivador incansável.

Sou grato também a meus colegas orientandos Ana Paula, Danielle e Paulo pelas sugestões e por estarem sempre atentos aos requisitos da praxe acadêmica, os quais muitas vezes me escapavam. À Lígia e Frank pela contribuição indireta na condição de professores examinadores.

Agradeço a meu avô José (in memoriam) por incentivar em mim o gosto pela inventividade e nunca ter medido esforços para que nossas pequenas criações dessem certo. Também aos meus outros avós Léa, Anna Lucia e Manoel por estarem sempre presentes em minha vida. Por fim, agradeço aos grandes amigos Ricardo, Pedro, Thadeu e Eric por serem peças-chave na minha evolução pessoal.

RESUMO

Sob um cenário de recente revaloração de processos e materiais historicamente re-

lacionados aos ofícios e artesanias, este documento relata etapas do projeto que tem

por objetivo posicionar a madeira em um novo espectro de aplicações. Através de

intervenções analógicas e digitais, modernas e tradicionais, foi conferida ao material

a capacidade de reconhecer o toque e proximidade sem que houvesse alteração de

seus atributos táteis e visuais originais.

Como substrato teórico, são investigadas conexões do projeto ao movimento Arts

and Crafts e as subculturas DIY e Maker, bem como a influência das novas tecnolo-

gias de fabricação digital no trabalho de desenhistas industriais, designers, makers,

artesãos e artistas contemporâneos.

Os modelos físicos sintetizam conceitos desenvolvidos na fundamentação do

projeto, comportando-se em termos formais e visuais como uma matéria-prima ge-

nuína e sugerindo utilidade em projetos de mobiliário, interiores e eletrônicos. O mé-

todo construtivo bidimensional, baseado em princípios paramétricos, torna simples a

alteração do posicionamento de componentes em função dos requisitos funcionais do

produto final.

Palavras-chave:

Desenho Industrial; Design; Ofícios; Materiais; Madeira; Sistemas; Circuitos, Sensores;

Parametrização; Makers; Craftsmanship; Artesania.

ABSTRACT

Under a scenario of increasing revaluation of processes and materials historically related to craftsmanship, this document reports the stages of a project that intends to position wood in a new spectrum of applications. Through a series of analog and digital, modern and traditional interventions, it was given the material the possibility of recognizing touch and proximity without the change of its original tactile and visual attributes.

As a theoretical basis, connections between the project and the Arts & Crafts movement and DIY and Maker subcultures are investigated, as well as the influence of new technologies of digital fabrication in the work of contemporary industrial designers, makers, craftsmen and artists.

The physical models synthesize concepts developed in the theoretical foundation, behaving in both formal and visual ways as a raw feedstock and suggesting utility for furniture, interior and electronic projects. The two-dimensional construction method, based on parametric principles, makes it simple to the change the position of components depending on the functional requirements of the final product.

Keywords:

Industrial Design; Design; Craftsmanship; Materials; Wood; Systems; Circuitry, Sensors; Parametrization; Makers; Crafts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fundadores da Makerbot. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/ MakerBot Industries Figura 2: Hardware Arduino e sensor de temperatura construído através da plataforma. Figura 3: Modelo Radial do projeto Lignolight e instalação eletrônica, mesa de trabalho, modelos anteriores e desenhos. Figura 4: Laminado de madeira e acrílico e teste de difusão luminosa. Figura 5: Modelo Radial + montagem eletrônica e modelo final. Figura 6: Processo de acabamento manual e garrafa finalizada da Portland Growler Co. Figura 7: Oficina de móveis dos irmãos Ernest e Sidney Barnsley e Ernest Gimson. Figura 8: Detalhe de tíquete para exposição da The Arts & Crafts Exhibition Society. Figura 9: Tábuas de madeira da Hejmonti. Figura 10: Figura 11: Figura 12: Figura 13: Figura 14: Figura 15:

Figura 16:

Figura 17:

Figura 18:		
Figura 19:		
Figura 20:		
Figura 21:		
Figura 22:		
Figura 23:		
Figura 24:		
Figura 25:		
Figura 26:		
Figura 27:		
Figura 28:		
Figura 29:		
Figura 30:		
Figura 31:		
Figura 32:		
Figura 33:		

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:

LISTA DE SIGLAS

DIY: Movimento "Do-It-Yourself" ou, em português, Faça Você Mesmo.

PMMA: Polimetilmetacrilato. Material também conhecido como acrílico ou, comercialmente, Plexiglas®.

MDF: Medium Density Fiberboard ou placa de fibra de madeira de média densidade.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	
Projeto Lignolight	. 20
Considerações iniciais	. 22
Pesquisa	. 22
Conteúdo	. 23
CARÍTURO INTEGRIA E ELINDANAENTO	
CAPÍTULO I: TEORIA E FUNDAMENTO	2.5
1.1 Práticas tradicionais, novos horizontes	
1.2 Um futuro digno para um material digno	
1.3 DIYers, Punks e Makers	. 30
CAPÍTULO II: TEORIA DE FOCO	
2.1 Materiais, design e um novo paradigma	. 34
CAPÍTULO III: TEORIA DE DADOS	
3.1 Madeira e produtos industriais	. 38
3.1 Madeira como interface	. 42
CARÍTURO DA CONTRIBURÇÃO	
CAPÍTULO IV: CONTRIBUIÇÃO	4.0
4.1 Metodologia	
4.2 Recursos	
4.3 Definição do tema	
4.4 Circuitos	
4.5 Restrições	
4.6 Sensores	
4.7 Laminação	
4.9 Geometria das amostras	
4.8 Modelo final	
Conexão e tetes	. 69
CONCLUSÃO	
20.10200.10	
BIBLIOGRAFIA	
APÊNDICE	
Planejamento anual	. 76

Planejamento mensal	76
Orçamento	78
Outras fontes de pesquisa	78

INTRODUÇÃO

Reza a mitologia grega que Dédalo, após ser preso junto ao filho Ícaro em um local que só oferecia fuga pelo ar, construiu para ele asas com penas, cordas e cera de abelhas. Ao voar pela primeira vez, Ícaro foi tomado por uma sensação tão sublime que ignorou as advertências do pai de que não voasse próximo ao sol e acabou por derreter a cera de suas asas, precipitando-se ao mar e morrendo afogado.

Infinitas análises podem ser feitas com base no conteúdo imagético dessa fábula. Talvez a mais interessante se refira ao fato de tentarmos, a todo custo, alcançar "Deus", almejando nos livrar das limitações físicas às quais estamos presos como seres humanos (KULA e TERNAUX, 2013).

O Homem, há muito descobriu que sua função na terra seria, segundo FLUSSER (2007), "enganar a natureza por meio da técnica". O mito de Ícaro é um lembrete trágico das possíveis consequências de nossa obsessão em dominar o poder criador, sintetizando o que estivemos fazendo aqui desde a primeira faca de sílex no paleolítico ou até mesmo antes.

De todos os seres vivos, a espécie humana é a que passa mais tempo totalmente dependente dos pais. Este fato está diretamente relacionado à quantidade de energia despendida pelo corpo de uma criança, desde sua concepção, para construção das redes neurais. Da quantidade total de energia consumida até os 4 anos de idade, 44% é dedicada exclusivamente ao desenvolvimento do cérebro e privada do resto do corpo (KUZAWA, 2003). Todo este esforço biológico é justificável: um cérebro adulto contém cerca de 86 bilhões de neurônios, cada um deles com uma média de 10.000 conexões sinápticas (AZEVEDO, 2009).

Esta evolução sem precedentes na história dos organismos permitiu que, de certa forma, não mais estivéssemos rendidos aos caprichos da natureza e adquiríssemos a capacidade de traçar um caminho próprio baseado no acúmulo de conhecimento e aperfeiçoamento do "modo de fazer"; seja para fins de proteção, locomoção ou bem-estar.

Neste contexto, o domínio sobre a matéria sempre foi fator crucial para o desenvolvimento da técnica e esta correlação é, obviamente, uma via de mão dupla: avanços tecnológicos abrem precedentes para novos meios de edição dos materiais e vice-versa. Mesmo em seus primórdios, a capacidade criativa do cérebro humano já era tão extraordinária que até processos físico-químicos naturais de conformação da matéria ousaram ser simulados: os metais, por exemplo, amorfos em seu estado natural, foram dominados pelo poder do fogo: pela primeira vez era possível moldar a forma de materiais não lapidáveis e com alto ponto de fusão.

Esse mesmo cérebro nos permitiu, dentre muitas outras vantagens, desenvolver gradualmente métodos para solucionar as adversidades técnicas, dando início a um frenesi que nunca mais cessou: os materiais editados por nossas mãos, ferramentas e máquinas dão substância a projetos grandiosos ou pequeninos, ora devidamente altruístas, ora instrumentos ferrenhos de dominação.

FLUSSER (2007) alega que a taxonomia *Homo sapiens sapiens*, utilizada para diferenciar o Homem de outros hominídeos que o precederam, inclui uma designação de dupla sabedoria (*sapiens sapiens*) questionável. O autor sugere o termo *Homo faber*¹, em sua opinião bastante adequado por ser mais antropológico que zoológico (e portanto, menos inflado ideologicamente). Segundo ele, este "denota que pertencemos àquelas espécies que fabricam algo". O mesmo termo já havia sido articulado anteriormente por Hannah Arendt e Max Scheler, referindo-se ao homem que controla seu ambiente através de ferramentas. Henri Bergson (1907) também desenvolve o conceito, definindo inteligência, em seu termo original, como a faculdade de criar objetos artificiais, em particular ferramentas para se fazer ferramentas e variar infinitamente seus produtos.

^[1] Termo pela primeira vez relatado em literatura latina na frase *Homo faber suae quisque fortunae*, atribuída ao político romano Appius Claudius Caecus em sua obra Sententiæ e que significa "todo homem é artífice de seu próprio destino".

Os *Homines fabri*² descritos por Flusser, para serem considerados como tal, devem atender ao seguinte critério: estarem organizados em torno de locais de produção de artefatos (fábricas). Segundo o autor, as fábricas são lugares onde aquilo que é dado (*Gegebenes*) é convertido em algo feito (*Gemachtes*).

Se considerarmos então a história da humanidade como uma história da fabricação, e tudo o mais como meros comentários adicionais, torna-se possível distinguir, *grosso modo*, os seguintes períodos: o das mãos, o das ferramentas, o das máquinas e o dos aparelhos eletrônicos (*Apparate*). Fabricar significa apoderar-se (*entwenden*) de algo dado na natureza, convertê-lo (*umwenden*) em algo manufaturado, dar-lhe uma aplicabilidade (*anwenden*) e utilizá-lo (*verwenden*). Esses quatro movimentos de transformação (*Wenden*) — apropriação, conversão, aplicação e utilização — são realizados primeiramente pelas mãos, depois por ferramentas, em seguida pelas máquinas e, por fim, pelos aparatos eletrônicos.

(FLUSSER, 2007)

Em síntese, Flusser³ acredita na existência de três Revoluções Industriais distintas: a primeira, da substituição da mão pela ferramenta; a segunda, da ferramenta pela máquina; e a terceira, da máquina pelos aparelhos eletrônicos.

É válido destacar que uma virada crucial na história humana ocorreu a partir d segunda Revolução Industrial. O filósofo afirma que, até então, o Homem mantinha-se como a constante; e a ferramenta, por requerer um conhecimento empírico para ser operada e ser substituível caso estivesse gasta, a variável. A introdução das máquinas em seguida precipitou uma mudança de perspectiva nas fábricas humanas. Pela primeira vez, o Homem havia se tornado a variável: as máquinas, muito mais duráveis, requeriam do Homem treinamento para operá-las e caso o mesmo adoecesse ou morresse, poderia ser facilmente substituído.

A terceira Revolução Industrial, que implica a substituição das máquinas pelos aparelhos eletrônicos está em pleno curso e, por dar origem a produtos que simulam

^[2] Termo em latim correspondente ao plural de Homo faber.

^[3] Apesar do legado de Flusser ainda ser aceito com relutância em muitos ambientes acadêmicos, são louváveis suas contribuições como filósofo e teórico da comunicação e do design.

o corpo humano neurofisiologicamente, é as mais adequada para "transformar coisas para o uso". A revolução dos aparelhos eletrônicos irá reformular completamente o vínculo homem-ferramenta, liberando o ser humano da alienação máxima atingida durante a Revolução das máquinas e liberando o potencial criativo do *Homo Faber*. Esta profecia induz ao questionamento: como seriam então as fábricas do futuro?

O presente trabalho, como será constatado ao longo do relatório, advoga em favor de uma atuação do designer a nível material e físico, através do embate direto com seu projeto. Este paradigma, que está longe de ser uma novidade⁴ na história, foi recentemente renovado com a introdução de tecnologias de fabricação e prototipação digitais. Seriam elas a prova de um novo período na história do *Homo Faber*?



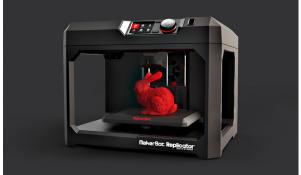


Figura 1: Fundadores da Makerbot juntos às primeiras impressoras e a atual Makerbot Replicator.

Para compreender a consolidação deste novo cenário, é importante destacar que a chamada "Terceira Revolução Industrial" não só age diretamente em áreas como eletrônica e robótica, contribuindo para a implementação de novas tecnologias, miniaturização de componentes e desenvolvimento das linguagens de programação, como também dilui as fronteiras de acesso à informação. Esses fatores, que nutrem uns aos outros continuamente, permitem que hoje o conhecimento disponível em rede seja virtualmente infinito e que qualquer pessoa, com o mínimo de recursos, possa atuar livremente na incubação de produtos que incorporem alta tecnologia. Privilégio

^[4] Obviamente, movimentos como o Arts and Crafts já trataram desta mesma relação.

até pouco tempo atrás exclusivo da indústria.

Um exemplo notável é o da empresa *Makerbot*, fundada em 2009 por Bre Pettis com a missão de produzir impressoras tridimendionais mais acessíveis. Segundo o fundador, a primeiras impressoras foram projetadas, construídas e programadas por ele e mais dois sócios em uma pequena oficina de Nova Iorque. Em 2013, após ter atuado de forma independente durante quase 4 anos, foi vendida à Stratasys por 403 milhões de dólares.

Outro caso célebre é a plataforma de prototipação digital Arduino. Desenvolvida em 2005 na Itália, por Massimo Banzi, David Cuartielles, David Mellis e Gianluca Martino para auxiliar no aprendizado de programação e computação do *Interaction Design Institute* em Ivrea (EVANS, NOBLE, HOCHENBAUM), tornou-se um sucesso por ser um sistema altamente prolífico, permitindo a criação de uma ampla gama de projetos de baixa, média ou alta complexidades. O *hardware* é composto de uma placa, que contém um microcontrolador e componentes complementares para facilitar a incorporação em outros circuitos; o *software*, por um programa no qual são inseridos programas códificados a serem interpretados pelo *hardware*.

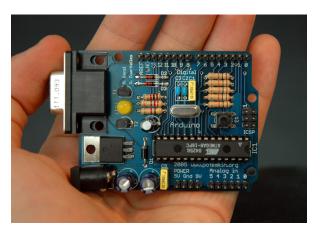




Figura 2: Hardware Arduino e sensor de temperatura construído através da plataforma.

O fato de ser um sistema *opensource*, ou seja, de código aberto, permite ao usário encontrar na internet uma enorme quantidade de informações compartilhadas por outros usúarios de como personalizar projetos e códigos. A própria equipe de

desenvolvedores não só comercializa Arduinos como também disponibiliza os requisitos e instruções para montagem da plataforma.

Projeto Lignolight

O projeto *Lignolight* foi desenvolvido em parceria com Ricardo Ponce e iniciado em 2014 como um dos projetos da disciplina *Visualisierung und Materialisierung* (Visualização e Materialização), orientado pelos professores Dr. Markus Holzbach e Peter Eckart durante intercâmbio na *Hochschule für Gestaltung Offenbach*, Alemanha.



Figura 3: Modelo Radial do projeto *Lignolight* e instalação eletrônica, mesa de trabalho, modelos anteriores e desenhos.

O tema para o semestre, denominado *Structure Polymerdrive*, visava sensibilizar os alunos ao pensamento conceitual voltado a materiais, estruturas e superfícies com foco na indústria automotiva. Em contrapartida à grande liberdade de criação, havia uma restrição preponderante: PMMA deveria ser aplicado, atendendo à uma parceria previamente estabelecida com a empresa alemã de polímeros *Evonik Industries*.

O Lignolight evoluiu do esforço em combinar materiais sintéticos e naturais em uma configuração tão fluida que, à primeira vista, faria pensar que os materiais haviam crescido juntos. Neste sentido, as diversas formas e efeitos obtidos buscavam transmistir, não só um planejamento preciso na execução dos métodos construtivos como também a integração orgânica de dois materiais altamente discrepantes em termos químicos, estéticos e semânticos.





Figura 4: Laminado de madeira e acrílico e teste de difusão luminosa do projeto Lignolight.

Além de questões conceituais típicas que permeiam o universo dos materiais, foram investigados também detalhes técnicos referentes às propriedades da madeira e do acrílico, métodos de prototipação rápida, eletrônica e acabamento. Durante o processo, foram gerados modelos que se sustentavam como materiais *per si* – ou seja, poderiam ser diretamente aplicados como "matéria-prima" em outros produtos (figura 2) – e montagens que tinham como função demonstrar a potencialidade das técnicas desenvolvidas (figuras 3, 4 e 5).

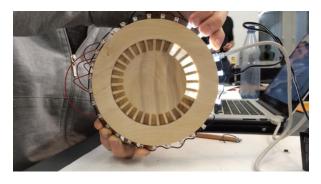




Figura 5: Modelo Radial + montagem eletrônica e modelo final.

Nestes modelos, a luz respondia apenas à comandos impostos por programação, No entanto, uma das concepções mais interessantes vislumbradas mas não exploradas durante o projeto era tornar a superfície de madeira sensível ao toque, de forma que a luz emitida se comportasse de forma análoga ao movimento das mãos na superfície do material. Esta idéia simples é a inspiração para o atual trabalho de conclusão.

Considerações iniciais

Assumir um projeto desta natureza requer um trabalho diligente em, no mínimo, dois aspectos inter-relacionados: o primeiro diz respeito à sua correta contextualização e integração na praxe acadêmica do desenho industrial brasileiro; o segundo, à construção do objeto/artefato proposto.

O primeiro aspecto pressupõe um pensamento sistêmico direcionado à linguagem e ao discurso. Inclui todo o esforço de criar um substrato teórico e metodológico consistente para a fundamentação do projeto, tornando-o inteligível enquanto recurso textual para todos que com ele travem contato.

O segundo, relativo à construção dos modelos, abrange tanto a análise de requisitos, técnicas e materiais quanto a correta aplicação destas variáveis em busca de objetos funcionais, coerentes a nível estético e que sintetizem as idéias desenvolvidas no campo teórico.

Pesquisa

A pesquisa ramifica-se também em dois vetores: o primeiro, orientado à pesquisa em eletrônica, sensores, sistemas condutivos, marcenaria e propriedades dos materiais – baseada em experiências prévias, artigos, tutoriais e documentação técnica. O segundo, orientado à teoria histórico-filosófica sobre o movimento *Arts and Crafts*, cultura DIY, movimento *Maker* e evolução tecnológica – por sua vez embasada tanto por obras clássicas como *Pioneers of Modern Design: From William Morris to Walter*

Gropius, de Nikolaus Pevsner; Chapters in the History of the Arts and Crafts Movement, de Oscar Lovell Triggs quanto em informações presentes nas mídias digitais.

Neste âmbito, também merecem destaque pela fundamentação conceitual os livros "Materiais e Design" de Michael Ashby e Kara Johnson; Material Revolution, de Sascha Peters; Biodesign, de William Myers; Sustainable Materials, Processes and Production, de Rob Thompson; Materiologia, de Daniel Kula e Élodie Ternaux; "Grid: Construção e Desconstrução", de Timothy Samara; e toda a produção intelectual dos professores Luiz Gomes, Lígia Medeiros, Marcos Brod Junior e Bordoni Brito.

Conteúdo

Este relatório é composto por páginas pré-textuais, textuais e pós-textuais. O conteúdo pré-textual, por definição, precede o texto acadêmico e auxilia a apresentação do trabalho de acordo com padrões pré-estabelecidos. As páginas textuais são formadas por esta breve introdução, quatro capítulos de desenvolvimento e uma seção de Conclusão.

No Capítulo I estão contidos os conceitos e fundamentos do projeto: uma redação compilatória sobre questões relacionadas ao *Arts and Crafts*, a subcultura *punk*, o movimento *maker* e a relevância dos mesmos para o presente trabalho. Também são abordadas pontualmente questões relativas ao desenho industrial e o papel do designer como agente criativo em projetos orientados ao desenvolvimento de materiais, estas aprofundadas no Capítulo II: Teoria de Foco.

No Capítulo III, Teoria de Dados, são apresentados exemplos de diversos produtos análogos ao tema em termos projetuais, estéticos ou conceituais.

No Capítulo IV, Contribuição, são expostas metodologias utilizadas bem como o processo de desenvolvimento do projeto, desde a definição do tema até à construção dos modelos finais.

A seção seguinte conclui o trabalho com comentários e especulações sobre desdobramentos para o futuro. Ao final do relatório, foram incluídos em um apêndice cronogramas, orçamentos e referências úteis organizadas por tema.

CAPÍTULO I: TEORIA E FUNDAMENTO

1.1 Práticas tradicionais, novos horizontes

Em paralelo à acelerada difusão tecnocientífica, desponta também um movimento de revaloração de materiais e técnicas historicamente relacionados aos ofícios e às artesanias (termo que, por razões culturais, não contempla todas as denotações do termo inglês correspondente *craftsmanship*). Atualmente, é notável a ascensão de pequenos estúdios que, preservando métodos inerentes à prática projetual e valendo-se do advento das mídias digitais, investem em uma produção autoral de pequena escala e alta qualidade.¹





Figuras 6: Processo de acabamento manual e garrafa finalizada da Portland Growler Co.

De forma análoga, esta nova tendência retoma antigos ideais perpetrados pelo movimento *Arts and Crafts* (em português, Artes e Ofícios) – uma das primeiras vozes em oposição ao modelo industrial – e pela cultura DIY na forma de sua vertente mais tecnológica: o movimento *Maker*.

Originado nas ilhas britânicas entre 1880 e 1910 e inspirado pelos ideais de John

^[1] São bons exemplos *Richard Clarkson Studio* (richardclarkson.com), *Joey Roth* (joeyroth.com), *Donhou Bicycles* (donhoubicycles.com), Oficina Itsu (oficinaitsu.com), Preza (preza.me), Zerezes (zerezes.com.br) e *Walnut Studio* (walnutstudiolo.com).

Ruskin, William Morris e Augustus Pugin, o *Arts and Crafts* foi uma reação à recém-criada infraestrutura econômica e social advinda da revolução industrial, tendo se expandido posteriormente para países como Estados Unidos, Austrália e Japão (TRIGGS, 1902).





Figura 7: Oficina de móveis dos irmãos Ernest e Sidney Barnsley e Ernest Gimson, figuras-chave do movimento *Arts and Crafts* na Inglaterra durante a primeira metade do século XX.

A filosofia do *Arts and Crafts* deriva de uma fusão de conceitos oriundos do socialismo, da Irmandade Pré-Rafaelita – grupo de artistas do qual fazia parte William Morris – e dos Revivalismos Romântico e Gótico. Como afirma NUNES (2010, p.16 apud NAILOR, 1971), o movimento denunciava o recém-implantado modelo de produção industrial por este piorar significativamente a qualidade de vida nas cidades, intensificar disparidades sociais e exigir quantidades massivas de recursos naturais. As críticas se estendiam também a aspectos estilísticos e qualitativos: pouco antes do consolidação do movimento, ainda no contexto da Grande Exposição de 1851², afirma o historiador Nicolaus Pevsner (1960) que os objetos industriais apresentados mostravam "ignorância do pré-requisito básico para criação de motivos: a integridade da superfície" e "vulgaridade nos detalhes". Este relato evidencia a falta de qualidade

^[2] Em inglês, *Great Exhibition of the Works of Industry of All Nations*, referida também como *Crystal Palace Exhibition*, foi uma feira de cultura e indústria mundial realizada no *Hyde Park* de Londres, em 1851. Foi organizada pelo Príncipe Albert, Henry Cole, Francis Henry, George Wallis, Charles Dilkee e outros membros da Sociedade Real de Encorajamento das Artes, Manufaturas e Comércio como uma celebração da indústria, tecnologia e design do período (KISHLANSKY, GEARY e O'BRIEN, 2008).

dos produtos nos primórdios da indústria, considerando que à época da Exposição, a Revolução Industrial – que data da segunda metade do século XVIII – era ainda bastante recente.

Ainda segundo PEVSNER (1960), William Morris misturava o criticismo em design ao criticismo social insistindo que o artista deveria ser um *designer-craftsman* e advogando em favor de uma sociedade de artesãos livres, como acreditava-se existir durante a era medieval. A influência do *Arts and Crafts* foi sentida na Europa até a década de 1930, momento a partir do qual foi sendo gradativamente suplantada pelo Modernismo (CAMPBELL, 2006). No entanto, ainda continuou a permear artesãos e ofícios por muito tempo (MACCARTHY, 2014).



Figura 8: Detalhe de tíquete para exposição da *The Arts & Crafts Exhibition Society*, por Walter Crane. Inglaterra, 1903.

KULA e TERNAUX (2013) destacam que dentre os valores institucionais históricos dos ofícios estão a excelência e habilidade em combinar conhecimentos tradicionais e modernos a fim de criar objetos belos e únicos. Segundo os autores, vivemos em uma sociedade descartável, obcecada pela novidade e facilidade de consumo e

cada vez mais, dias de trabalho são gastos em frente à telas de computador. Neste panorama pessimista, o conceito de "produtos de ofício" (mais precisamente *crafted products*) representa em nossas vidas um retorno à tatilidade, fisicalidade e sensação de que algumas coisas ainda são reais. Recentemente, os ofícios tem recebido interesse renovado e isso é, em parte, devido ao desejo do usuário por produtos imbuídos de toque humano e senso de permanência, atributos que se contrapõem à uniformidade padronizada de uma linha de produção.

Além disso, a procedência é uma questão que vem ganhando importância: existe hoje um desejo crescente, por parte dos consumidores, em saber mais sobre os produtos que usam, de onde vem, por quem são feitos e o caminho que percorrem. Todos estes fatores conspiram a favor dos artífices e artesãos contemporâneos (CAMPBELL, REY; EHMANN e KLANTEN, 2013).



Figura 9: Tábuas de madeira encontradas à deriva são processadas e vendidas pela Hejmonti como imãs de parede para organizar utensílios de metal. Em cada placa, são gravadas a laser as coordenadas do local onde foram encontradas.

1.2 Um futuro digno para um material digno

A madeira tem sido desde sempre um dos pilares de criação da cultura material nos ofícios e, embora seja um dos materiais de construção mais antigos, nunca exerceu

papel central na Revolução Industrial. Sua inadequação em garantir uniformidade, reprodutibilidade e exatidão – atributos necessários a produtos industriais em geral – provou ser uma grande vantagem, ajudando a criar um nicho de mercado com apelo atual (KULA e TERNAUX, 2013).

Assim como previsto no passado pelo movimento *Arts and Crafts* ainda hoje estas peculiaridades conferem aos bens confecionados em madeira um caráter de manifesto contra o domínio da indústria automatizada e sua produção altamente impessoal.





Figura 10: Detalhe no painel de um Rolls-Royce Phantom feito manualmente em marchetaria.

Segundo os mesmos autores (2013), uma vez que a madeira é utilizada há séculos sem alterações significativas, desenvolvimentos nesta área, embora discretos, são consideráveis. Estas inovações não se referem porém à criação de novas espécies, mas sim ferramentas e formas de integração do material com a informatização e a robótica, bem como a criação de novos produtos derivados.

Neste contexto, considerando um recém-inaugurado paradigma nos meios de produção – diretamente proporcional ao enorme volume de conhecimento disponível em rede e o surgimento das tecnologias de fabricação digital³ – é pertinente desenvolver alternativas nas quais uma materia-prima tão tradicional como a madeira seja absorvida sob um novo viés, tanto por desenhadores, inventores, artífices, artesãos, artistas e *Makers* quanto por outros setores criativos.

^[3] Incluem-se nesta categoria: processos de impressão 3d, fresagem, corte à laser e prototipação digital em Arduino e outras plataformas análogas.

1.3 DIYers, Punks e Makers

Para entender o processo de desenvolvimento deste trabalho, é importante investigar inicialmente a relação histórica da cultura *Maker* com os movimentos DIY e Punk.

Em meados da década de 1970, o movimento *Punk* revelava ao mundo seu projeto de subversão e liberdade. Segundo WRIGHT (2014), os primeiros *punks* pertenciam à classe pobre trabalhadora que se organizava contra a autoridade, injustiça e não-equidade vigentes em alguns países ocidentais. À parte sincretismos posteriores como o *Nazi-Punk* – grupo fundamentado em valores *punk* deturpados – muitos aspectos foram positivamente resignificados e até hoje refletem em instâncias como música, comportamento, ideologia e moda.



Figura 11: Grupo de punks ingleses na década de 1970.

As tribos urbanas como o Punk surgem como uma reação ao conformismo vigente na sociedade do seu tempo. São na sua fase inicial excluídas socialmente, ou adotam elas mesmas uma atitude de auto exclusão, mas com o seu desenvolvimento ao longo do tempo, acabam por ser absorvidas e integradas pela sociedade. Este gênero de culturas acaba por ser assimilado pelo mercado e adquire uma aparência de universalidade.

(JESUS, 2009).

Apesar do entendimento atual do termo DIY ter influência direta de um dos mais importantes *ethos*¹ da subcultura *punk*, a autonomia criativa – e por este motivo, grande parte dos bens pertencentes aos punks são, ou feitos por eles mesmos, ou customizados ao extremo como forma de reação ao capitalismo industrial – o DIY é um fenômeno bem mais antigo.

Como afirma POWELL (2009), é uma tarefa extremamente complexa traçar origens para o DIY pela enorme abrangência de atividades que a classificação envolve e, principalmente, pela falta de material acadêmico sobre o tema. No entanto, segundo ATKINSON (2006), as raízes do movimento podem ser agrupadas em duas categorias: a confecção de objetos e a manutenção do lar.

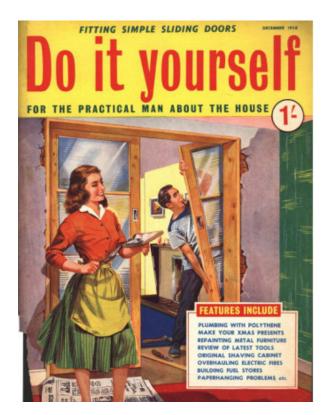




Figura 12: Revistas DIY inglesas da década de 1950.

^[1] Em sociologia, termo que designa a síntese dos costumes de um povo.

EDWARDS (2006) atribui o surgimento do DIY ao século XVII como uma atividade feminina de "classe média" que funcionava tanto como uma forma de expressão pessoal como um artifício para manter-se distante dos "pecados do ócio". GOLDSTEIN (1998) acredita que o primeiro uso do termo tenha ocorrido em um artigo de 1912 que encorajava donas de casa à decorarem seu próprio lar. HACKNEY (2006) afirma que os "home crafts features" também foram componentes proeminentes e populares das revistas femininas no período entreguerras.

Todavia, mais importante que o ponto exato de surgimento na história, são as influencias sociais e mercadológicas do fenômeno DIY. Uma mudança significativa de paradigmas foi comandada por atividades ligadas ao "faça-você-mesmo", que haviam se tornado parte integral do tempo de lazer e uma forma distinta de cultura material na Inglaterra da década de 1960. Ao se dar conta das possibilidades comerciais derivadas da prática, o mercado passou a produzir diversos materiais fáceis de usar como a Formica e o MDF e também adaptar diversas ferramentas industriais de alto desempenho para o ambiente doméstico (POWELL, 2009).

O DIY é dinâmico. Sempre seguiu seus próprios caminhos e é composto atualmente por todos aqueles que apreciam desenvolver projetos por conta própria. Estes mais complexos que as simples atividades domésticas e decorativas do passado e, de maneira geral, desprovidos de fundamentação política ou ideológica como o DIY inflamado da cultura punk.

A evolução da robótica, eletrônica e outras tecnologias digitais precipitou a introdução de novas tecnologias no universo DIY. Em 2005, este novo cenário deu origem à revista *Maker Magazine*, fundada por Dale Dougherty e que cunhou o termo *Maker*.

Como afirma KALISH (2010), Este fenômeno também está associado ao surgimento dos *Hackerspaces*, *Fab Labs* e outros *Maker Spaces*, oficinas nas quais indivíduos com interesses em comum compartilham idéias, ferramentas e habilidades e trabalham colaborativamente. (KALISH, 2010)

O movimento *Maker* é um movimento social com espírito artesão nos quais os métodos de fabricação digital – previamente em domínio exclusivo de instituições

– tornaram-se acessíveis em escala pessoal seguindo uma progressão lógica e econômica similar à transição dos minicomputadores aos computadores pessoais na revolução tecnológica da década de 1970. (GERSHENFELD, 2015). Neste contexto, são enfatizados valores construtivistas (*learn-by-doing*) relacionados ao aprendizado informal e colaborativo motivado pela diversão e auto-realização.



Figura 13: Fablab na França



Figura 14: Fablab na Turquia

CAPÍTULO II: TEORIA DE FOCO

2.1 Materiais, design e um novo paradigma

Segundo PETERS (2011), os designers assumem hoje responsabilidades especiais. Estas responsabilidades advém de uma percepção renovada em relação ao papel dos profissionais de criação que emergiu recentemente. Pode-se dizer que o entendimento tradicional da "inovação orientada por tecnologia" foi invertido: estes profissionais tornaram-se mentores com argumentos baseados em conceitos e, sob a consultoria de fabricantes, encorajam tanto a criação de novos materiais quanto métodos de produção, ou até os desenvolvem eles mesmos.

Novos materiais industriais e suas qualidades desejadas são concebidos da perspectiva do usuário, e os atributos técnicos necessários são projetados para potenciais cenários de desdobramento. O foco é uma mudança de paradigma da "propriedade do material" para a "performance do material". Designers intervêm na qualidade tecnológica do material ao invés de terem suas decisões determinadas por eles.

(PETERS, 2011)



Figura 15: Embalagens biodegradáveis são produzidas a partir de fungos pela empresa americana Ecovative Design.



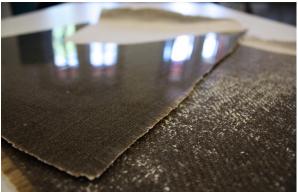


Figura 16: *Bacterial Composite*, compósito de fibras de linho, celulose obtida através de bactérias e resina. (produzido pelo autor)

Assim como a informação e novos meios de fabricação tornaram-se acessíveis e puseram nas mãos de indivíduos comuns o poder de criação de produtos tecnológicos, o desenvolvimento de novos materiais não está hoje restrito somente aos grandes e modernos parques industriais. Podem ser encontradas múltiplas fontes e exemplos de materiais desenvolvidos por designers.

Muitos deles no entanto são concebidos apenas como conceitos ou em escalas extremamente reduzidas. A pesquisa e desenvolvimento de materiais, principalmente materiais de alto desempenho, requer anos de aperfeiçoamento de processos, validação de testes e adequação à margens e requisitos de segurança para que sejam comercializados.





Figura 17: Woodskin e Orimetrics, conceitos de materiais desenvolvidos por designers.

Nesta área dominada por técnicos e engenheiros, o designer certamente tem seu poder de atuação limitado. No entanto, na posição de profissional criativo, é imperioso que desenvolva soluções e métodos inovadores para contornar o problema.

Grandes centros de pesquisa europeus já incluem, em um processo que começa nas universidades, profissionais criativos nos projetos de desenvolvimento de materiais. O consórcio Light. Touch. Matters, por exemplo, é uma cooperação internacional entre designers, empresas e universidades para o desenvolvimento de materiais inteligentes orientados por design (design-driven).

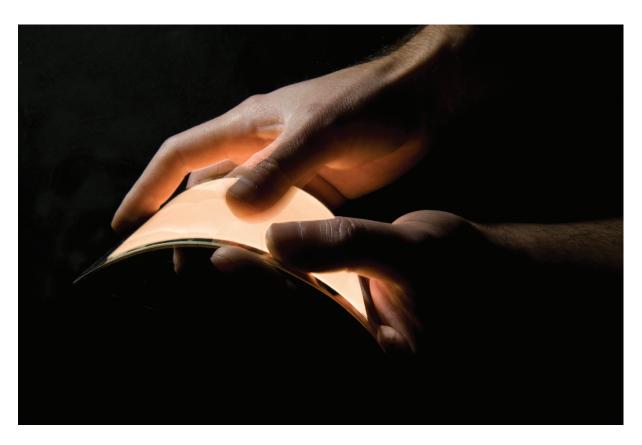


Figura 18: Material luminoso e sensível ao toque desenvolvido pelo consórcio Light.Touch.Matters.

Algumas universidades como a já citada HfG Offenbach incluem em seus currículos disciplinas de projeto em parceria de grandes empresas como BMW, Hyundai, BASF e Wolkswagen para desenvolvimento de conceitos para novos materiais.

Com relação aos temas tratados no capítulo anterior, é importante destacar que a forma como são desenvolvidos os modelos e protótipos destes materiais dentro

do ambiente universitário em muito se assemelha ao processo utilizado pelos *ma-kers*; não em termos metodológicos mas sim ferramentais: são utilizadas impressoras 3d, softwares de modelagem tridimensional, fresadoras digitais e máquinas de corte a laser. Outra semelhança é o caráter de processamento manual destes protótipos, sofrendo edições e intervenções manuais diretas e constantes do designer/criador, característica que possui relação direta com as artesanias..

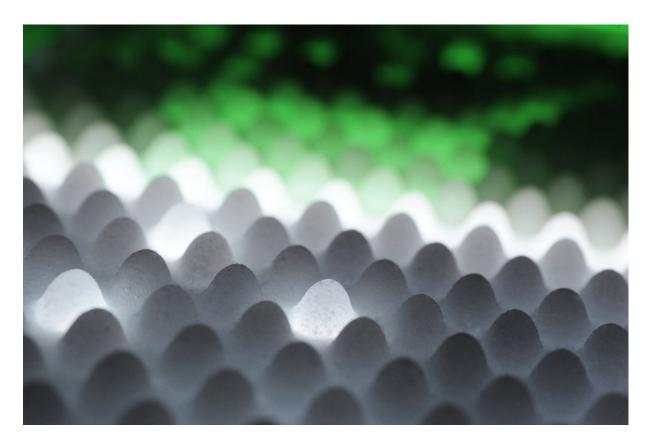


Figura 19: *Lightskin*, desenvolvido por Martin Pohlmann e Julian Schwartze.

CAPÍTULO III: TEORIA DE DADOS

3.1 Madeira e produtos industriais

Podem ser encontrados hoje no mercado muitos produtos que tangem conceitos aplicados a este projeto. Neste sentido, os modelos construídos (a serem apresentados no Capítulo IV) não são meros devaneios ou investidas isoladas. Os exemplos a seguir provam a existência de nichos de mercado extremamente propícios à absorção de materiais e sistemas análogos pois, naturalmente, sobrevivem de consumidores que enxergam valor em tais produtos.

Na figura abaixo pode ser visto o BeoLab 18, sistema de caixas de som de altíssima fidelidade produzido pela empresa dinamarquesa Bang & Olufsen.





Figura 20: Sistema de som BeoLab 18 produzido pela Bang & Olufsen.

Criamos produtos que tem de perdurar. Têm de ser mais que apenas um "televisor" para o cliente. Têm de se identificar com eles, tem de os tocar e de os sentir. Esse valor acrescentado não se consegue através da tecnologia. Consegue-se através da idéia do produto, do próprio conceito.

Robert Nurgberg, diretor de desenvolvimento e concepção de produto da B&O.

A Bang & Olufsen vem há muito tempo investindo em produtos que mesclam inovação, alta tecnologia e artesania. No processo de criação e desenvolvimento, trabalham em conjunto designers, artesãos e engenheiros.

As próximas figuras demonstram a estratégia de divulgação do BeoLab no *site* da Bang & Olufsen. É interessante notar o destaque dado à natureza artesanal da produção, o que diz muito sobre as preferências de seu público-alvo. A B&O tornou-se uma marca cultuada na Dinamarca e, em 2007, podia ser encontrada em 25% dos lares no país.

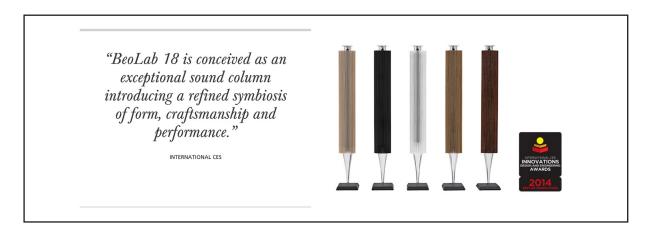


Figura 21: Elemento de divulgação do sistema de caixas de som BeoLab 18 da Bang & Olufsen. O depoimento à esquerda diz: "O BeoLab 18 é concebido como uma coluna de som excepcional, introduzindo uma simbiose refinada de forma, artesania e performance."



Figura 22: Elemento de divulgação do sistema de caixas de som BeoLab 18 da Bang & Olufsen. O texto diz: "Honrando a artesania nórdica - BeoLab 18 foi norteado por uma visão inabalável pelos mais altos e mais exigentes padrões de artesania e engenharia."

Os produtos desenvolvidos pela Orée, apesar de atenderem a um mercado consumidor de poder aquisitivo muito menor que o da Bang & Olufsen, seguem a mesma linha: a empresa francesa desenvolve acessórios eletrônicos de madeira através de uma combinação de processos mecanizados e manuais que se complementam para dar vida ao produto final. O teclado Board é produzido em nogueira e bordo para as plataformas Macintosh e Windows.



Figura 23: Teclado em bordo produzido pela Orée."

Assim como a B&O, a Orée aposta na mesma estratégia de promoção de seus produtos: enfatizar o caráter único e humano de cada peça, decorrente da intervenção direta do artesão no processo produtivo. Na próxima página, podem ser vistos alguns elementos retirados do *site* da Orée junto à retórica de promoção. Ignorando-se o romantismo exacerbado, é possível constatar os valores em jogo neste segmento de mercado.



Useful, durable and inspiring

Modern times are exhilarating. They leave little room for awe, musing and serendipity. Technology only adds to the frantic pace: shine of the new and rapid obsolescence caused by poor build quality drive the impulse for constant renewal.

Orée is a quest to build tools that are are useful, elegant and lasting. Tools that will endure the test of time thanks to impeccable materials used and uncompromising attention to details of the craftsmanship involved. Tools with a soul that the patina of use will reveal.

Figura 24: "Útil, durável e inspirador: Tempos modernos são alucinantes. Eles deixam pouco espaço para reverência, meditação e serendipismo. A tecnologia só aumenta o ritmo frenético: o surgimento da nova e rápida obsolescência causada pela má qualidade guiam o impulso de renovação constante."



Appreciation for the finest natural materials

We only use the finest natural materials to give our objects their distinctive halo & soul. We handpick each lumber and leather sheet for its raw aesthetics, durability and warm tactile experience.

Our minimalist design serves these materials by preserving their genuine unprocessed beauty, emphasizing their timeless elegance and minimizing waste.

Figura 25: "Apreciação pelos mais finos materiais naturais: Nós só usamos os mais finos materiais naturais para dar a seu objeto aura e alma distintas. Selecionamos à dedo cada peça de madeira e couro pela sua estética crua, durabilidade e experiência tátil acolhedora"

Patiently crafted with pride and dedication

Our artisans practice the patient art of crafting matter into purpose. We use ancient techniques and secrets passed down generations of talented craftsmen. We enhance them with leading edge technologies to increase their functionality..

Our creations are a labor of love; we put all our passion, dignity and dedication into crafting them. We try to do each thing well for its own sake. We take no shortcut, we make no compromise.

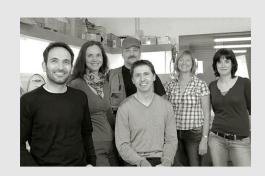


Figura 26: "Nossos artesãos praticam a paciente arte de conformar a matéria a seu propósito. Utilizamos antigas técnicas e segredos passados de geração em geração de talentosos artesãos. Nós as melhoramos com tecnologias de ponta para aumentar suas funcionalidades. Nossas criações são fruto do amor, colocamos toda nossa paixão, dignidade e dedicação em construí-las. Tentamos fazer cada coisa bem apenas por fazer. Não tomamos atalhos e não fazemos promessas."

3.1 Madeira como interface

Apenas dois produtos no mercado guardam grande semelhança em termos de funcionalidade e estética com os modelos desenvolvidos neste projeto: o sistema de som Beosound, da Bang & Olufsen e o Touchslab, *da Orée*.

Estas empresas, naturalmente, não divulgam especificidades do projeto. No entanto, pela formatação visível dos produtos, é altamente provável que se utilizem de sensores de capacitância.

Como será visto mais a frente, a funcionalidade destes produtos é altamente superior aos modelos desenvolvidos no presente projeto. No entanto, deve-se ressaltar que as montagens do Beosound e do Touchslab incluem milhares de componentes fixados em montagens complexas.



Figura 27: Sistema de som Beosound da Bang & Olufsen.



Figura 28: Sistema de som Beosound da Bang & Olufsen.

CAPÍTULO IV: CONTRIBUIÇÃO

4.1 Metodologia

Tendo em vista as peculiaridades projetuais deste trabalho, que mantém grande afini-

dade com o processo inventivo, optou-se por certa flexibilidade no que diz respeito à

aplicação estrita de metodologias.

Entretanto, de maneira geral, pode-se afirmar que o projeto segue de forma

minimamente consistente as sete fases propostas por GOMES, MEDEIROS, BROD

JUNIOR e BRITO em "Processo criativo como guia para o Desenho Industrial" apre-

sentadas a seguir:

Identificação: A primeira etapa engloba todo o esforço de fundamentação e aprofun-

damento sobre o tema em questão. Neste sentido, foram empregadas inicialmente,

além de uma extensa pesquisa em literatura clássica e internet, algumas técnicas

de organização de idéias e decupagem visual centrada em materiais. Esta etapa era

de caráter altamente especulativo e seguia um ordenamento lógico ainda bastante

incipiente. Esta aproximação abstrata foi racionalizada em seguida, a partir do diag-

nóstico de três objetivos listados abaixo por ordem de relevância:

• Objetivo principal: Segundo Gomes, Medeiros, Brod Junior e Bordoni Brito,

quando se fala em design, é necessário definir se esse trata do desenvolvi-

mento de um novo (i) projeto para sistema de produto; de um (ii) reprojeto

de um sistema de produtos já posto à venda, mas com diversos problemas

de projetação, logo, carecendo de melhorias, refino e diversificação; do (iii)

desenho de um novo projeto ou reprojeto; ou (iv) redesenho de uma das par-

tes, componentes, ou elementos de um (sistema de) produto, já em plena

comercialização no mercado. Com base nesta taxinomia, pode-se aferir que o

presente trabalho configura-se como um (i) projeto para sistema de sensores e estruturas eletrônicas aplicáveis a madeira.

- Objetivos secundários: Gerar conhecimento ao racionalizar, sistematizar e
 parametrizar os procedimentos realizados a fim de que sejam reproduzíveis e
 editáveis caso o projeto seja levado à nível extra-acadêmico.
- Objetivos terciários: Criar um estudo academicamente consistente para que se torne referência em um nicho de pesquisa ainda pouco explorado.

Preparação: As atividades da fase de preparação compreendem análises linguísticas e desenhísticas (GOMES, 2011) baseadas em ensaios de Ferdinand de Saussure (1857-1917) e Gui Bonsiepe (1935—).

Incubação: A incubação, definida pelos autores como "pausa que restabelece a força e o vigor da mente criadora", foi aplicada continuamente e de maneira alternada, contemplando tarefas de revisão textual, leitura, desenho e organização de conteúdo: ações cruciais ao enriquecimento qualitativo do projeto.

Esquentação: Nesta fase, o projeto foi abordado sob uma perspectiva mais visual, através de desenhos e exercícios de composição. Além da criação textual, que é contínua durante o cronograma, foram realizados testes de "prototipação eletrônica". Utilizando a plataforma Arduino, foram avaliadas soluções diversas para a detecção de toque através de materiais dielétricos como a madeira, difusão luminosa de LEDs (Light Emitting Diodes, ou Diodos Emissores de Luz) e disposição de circuitos.

Iluminação: "Compreensão de relações entre meios e fins e das lacunas a serem preenchidas. Isso ocorre pela imaginação, visualização, comparação analítica e seleção por qualidade."

Elaboração: "Estruturação, reestruturação, formulação de novos requisitos para distinguir relações fundamentais e hierarquias, identificar atributos implícitos e gerar inovação."

Verificação: "Aplicação de procedimentos sistemáticos para comparar os objetivos definidos na Identificação com os atributos atingidos na Elaboração."

Outra estratégia utilizada simultaneamente está baseada em uma metologia de pesquisa desenvolvida por membros do consórcio europeu Light. Touch. Matters. O grupo, compostos por empresas, universidades e centros de pesquisa, está envolvido na criação de materiais inteligentes sensíveis ao toque. O diagrama abaixo demonstra os pontos de interseção entre os setores de pesquisa e desenvolvimento de materiais e o setor de design. Este modelo foi extremamente importante pois possibilitou um melhor entendimento do papel do designer no processo de desenvolvimento de novos materiais em grandes centros de referência europeus.

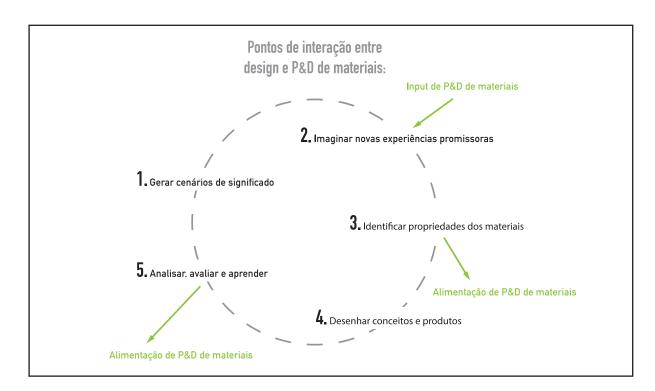


Figura 29: Pontos de interação entre design e P&D de materiais do Consórcio Light.Touch.Matters.

4.2 Recursos

Humanos: Este projeto é desenvolvido sob a orientação do professor Luiz Vidal Negreiros Gomes e recebe contribuições dos professores Lígia Medeiros, Frank Barral e Fernando Reiszel e dos amigos Danielle Hirsch, Ana Paula Menezes, Paulo Quintão, Pedro Junqueira, Ricardo Ponce e Thais Dyck.

Materiais: São utilizadas as plataformas de prototipagem eletrônica Arduino e seus componentes eletrônicos além dos softwares gráficos Adobe, de modelagem tridimensional Rhinoceros e de renderização Keyshot. São necessários também peças de madeira, materiais de acabamento e tintas condutivas.

Financeiros: Está envolvido inicialmente apenas o próprio autor. O projeto no entanto é suscetível a investimentos externos, aplicação em outros produtos e comercialização de patente.

4.3 Definição do tema

Desde a experiência de intercâmbio na *Hochschule für Gestaltung Offenbach*, na Alemanha, alguns temas poderiam ser considerados motivações importantes para o atual projeto de graduação. O diagrama abaixo foi montado em uma parede e se configura como o primeiro esforço em destilar visualmente imagens mentais em um tema inteligível de projeto.

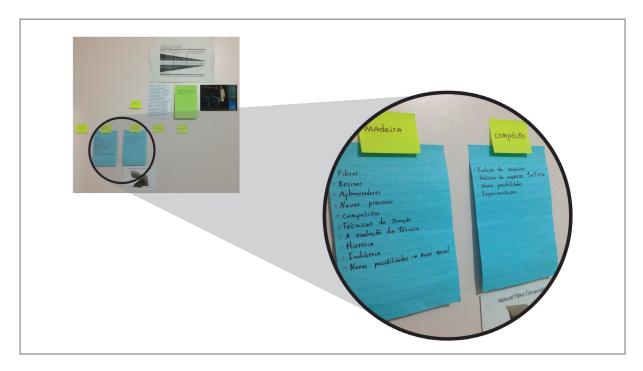


Figura 30: Slide de apresentação preliminar que destaca o primeiro diagrama realizado com o intuito de definir um tema de projeto.

Este diagrama foi iniciado de forma arbitrária a partir da identificação de classes de materiais (a saber: couro, madeira, compósitos, polímeros e metais) e potenciais subtemas. Na classe "madeira", material mais íntimo por ter sido trabalhado em experiências anteriores, foram alocados os seguintes temas de interesse: fibras, resinas, aglomeradores, novos processos, compósitos, técnicas de junção, evolução da técnica, história, indústria, novas possibilidades e tecnologias.

Foram criadas também nuvens de palavras (figura x) que denotavam uma visão específica de outros temas e processos passíveis de serem explorados. As de maior

importância foram então destacadas em uma segunda nuvem (figura x).

Nesta fase inicial, o escopo do projeto também foi definido com auxílio de um mapa conceitual ou *conceptual map* e um mapa de intenções visuais ou *mood board*.

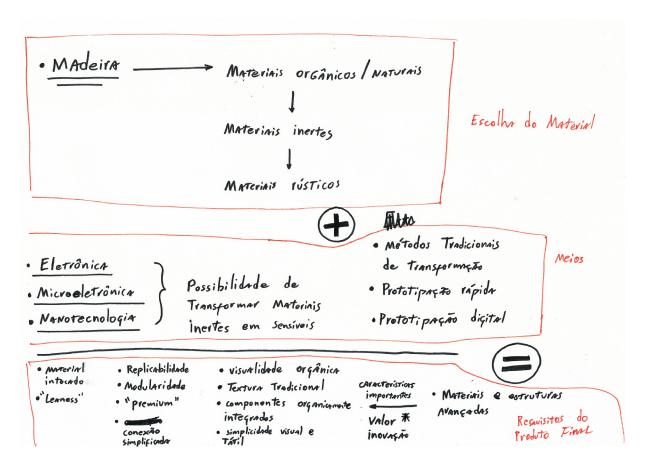


Figura 31: Slide de apresentação preliminar com nuvem de palavras



Figura 32: Slide de apresentação preliminar com nuvem de palavras destacadas.

Mapas conceituais são, em geral, uma forma de estimular a geração de idéias e criatividade, sendo também utilizados como forma de brainstorming (NOVAK e CAÑAS, 2006). Em um mapa conceitual, cada palavra ou frase é conectada à outra e, simultaneamente, relaciona-se também à frase, ideia ou palavra original. A figura abaixo é um mapa conceitual derivado da palavra "madeira" e que se utiliza de elementos derivados do primeiro diagrama (figura x) e das nuvens de palavras (figura x e x) para exploração de possibilidades envolvendo o material.



Figuras 33: Mapa conceitual para definição do tema.

O próximo passo envolveu a criação de um mood board. Segundo GARNER e MCDONAGH-PHILP (2001), o *mood board* é um painel de referências que pode ser criado pelo designer através de colagem, reunindo fotografias, desenhos, objetos, texturas e cores. Assim como as figuras apresentadas anteriormente, os *mood boards*

permitem uma assimilação mais holística¹ do projeto, sintetizando idéias, situações e relações conceituais através de imagens não hierarquizadas.

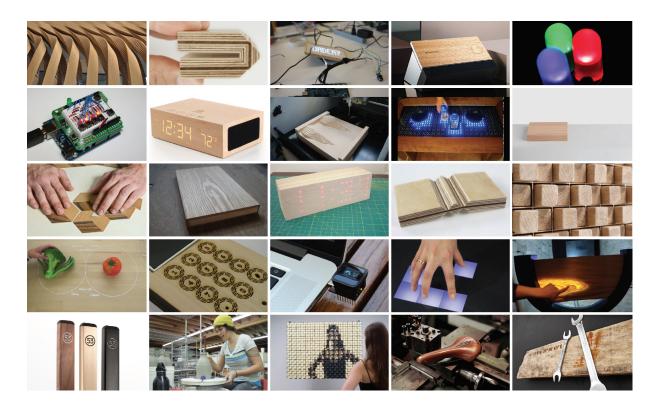


Figura 34: Mood board apresentado nas primeiras etapas do projeto.

É necessário ressaltar que pela natureza do projeto, o ponto de partida para o tema foi muito mais motivado por inclinações pessoais do que demandas externas comerciais ou sociais; logo, o método criativo aplicado tange com notória frequência o processo inventivo. No entanto, esta particularidade não cancela de forma alguma o rigor acadêmico com o qual foi desenvolvido.

Conforme explicado nos capítulos anteriores, a madeira foi selecionada como material de trabalho também por estar fortemente relacionada à arquetipos tradicionais (rusticidade, *craftsmanship*, história, identidade, etc) e ainda dissociada de contextos de alta tecnologia. Nesta conjuntura, através de uma série de técnicas acessíveis

^[1] A palavra "holística" não é empregada aqui em sentido esotérico. Refere-se neste caso à uma assimilação abstrata dos objetivos gerais do projeto, mais abrangente que a análise das partes.

(marcenaria, stencil, pintura, laminação), o projeto se propõe a explorar relações entre a madeira e o alicerce primordial a qualquer artefato eletrônico: o circuito elétrico.

4.4 Circuitos

É importante destacar que a decisão de utilizar circuitos de tinta condutiva² e não componentes mais óbvios como fios de cobre pode ser justificada por cinco fatores principais:

- Facilidade de aplicação: o emprego da tinta é feito de uma só vez, através de processos gráficos automatizados como impressão digital ou manuais como stencil, serigrafia, pintura ou aerografia.
- Economia: a tinta elimina a necessidade de outros componentes (cabos, conectores, fios), montagens ou processos excessivamente segmentados.
- Flat design³: a tinta, por possuir espessura micrométrica, ao ser aplicada ocupa um volume virtualmente nulo. Esta característica permite trabalhar o substrato em uma ampla variedade de espessuras, desviculado das restrições dimensionais características de uma montagem.
- Integridade do material: Não são necessários furos, cortes ou fixação de componentes para aplicação dos circuitos, apenas uma fina camada folhada do próprio substrato caso seja necessário ocultá-los (este assunto será tratado com mais profundidade adiante).
- Parametrização e modularização: Através de programas gráficos, é possível controlar com extrema precisão a configuração e posicionamento de todos

^[2] Para a criação dos circuitos, optou-se pela utilização da tinta condutiva de prata PC-9145 comercializada pela empresa brasileira Joint Metal.

^[3] termo que define a tendência de redução na espessura de aparelhos eletrônicos como *smartphones*, *tablets*, telas e computadores proporcionada pela miniaturização de componentes eletrônicos e que, curiosamente, atingiu recentemente a estética de alguns segmentos do design de mobiliário.

os circuitos em supericies bidimensionais a partir de critérios definidos pelas funcionalidades de cada modelo. Ou seja: a quantidade reduzida de variáveis no processo de posicionamento bidimensional dos circuitos torna plausível a criação de um futuro *software* baseado em grelhas que automatize o *layout* no material (todavia, optou-se por enquanto pelo *layout* e posicionamento manuais através do programa Adobe Illustrator).

A partir de uma extensa pesquisa sobre tintas condutivas, três alternativas de composições químicas distintas foram encontradas no mercado: carbono, prata e óxido de índio-estanho. A primeira não possuía condutividade suficiente para circuitos longos em materiais irregulares e a última era vendida a preços inviáveis.

Nas figuras abaixo, pode-se observar o experimento realizado em uma pequena peça de eucalipto a fim de testar a condutividade da tinta de prata para sistemas de 3.3 e 5 volts dos Arduino Nano e Mini, respectivamente. O uso de Arduinos simplificou o processo de testes pois tornou possível manter uma saída estável de corrente e voltagem e posteriormente visualizar estímulos e programar reações que se davam apenas em escala elétrica. Nesta peça, foram aplicadas trilhas condutivas individuais de 1, 2 e 3 milimetros para definir parâmetros de trabalho e validar especulações.



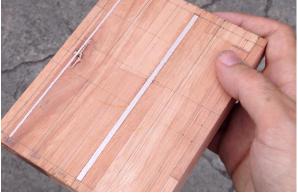


Figura 35: Primeira aplicação da tinta de prata em spray.

4.5 Restrições

Uma das restrições adotadas como forma de preservar a coerência com os temas tratados na etapa de fundamentação foi manter a textura e visualidade do material original nas superfícies principais. Ou seja, deveria ser quase impossível distinguir as peças modificadas de peças naturais de madeira. Este recurso foi utilizado propositalmente para que não houvesse valorização do atributo tecnológico em detrimento das características originais da madeira; também para sugerir que o próprio material pudesse ser aplicado como matéria-prima: este deveria se comportar como uma substância pronta a ser trabalhada. Por esse motivo, como diretriz de projeto para todos os modelos, seria necessário ocultar a camada de circuitos aplicada no substrato com a colagem de folhas de madeira da mesma espécie original a fim de restituir a superfície original em sua integridade.

Como um legado do projeto *Lignolight*, apresentado na Introdução, havia também o desejo de explorar o potencial da madeira como *input*⁴ de estímulos táteis através de sensores. No entanto, a restrição citada acima mostrou-se um grande empecilho pois não permitiria que houvesse contato físico direto entre os sensores e a mão do usuário. Este problema foi solucionado após uma vasta pesquisa sobre sensores disponíveis no mercado. Entre os itens pesquisados estavam sensores de movimento, infravermelho, laser, som, flexão e piezoelétricos. Todos eles de alguma forma possuiam restrições que, ora impossibilitavam a aplicação no projeto ora o prejudicavam a nível estético e conceitual por requererem montagens muito complexas.

No entanto, a descoberta de que as próprias⁵ tintas condutivas poderiam funcionar, independentemente de contato físico direto, como sensores de toque e proximidade pelo princípio de capacitância, solucionou a questão e foi levada adiante.

^[4] traduzível como "entrada", a palavra aqui foi utilizada em inglês por se referir a um jargão da eletrônica.

^[5] sem componentes adicionais.

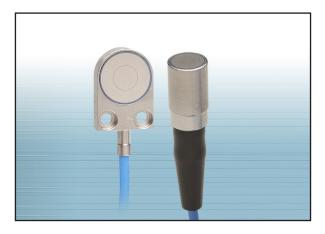




Figura 36: Respectivamente, sensores capacitivos industriais e o primeiro sensor capacitivo do atual projeto, pintado a mão sobre madeira. Apesar de diferirem em aspectos formais, funcionam sob o mesmo princípio.

Ocultar a camada onde estariam os circuitos e sensores elétricos mantendo simultaneamente a funcionalidade dos sensores requer duas intervenções interdependentes: a primeira, diz respeito à <u>criação de sensores capazes de identificar o toque</u> mesmo sem contato físico direto; a segunda, <u>à restituição da textura original da madeira</u>.

4.6 Sensores

Segundo informações do fornecedor, a tinta adquirida era composta por 45% de flocos de prata pura e oferecia resistência de 5mW por micron de espessura. Após os testes (figura x), a condutividade da camada de tinta mostrou-se satisfatória até mesmo em trilhas com largura de 1mm⁶.

O próximo passo foi testar diversas configurações de sensores de capacitância criados com a própria tinta. Estes, diferem dos circuitos por não serem lineares: como é possível observar na figura x, possuem uma configuração bastante característica baseada em dois pólos dissociados (negativo e positivo) que mantém quando

^[6] largura baseada nas diretrizes "Capacitive Touch Sensing Layout Guidelines" disponibilizado pela empresa Semtech e "AN2869 Application note: Guidelines for designing touch sensing applications", da empresa SM. Segundo essa referência, 1mm seria a largura mais adequada para mitigar interferências nos sensores de capacitivos.

ativados uma capacitância mútua mais ou menos constante e que flui entre eles em forma de energia eletromagnética, somo uma antena.

A capacitância, em explicação bastante simplória, é a propriedade de um material de armazenar carga elétrica⁷. Ao aproximar, por exemplo, o dedo de um sensor capacitivo, parte da carga de elétrons acumulada e em equilíbrio nas extremidades dos pólos é desequilibrada, fazendo com que mais elétrons se acumulem neles em razão da interferência dos dedos. Esta variação pode ser então interpretada por um controlador (no caso, um Arduino) como uma mudança de valores na leitura.

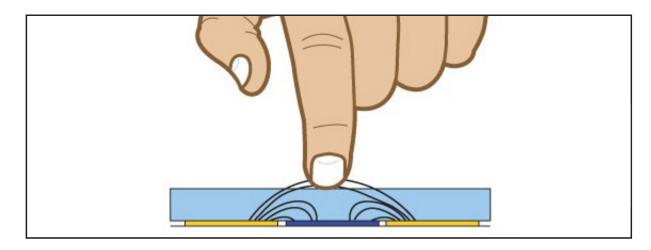


Figura 37: Esquema de atuação de um sensor de capacitância. As linhas que fluem dos retangulos amarelos e azuis na base (pólos dos sensores) representam o campo magnético. A proximidade do dedo causa um distúrbio no campo que pode ser mensurado.

A vantagem destes sensores, já utilizados amplamente em diversos produtos, é oferecer uma instalação simplificada e mais facilmente adaptável a processos produtivos já implementados, eliminando a necessidade de elementos mecânicos e partes móveis. Além disso, também não requerem qualquer tipo de manutenção.

Com base nas mesmas diretrizes técnicas sugeridas pela Semtech e SM, foram construídos, no programa Adobe Illustrator, oito botões. Na figura acima, é possível notar que, apesar das trilhas condutivas não sofrerem alterações (mantendo a largura

^[7] Uma ótima explicação de capacitância pode ser encontrada em: https://www.youtube.com/wat-ch?v=Qltuf6lNvml

de linha recomendada de 1mm já citada anteriormente), as circunferências e semicírculos concêntricos são ligeiramente alterados em cada um dos oito botões para criar
combinações e definir qual das configurações é a mais adequada para gerar um sensor sensível o suficiente para transpor as camadas de folhado de madeira mantendo,
simultaneamente, uma sensibilidade plausível para o sistema.

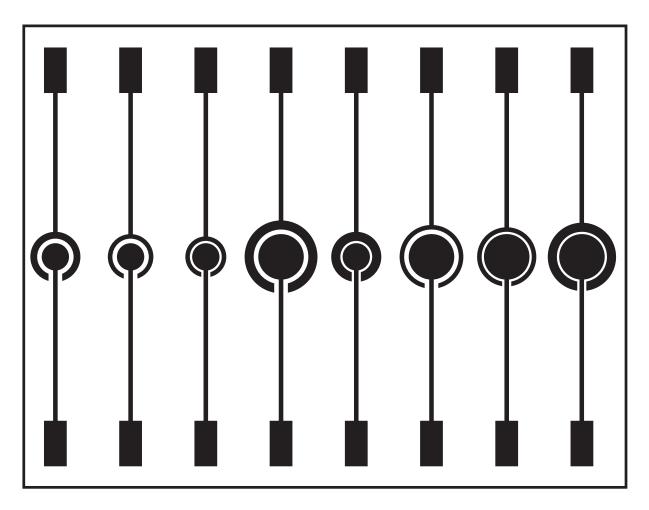


Figura 38: Layout do teste de sensores.

A delicadeza das linhas exigia um processo extremamente preciso. Portanto, três processos distintos foram testados para a impressão dos sensores na superfície da madeira; todos baseados na tradicional técnica de *stencil*⁸.

^[8] O stencil consiste na criação de uma máscara recortada e vazada apenas nas áreas em que a tinta será aplicada.

A primeira máscara de stencil foi produzida a partir de recorte a laser em papel adesivo, o que resultou em uma série de botões incendeados e falhas de recorte.

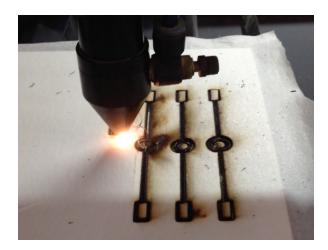




Figura 39: Corte a laser do stencil e falha nos resultados.

A segunda técnica foi baseada na revelação de um fotolito para confecção de *transfer*. Por ser um processo químico, deu origem a um stencil perfeito em nível de qualidade porém nada prático: o processo de *stencil*, por definição, pressupõe a fixação momentânea de um máscara que é retirada logo após a pintura. A máscara produzida em *transfer* (tinta solidificada e extremamente frágil) deve ser colada na superfície da madeira e retirada posteriormente com solvente de base apolar. A base apolar é a mesma base utilizada na composição química da tinta de prata. Portanto, sua retirada acarreta uma dissolução imediata e indesejada da tinta condutiva aplicada.



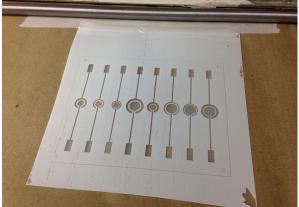


Figura 40: Fotolito e confecção do transfer para stencil

O terceiro e último método foi realizado por recorte eletrônico em adesivo de vinil. Apesar da precisão deixar a desejar em relação ao método anterior, é o que equilibra os melhores resultados com a maior praticidade de aplicação.

Após a colagem do *stencil*, iniciou-se o processo de pintura, que foi realizada primeiramente com pincel. Entretanto, a irregularidade da camada de tinta decorrente desta técnica possivelmente prejudicaria a condutividade e funcionamento dos sensores. Optou-se então pela pintura por dispersão⁹. Este método permitiu demãos bastante uniformes, o que otimizaria o desempenho dos sensores e dos circuitos de um modo geral. Nessa etapa foram pintados, com os mesmos stencils recortados anteriormente: uma placa de madeira e uma superfície de papel pluma¹⁰ no intuito de minimizar as possiblilidades de falha no processo. O stencil adesivo foi facilmente retirado após a pintura.





Figura 41: Colagem do stencil em vinil e pintura dos sensores com pincel. Na segunda foto, é possível observar a irregularidade da pintura com pincel.

^[9] Pintura por pistola.

^[10] O papel pluma foi utilizado apenas para economia de madeira, já que o processo descrito até aqui era apenas um teste para os sensores a serem utilizados nos modelos finais.



Figura 42: Pintura dos botões por dispersão e resultados em madeira.

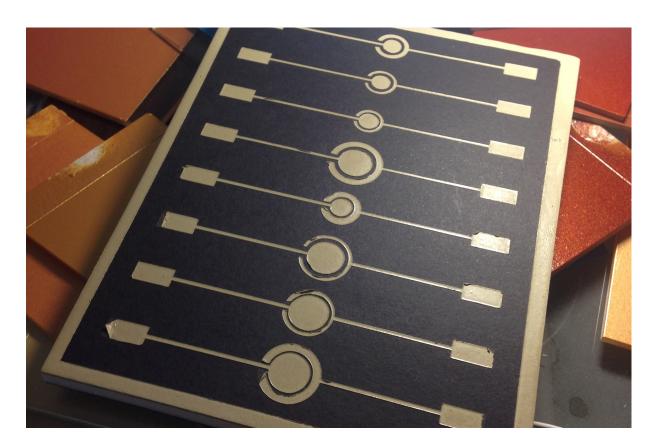


Figura 43: Pintura dos botões por dispersão e resultados em papel pluma. (podem ser vistas algumas falhas decorrentes da retirada tardia do stencil. Este problema foi facilmente ajustado posteriormente.

Os testes de sensibilidade através da plataforma Arduino foram realizados logo em seguida, na própria amostra de papel pluma. Como resultado, uma das oito variações de sensor foi selecionada para aplicação nos modelos finais. Esta escolha foi baseada em fatores como distância de atuação, sensibilidade e resistência a interferência.

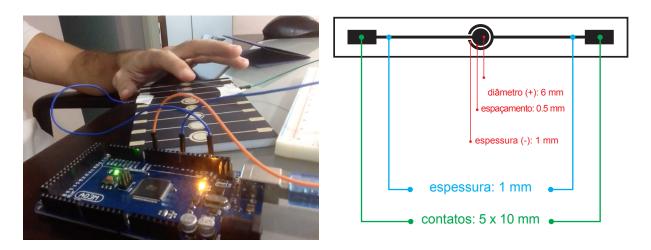


Figura 44: Testes dos sensores e configuração final a ser utilizada nos modelos.

4.7 Laminação

A laminação ou *veneering* é uma técnica amplamente difundida em marcenaria como forma de reduzir custos sem comprometimento do produto final a nível estético. Consiste em aplicar, nas superfícies visíveis do objeto, folhas bem finas de madeira nobre, utlizando no entanto um substrato mais acessível, como por exemplo aglomerados, compensados ou MDF. A técnica também valoriza o produto final na medida em que o processo rotativo de retirada das folhas do tronco original torna visíveis mais cecídios¹¹ por metro quadrado de madeira, característica bastante apreciada em produtos laminados como móveis e paineis automotivos.

^[11] também conhecidos como nós ou galhas. Segundo o dicionário Aurélio, é o nome que se dá, em botânica, à formação tumoral ou hipetrofia dos tecidos vegetais em decorrência de algum fator externo (outra planta, ação de animais, micróbios, fungos) e que se desenvolve de modo desordenado, muitas vezes lembrando uma esfera ou tubérculo.

Como explicado anteriormente, para manter a coerência com toda a fundamentação do projeto, seria necessário restituir a superfície original da madeira, ocupada pelos sensores. A técnica de laminação foi então usada para este fim. Para confecção dos modelos finais, foram escolhidas quatro espécies distintas de madeira reflorestada, selecionadas por coloração, textura e densidade.



Figura 45: Respectivamente, e em ordem crescente de densidade, as espécies selecionadas para o projeto.

4.9 Geometria das amostras

Como forma de sistematizar a projetação dos modelos, foi definida uma dimensão padrão para as amostras de madeira. Essa decisão leva em conta não só conhecimentos de geometria e proporção clássicas mas também a valorização de características da madeira e qualidades do projeto. Os dados de harmonia geométrica de retângulos compilados por GOMES, BROD JUNIOR e MEDEIROS (2015) contemplam as seguintes proporções: Diágono (1:1.414); Sixtone (1:1,732); Áureo (1:1,618); Quadrato (1:1); Hemadiágono (1:1,118); Quadriágono (1:1,207): Hemiolione (1:1,5); Duploquadrato (1:2). A partir desses dados, cada proporção foi reproduzida em papel

pluma e analisada. Abstendo-se de esoterismos relacionados ao tema, a proporção de 1:1.618 foi a que melhor equalizou a relação entre espessura, largura e comprimento, traduzindo perceptivamente o potencial das técnicas utilizadas em materiais de espessura reduzida¹² e mantendo simultaneamente uma área satisfatória de superfície para que fosse trabalhada. Com base nas especificidades produtivas do fornecedor, a dimensão final selecionada foi de 300mm x 185mm x 10mm.





Figura 46: Testes de proporção em papel pluma e amostras de madeira já cortadas, seguindo a proporção escolhida.

4.8 Modelo final

O primeiro modelo foi produzido em cedro e sintetiza fisicamente os conceitos desenvolvidos até aqui. O material é composto de duas camadas unidas por cola de contato. No centro da camada base, está localizado o sensor de capacitância selecionado na etapa anterior. Pode-se observar que os circuitos são direcionados à extremidade do material. Esses circuitos possuem uma área de contato mais larga e extensa para otimizar a conexão com o microcontrolador. O aumento na extensão possui também outra justificativa: à nível comercial, para que o material desenvolvido fosse comprado por um usuário (isto será explicado mais à frente) e se comportasse

^[12] Característica conhecida atualmente como flat design.

como "matéria-prima" de outros projetos, seria necessário que o mesmo mantivesse possibilidades de ajuste de forma e tamanho. O aumento na extensão das superfícies de contato é um atributo projetado para que o material, mesmo cortado (dentro de certo limite, é claro) ainda possa ser utilizado sem prejudicar seu funcionamento. Esta área mais larga de circuito foi limitada a 10 mm de extensão; caso contrário, geraria interferência na leitura dos sensores.

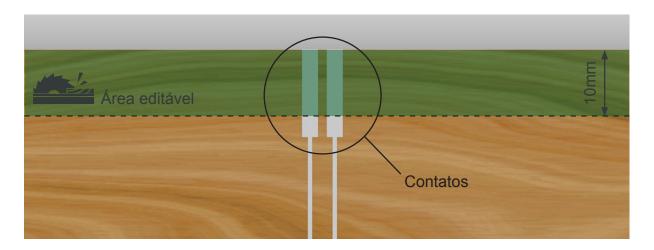


Figura 47: Em detalhe, o contato dos sensores com a área externa do material.

A montagem foi inicialmente simulada em um programa de modelagem tridimensional para validar o posicionamento de componentes. Na figura abaixo é possível observar o esquema de montagem.

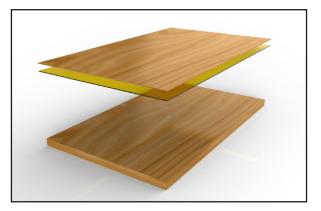




Figura 48: Esquema de montagem. Na primeira camada (base), está localizado o sensor de capacitância. Em seguida, uma fina camada de cola (em amarelo) e, por último, o folhado. Em detalhe, o *layout* do sensor sobre a superfície da madeira. Na extremidade esquerda da base (dois retângulos cinzas), pode-se observar a área de contato dos circuitos com o exterior do material.

Logo em seguida, foi iniciado o processo de montagem do modelo. Na base de madeira, foi colada uma máscara de vinil previamente confeccionada e que continha o *layot* de sensor desejado. Foi feita então a pintura por dispersão com tinta de prata e, após a cura, a base de madeira contendo o sensor foi unida por cola de contato à uma fina camada do folhado de mesma espécie. No momento de aplicação da cola, a área de contato dos sensores foi temporariamente mascarada com pequenos pedaços de fita adesiva para que a cola não atingisse os mesmos. Este procedimento foi necessário para que posteriormente ainda fosse possível conectá-los ao microcontrolador Arduino.





Figura 49: Aplicação da máscara de vinil (stencil) e pintura dos sensores com pistola.

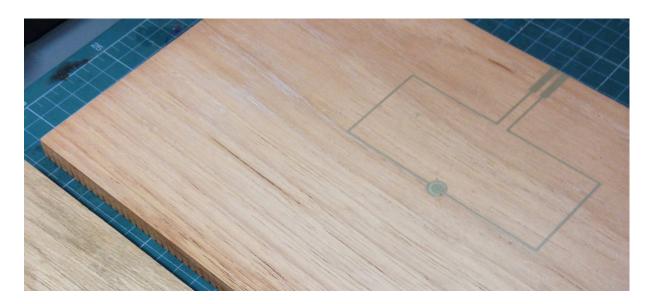


Figura 50: Em detalhe, a superfície base com sensores aplicados.

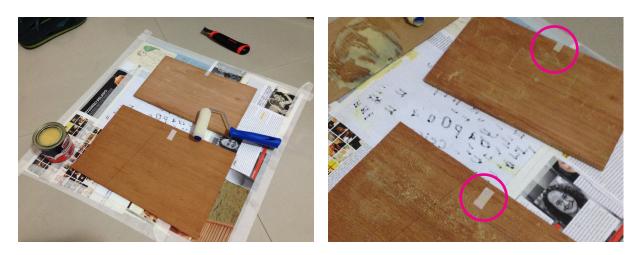


Figura 51: Preparação para colagem do folhado e mascaramento dos contatos (em magenta).



Figura 52: Modelo finalizado (topo).

Como forma de guiar possíveis procedimentos posteriores, foram gravados a laser, no verso do material, grafismos que reproduziam o posicionamento bidimensional dos sensores e a conexão correta dos pólos (+ e -). Foi adicionada também uma padronagem hachurada que cobria toda a área passível de ser cortada, furada e modificada sem alteração da funcionalidade do sensor. Este atributo, que funciona como guia para o usuário, é totalmente dispensável. No entanto, foi criado como forma de aproximar o modelo final da forma como poderia, eventualmente ser comercializado.



Figura 53: Modelo finalizado (verso).

Conexão e tetes

Com o modelo finalizado, a próxima fase foi testar seu funcionamento. Havia a preocupação de que a cola, de alguma forma, pudesse prejudicar a integridade do sensor. Felizmente, este fato não se concretizou, como será visto adiante.

A conexão externa com o microcontrolador é realizada com folhas de cobre removíveis, inseridas logo abaixo da camada do folhado, na região que fora mascarada anteriormente com fita adesiva no processo de colagem.



Figura 54: Detalhe da superfície principal e área de conexão com sensores inseridos.



Figura 55: Detalhe do verso e área de conexão com sensores inseridos.

Para validar o funcionamento dos sensores, foi utilizado um código baseado em linguagem de programação C (linguagem característica da plataforma Arduino). Tomando como referência o programa criado por Thomas Ouellet Fredericks, por sua vez baseado no de Scott Fitzgerald, foram feitas algumas adaptações para adequação ao projeto em questão.

Em síntese, este código simplesmente lê valores absolutos relacionados à capacitância total no sensor e, de acordo com um limite pré-estabelecido na própria programação, acende ou não um LED. O código é apresentado integralmente na página a seguir.

```
#include <CapacitiveSensor.h>
CapacitiveSensor leitura = CapacitiveSensor(8,4);
#define THRESSHOLD 250
#define LED PIN 13
long value;
void setup() {
          Serial.begin(57600);
          pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
void loop() {
          long newValue = leitura.capacitiveSensor(30);
          if ( value != newValue ) {
    value = newValue;
                    Serial.print("leitura ");
Serial.println(value);
                    if(value > THRESSHOLD) {
    // turn the LED on
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
                    }
                    else {
                              digitalWrite(LED_PIN, LOW);
                    }
          }
}
```

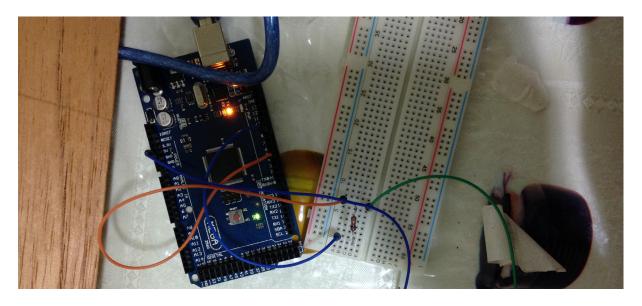


Figura 56: Arduino Mega 2560, resistor e *protoboard* conectados ao material.

Utilizar o Arduino como ferramenta torna possível controlar de forma simples, através de códigos (e talvez essa seja a beleza da programação), uma série de

eventos que ocorrem apenas em escala elétrica. Um dos maiores êxitos do trabalho foi descobrir, acidentalmente, que a sensibilidade do sensor não se restringia necessariamente apenas à superfície logo acima do sensor e áreas próximas. Era possível, por um pequeno ajuste de valores no código, tornar todo o material sensível ao toque e até mesmo à proximidade. No caso deste projeto, a variação de leitura obtida pelos sensores pode ser interpretada e gerar uma infinidade de outras ações subsequentes além de ativar um simples LED. É possível por exemplo comandá-lo para que abra uma porta, acione um motor, soe um alarme, faça uma ligação... Neste sentido, não existem limites para as aplicações que este projeto pode gerar nas mãos de um usuário habilidoso.

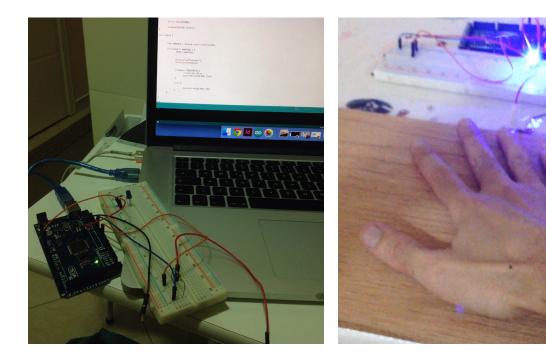


Figura 57: Upload do programa no Arduino Mega 2560 e teste de sensibilidade.

CONCLUSÃO

O projeto desenvolvido torna bastante evidente que, mesmo com a evolução constante da indústria metalúrgica, de polímeros ou compósitos, ainda podem ser exploradas infinitas possibilidades de integração de materiais tradicionais em contextos de alta tecnologia. Como demonstrado no capítulos anteriores, é provável que esta tendência assuma papel de destaque nos próximos anos por tratar-se de um campo extremamente fértil à intervenções criativas.

A flexibilidade de plataformas de prototipação eletrônica como o Arduino torna hoje ainda mais diversificada a gama de ferramentas disponíveis ao designer para que atue como *maker*, intervindo diretamente na criação de seus projetos. Assumir a posição de maker significa, em última instância, estar envolvido à nível manual com seu projeto sob um viés mais atual e não mais na simples posição de artesão (usado aqui em seu sentido primitivo). Esta condição pressupõe lidar não só com a formatação dos materiais mas, possivelmente com as funcionalidades eletrônicas e, consequentemente, com a configuração e programação dos componentes.

É possível também que o estreitamento destes laços traga bons frutos à medida que as plataformas de financiamento coletivo surgidas recentemente facilitam o custeamento de projetos para pequenos empreendedores, designers e *makers* interessados em viabilizar seus próprios produtos em larga escala.

BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, Frederico; CARVALHO, Ludmilla; GRINBERG, Lea; FARFEL José Marcelo; FERRETTI, Renata; LEITE, Renata; FILHO, Wilson J.; LENT, Roberto; HERCULANO-HOUZEL, Suzana e colaboradores. **Equal numbers of neuronal and non-neuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain**. (2009). Journal of Comparative Neurology vol. 513: pp. 532-541.

CAMPBELL, Duncan; REY, Charlotte; EHMANN, Sven; KLANTEN, Robert. **The Craft and the Makers: Tradition with Attitude.** Berlin: Gestalten, 2014. 272 p.

FLUSSER, Vilém. **O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação.** São Pulo: Cosac Naify, 2007. 224 p.

GARNER, Steve; MCDONAGH-PHILP, Deana. **Problem Interpretation and Resolution via Visual Stimuli: The Use of "Mood Boards" in Design Education.** In: The Journal of Art and Design Education, p.57-64. Corshame: John Wiley & Sons Ltd, 2001.

GOMES, Luis Antonio Vidal de Negreiros; BROD JUNIOR, Marcos; MEDEIROS, Ligia Maria Sampaio de. **Sgt Pepper. Projeto e desenho da capa [48 anos]**. Rio de Janeiro: sCHDs, 2015. 232 p.

GOMES, Luis Antonio Vidal de Negreiros. **Criatividade e Design.** Porto Alegre: sCHDs, 2011.

JESUS, A. Reis. **A Imagem da Recriação da Juventude: televisão e propaganda**. 2008. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

KISHLANSKY, Mark; GEARY, Patrick; O'BRIEN, Patricia. Civilization in the West: Volume C (since 1789) (7th Edition). New York: Pearson Education, Inc., 2008. 416 p.

KULA, Daniel; TERNAUX, Élodie; HIRSINGER, Quentin. Materiologia: o guia criativo de materiais e tecnologias. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012. 344 p.

LEONARD, W.R.; ROBERTSON M.L.; SNODGRASS, J.J.; KUZAWA C.W. **Metabolic correlates of hominid brain evolution.** Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 136(1):5-15. Laboratory for Human Biology Research, Department of Anthropology, Northwestern University, Illinois.

NAYLOR, Gillian. The arts and crafts movement: a study of its sources, ideals, and influence on design theory. Londres: Studio Vista, 1971. 208 p.

NOVAK, Joseph D. & CAÑAS, Alberto J. **The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct and Use Them**. 2006. [PDF] Relatório Técnico. Institute for Human and Machine Cognition, Florida.

NUNES, Rui F. V. da Cruz. **Uma nova estratégia de design de produto virada para o "Faça você mesmo".** 2010. 180f. [PDF] Dissertação (Mestrado em Design de Produto) — Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

PETERS, Sascha. Material Revolution: Sustainable and Multi-Purpose Materials for Design and Architecture. Basel: Birkhäuser, 2011. 191 p.

PEVSNER, Nicolaus. **Pioneers of Modern Design: From William Morris to Walter Gropius.** Harmondsworth: Penguin Books, 1960. 264 p.

TERSTIEGE, Gerrit. The Making of Design: From the First Model to the Final Product. Basel: Birkhäuser GmbH, 2010. 176 p.

TRIGGS, Oscar Lovell. **Chapters in the History of the Arts and Crafts Movement.** Chicago: The Bohemia Guild of the Industrial Art League, 1902. 232 p.

WARNER, Nick; HAYMAN, Leanne. **Made by Hand.** Londres: Black Dog Publishing, 2014. 187 p.

APÊNDICE

Planejamento anual

Estabelecido em função da banca examinadora e da universidade.

Planejamento mensal

O fluxo de trabalho deste projeto foi organizado de acordo com o cronograma de redução progressiva de incerteza, proposto por Estelle M. Philips e D.S. Pugh na obra "How to Get a PhD". Este cronograma encontra-se formatado para um programa de pós-graduação com duração média de pouco mais de três anos e foi adaptado para uso na graduação por GOMES, MEDEIROS, BROD JUNIOR e BORDONI BRITO com base nas etapas do processo criativo, já apresentadas no início do Capítulo IV.

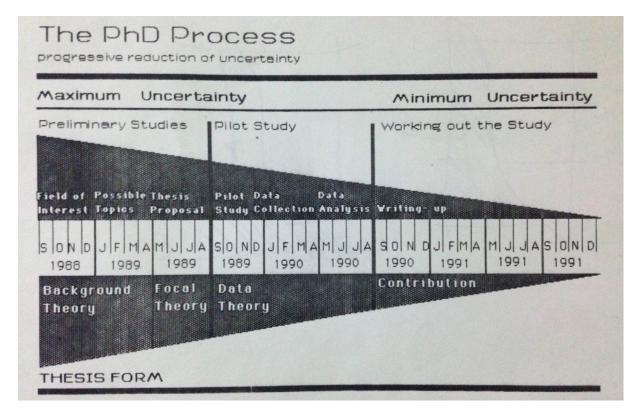


Figura 58: Cronograma proposto por Estelle M. Philips e D.S. Pugh na obra "How to get a PhD", 1987, p.74.

Momentos Metodológicos		Meses 2015											
Estágios	Etapas & Fases	М	Α	М	J	J	A	s	o	N	D	J	1
EPre	Identificação (definição/delimitação) Preparação (direta/indireta) Verificação (avaliação) Parcial 1 Incubação (involuntária/voluntária)												
ALim	Esquentação (psicomotora/afetiva) Iluminação (Léxico/Vocabulário/Discurso) Verificação (avaliação) Parcial 2												
CPos	Elaboração (gráfico-verbal/visual/virtual)												
	Verificação (avaliação) Final 3												-

Abreviaturas:

EPre = Estudos Preliminares

ALim = Apresentação Limiar

CPos = Comunicação Pós-Liminar

Figura 59: Cronograma adaptado por GOMES, MEDEIROS, BROD JUNIOR e BORDONI BRITO com base nas etapas do processo criativo.

Orçamento

Na tabela abaixo abaixo encontram-se listados os materiais utilizados, seus respectivos valores e o valor total investido durante o processo: (Obs.: não são listadas as quantidades de cada item)

Materiais/ Se	Custos (R\$)	
Tintas condutivas	870,00	
Madeira	400,00	
Recorte eletrônico em vinil		120,00
Gravação e cortes a laser		100,00
Folhas de cobre		50,00
Arduinos		120,00
	Total	1660,00

Tabela 60: Tabela final de orçamento do projeto.

Outras fontes de pesquisa

Durante o desenvolvimento deste projeto, foram utilizadas fontes virtuais de pesquisa extremamente úteis. Grande parte delas se refere à *datasheets*, eletrônica, sensores e programação. Não obstante, foram filtradas para dar lugar à bibliografia clássica, por sua vez mais adequada a fins acadêmicos, e portanto omitidas do corpo principal de texto. Correspondendo à função do relatório técnico, que é oferecer um legado material de conhecimento à universidade, segue abaixo a relação completa dessas fontes, organizadas por tema, para eventual consulta:

Circuitos e sensores:

http://www.engineersgarage.com/articles/position-sensors

http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1279586

http://hexus.net/tech/news/peripherals/62325-instant-inkjet-circuits-output-inkjet-minute/

http://www.lionprecision.com/tech-library/technotes/cap-0022-ungrounded.html

http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/40-10/cap sensors.html

http://www.canvys.co.uk/en/products/touch-technologies/

http://dicksonchow.com/pbook

http://www.touchsemi.com/index.php?Show=10 Touch Sensors e/30 Principle e.

php&Lang=english

https://learn.adafruit.com/metal-inlay-capacitive-touch-buttons/overview

http://www.creativematerials.com/products/silver-inks/

http://hacknmod.com/hack/diy-capacitive-touch-made-easy/

http://interlinkelectronics.com/

http://www.sensorwiki.org/doku.php/sensors/piezoelectric ceramic film

http://openmaterials.org/transparent-pcbs/

http://www.lessemf.com/plastic.html

Arts and Crafts:

http://www.metmuseum.org/toah/hd/praf/hd praf.htm

Movimento Maker:

http://p2pfoundation.net/Maker Movement

http://blogs.acu.edu/wearemakers/

http://www.core77.com/posts/25244/we-are-makers-documenting-a-burgeoning-mo-

vement-by-nathan-driskell-25244

http://www.newyorker.com/magazine/2014/01/13/making-it-2

Referências conceituais:

http://www.core77.com/posts/36110/At-IKEA-Temporary-a-Concept-Kitchen-for-2025 http://www.lepixelblanc.co/catalog/#/sensitive-matter/

Teses, artigos e documentos em PDF (contidos no CD disponibilizado à biblioteca):

Principais

SEMTECH. Capacitive Touch Sensing Layout Guidelines. PDF. 1° de abril de 2010. ST. AN2869 Application note: Guidelines for designing touch sensing applications. PDF. Maio de 2012.

<u>Secundárias</u>

http://www.researchgate.net/publication/262525310_A_comparative_analysis_of_ca-pacitive_touch_panel_grid_designs_and_interpolation_methods

http://www.ijdesign.org/ojs/index.php/IJDesign/article/viewFile/1965/687

http://www.henkel-adhesives.com/com/content_data/326640_enewsletter_0813_ECI_inks_for_Touch_Screen_Apps_final986316.pdf

http://www.henkel-adhesives.com/com/content_data/353777_12509_LT6700_

Transparent_Conductive_Bro_FINAL_LR_nocrops.pdf

http://large.stanford.edu/courses/2012/ph250/lee2/docs/art6.pdf

http://www.capsense.com/capsense-wp.pdf

http://www.analog.com/library/analogdialogue/archives/46-05/cdcs_in_healthcare.pdf

http://summit.sfu.ca/system/files/iritems1/14578/etd8613_AMilne.pdf

http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/53433/1/KJ00000737481.pdf

https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00292794/en/

https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Flex/MSI-techman.pdf

http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.2752/174063109X380008

http://solutions.3m.co.uk/3MContentRetrievalAPI/

BlobServlet?Imd=1332776667000&locale=en_US&assetType=MMM_

Image&assetId=1319224170371&blobAttribute=ImageFile

http://ethw.org/images/8/87/Routray.pdf

http://www.mdpi.com/1424-8220/12/5/6685/htm

http://www.ti.com/lit/an/slaa576a/slaa576a.pdf

http://www.nime.org/proceedings/2010/nime2010_244.pdf

https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/20212/1/Tese%20Paulo%20

Lemos.pdf

http://www.tru-vumonitors.com/images/Touch_Screen_Basics.Comparisons.pdf
https://web.stanford.edu/group/design_education/wikiupload/0/0a/Weinmann_Masters_Thesis.pdf
https://novatec.com.br/livros/arduino-em-acao/capitulo9788575223734.pdf