



Pós-Graduação em Ciência da Computação

Michael Lopes Bastos

CatalogToMakers: uma plataforma de catalogação colaborativa de componentes eletrônicos e projetos de computação física



Universidade Federal de Pernambuco
posgraduacao@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

Recife
2019

Michael Lopes Bastos

CatalogToMakers: uma plataforma de catalogação colaborativa de componentes eletrônicos e projetos de computação física

Este trabalho foi apresentado à Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre Profissional em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Computação Física

Orientador: Giordano Ribeiro Eulalio Cabral

Coorientador: Filipe Carlos de Albuquerque Calegario

Recife
2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Monick Raquel Silvestre da S. Portes, CRB4-1217

B327c Bastos, Michael Lopes

CatalogToMakers: uma plataforma de catalogação colaborativa de componentes eletrônicos e projetos de computação física / Michael Lopes Bastos. – 2019.

169 f.: il., fig., tab.

Orientador: Giordano Ribeiro Eulalio Cabral.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn, Ciência da Computação, Recife, 2019.

Inclui referências.

1. Ciência da computação. 2. Computação física. 3. Internet das coisas. I. Cabral, Giordano Ribeiro Eulalio (orientador). II. Título.

004

CDD (23. ed.)

UFPE- MEI 2019-084

Michael Lopes Bastos

“CatalogToMakers: uma plataforma de catalogação colaborativa de componentes eletrônicos e projetos de computação física”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovado em: 15/03/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Geber Lisboa Ramalho
Centro de Informática/UFPE

Prof. Dr. João Paulo Cerquinho Cajueiro
Departamento de Eletrônica e Sistemas/UFPE

Prof. Dr. Giordano Ribeiro Eulalio Cabral
Centro de Informática/UFPE
(Orientador)

*Dedico a Deus, aos meus familiares e a minha eterna amiga e irmã
Maria Genicléia da Silva (in memoriam).*

AGRADECIMENTOS

À minha Mãe e ao meu Pai pelo constante apoio e pelas incansáveis palavras de conforto, não me deixando fraquejar nos momentos mais conturbados dessa trajetória. Todo e qualquer esforço realizado por mim durante esses 2 anos, foram sem dúvidas em prol do suor derramado por eles para poder me proporcionar uma base estável e me fazer chegar até essa conquista.

À minha irmã, por sempre estar me apoiando com palavras de incentivo e me dando injeções de ânimo e através seu exemplo de dedicação e perseverança, me motivava a continuar estudando e me dedicar cada vez mais ao meu futuro.

Aos meus amigos Romualdo Junior, Augusto Lima, Irlândio Santana, Wandersson Saraiva, Alícia Gomes, Mayra Wanessa, Cleônia Cristina e Jéssica Lopes, que sempre estiveram comigo nos bons e maus momentos desse processo, me animando nas fases ruins e comemorando comigo as conquistas vivenciadas durante esse período.

À minha namorada Andressa Nicácio, que me segurou nos momentos de fraqueza e me levantou quando quase cai. Cada palavra de incentivo e apoio emocional foram essenciais para continuar acreditando que seria possível chegar em pé até aqui.

A todo o corpo docente da pós-graduação do Centro de Informática, os quais sem sombra de dúvidas possuem um elevado nível de conhecimento e profissionalismo, tendo uma capacidade diferenciada de ensinar.

Ao meu orientador, Prof. Giordano Cabral e ao meu coorientador, Felipe Calegario, que pacientemente compartilharam suas experiências e conhecimentos, para que esse trabalho pudesse ser realizado.

A todos que compõem o grupo de pesquisa MustIC, que sem sombra de dúvidas foram imprescindíveis para o desenvolvimento desse projeto.

E por fim, agradeço a todos que direto ou indiretamente participaram de minha vivência acadêmica e contribuíram para construção deste trabalho.

RESUMO

O Movimento *Maker* é uma realidade crescente na nova indústria e na comunidade acadêmica. Ele consiste na proposta de difusão do estilo “Faça você mesmo” (*Do It Yourself – DiY*), enfatizando a criação e o desenvolvimento do pensamento criativo. Nesse contexto a democratização da internet fez com que usuários não especialistas pudessem se arriscar no desenvolvimento de novas tecnologias de hardware. O fácil acesso a equipamentos com preços acessíveis e a grande quantidade de pessoas compartilhando conhecimento facilitam a prototipagem e ampliam a criação de ferramentas em laboratórios caseiros. Entretanto, existe uma carência de um lugar onde as informações relativas aos componentes utilizados nesses projetos possam estar centralizadas e organizadas, isso provoca uma dificuldade de acesso a essas informações, sendo explicada por as plataformas atuais não possuírem um conjunto de funções centradas nas necessidades dos usuários, consequentemente, isso aumenta o tempo de busca dos componentes, retardando e dificultando o fluxo do desenvolvimento criativo. Assim, com o intuito de reduzir esse tempo de desenvolvimento e facilitar o acesso a essas informações, essa dissertação descreve os processos para concepção da ferramenta CatalogToMakers, uma plataforma de catalogação colaborativa de componentes eletrônicos e projetos de computação física, sendo essa abordagem uma união de várias funções importantes para facilitar o processo de concepção. Em sua validação, a ferramenta foi bem-sucedida em todos os critérios de avaliação e em particular para os usuários menos técnicos (não especialistas).

Palavras-chave: Computação Física. Internet das Coisas. Plataforma de Catalogação. Organização da Informação. Sistema de Recuperação da Informação.

ABSTRACT

The Maker Movement is a growing reality in the new industry and academic community. It consists of the Do It Yourself (DiY) stile-spreading proposal, emphasizing the creation and development of creative thinking. In this context, the democratization of the Internet has meant that non-expert users could take the risk of developing new hardware technologies. Easy access to low cost equipment and the large amount of people sharing knowledge facilitate prototyping and extend the creation of tools in home labs. However, there is a lack of a place where the information related to the components used in these projects can be centralized and organized, this causes a difficult access to this information, being explained because currently platforms do not have a set of functions focused on the needs of the users, this increases the search time of components, slowing down and hindering the flow of creative development. Thus, in order to reduce this development time and facilitate access to this information, this dissertation describes the processes for designing the CatalogToMakers tool, a collaborative cataloging platform for electronic components and physical computing projects, this approach being a union of several important functions to facilitate the conception process. In its validation, the tool was successful in all evaluation criteria and in particular for less technical users (non-specialists).

Keywords: Physical Computing. Internet of Things. Cataloging Platform. Information Organization. Information Retrieval System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil do público <i>maker</i> : dos quartos sujos a invenções criativas ..	22
Figura 2 - Volume de pesquisas no Google sobre <i>Wireless Sensor Network</i> e <i>Internet of Things</i> de 2006 a 2016	24
Figura 3 - Componentes de um sistema de computação física	26
Figura 4 - Fluxo de interação entre a indústria cinematográfica e de design de interação.....	35
Figura 5 - Interface principal da aplicação Sci-Fi Gesture Catalog	37
Figura 6 - Interface Principal da página SensorWiki.org	39
Figura 7 - Modo de exibição de informações sobre os sensores.....	39
Figura 8 - Esquema clássico de comunicação entre usuário e catálogo	50
Figura 9 - Diagrama TTI	54
Figura 10 - Representação da Folksonomia aberta (A - Broad) e restrita (B - Narrow)	60
Figura 11 - Representação das entidades do modelo FRBR	68
Figura 12 - Correlação entre os métodos e conceitos utilizados no processo de catalogação desse trabalho.....	69
Figura 13 - Métodos para catalogação resultado da RSL nas bases BRAPCI e BENANCIB	78
Figura 14 – Relação da quantidade (eixo vertical esquerdo) de cada um dos métodos encontrados em cada ano (eixo vertical direito), tendo início (na direita) em 2013 e finalizando no ano de 2018 (no último ponto a esquerda).	81
Figura 15 - Esquema do processo de inspiração teórico baseado nos métodos encontrados na RSL.....	90
Figura 16 - Processo iterativo em espiral para a fase de concepção.....	91
Figura 17 - Exemplo de telas do protótipo 1	93
Figura 18 - Algumas telas do protótipo 2.....	95
Figura 19 - Processo de avaliação do Mockup (protótipo 2).....	96
Figura 20 - Gráfico de avaliação da Heurística 1.....	97
Figura 21 - Gráfico relativo a heurística de número 5.....	99
Figura 22 - Gráfico relativo a heurística de número 6.....	100
Figura 23 - Interação do usuário com a função pesquisa	106

Figura 24 - Tela inicial da plataforma	107
Figura 25 - Listagem dos shields na busca visual	108
Figura 26 - Listagem dos componentes da busca textual.....	109
Figura 27 - Interação do usuário com a função comparar	110
Figura 28 - Busca de componentes para comparação (A) - Listagem tabular das informações (B)	111
Figura 29 - Tela gerenciar componentes.....	112
Figura 30 - Tela gerenciamento de microcontroladores	112
Figura 31 - Tela inserir sensor - categoria Informações Gerais	114
Figura 32 - Tela exibir projetos	115
Figura 33 - Tela Favoritos	117
Figura 34 - Representação do processo de recuperação da informação	119
Figura 35 - Processo de recuperação e indexação da informação do catálogo	120
Figura 36 - Máquina de estados do modelo MVC baseado na desenvolvida por Krasner (1988).....	121
Figura 37 - Fluxo entre as camadas do MVC	122
Figura 38 - Diagrama de Caso de Uso do CatalogToMakers	123
Figura 39 - Diagrama de classes resumido do sistema, utilizando do modelo WAE	126
Figura 40 - Estrutura em camadas das tecnologias utilizadas.....	127
Figura 41 - Diagrama Entidade Relacionamento de parte do projeto	131
Figura 42 - Trecho de código Ajax utilizado.....	135
Figura 43 - Relação do conhecimento dos participantes da primeira avaliação sobre computação física.....	137
Figura 44 – Nível de experiências dos participantes da primeira avaliação com Computação Física	138
Figura 45 - Faixa etária dos avaliadores presenciais da primeira avaliação .	138
Figura 46 - Registro das avaliações do CatalogToMakers	140
Figura 47 - Registro das avaliações do Filipeflop	140
Figura 48 - Tarefa menos executadas pelos avaliadores em cada plataforma avaliada.....	140
Figura 49 - Relação da execução das atividades pelos avaliadores para cada plataforma	141

Figura 50 - Tempo de execução das atividades por cada avaliador nas plataformas CatalogToMakers e FilipeFlop	142
Figura 51 - Média do tempo de execução das atividades pelos avaliadores para as duas aplicações	142
Figura 52 - Nível de conhecimentos dos usuários sobre computação física .	146
Figura 53 - Nível de experiência prática dos usuários na segunda etapa da avaliação	147
Figura 54 - Faixa etária dos usuários da segunda etapa da avaliação	147
Figura 55 - Exemplo da escala Likert	148
Figura 56 - Prováveis contextos de utilização da ferramenta pelos avaliadores	151
Figura 57 - Perfis prováveis de usuários para ferramenta citadas pelos avaliadores	152
Figura 58 - Trabalhos relacionados citados.....	153
Figura 59 - Principais pontos positivos	154
Figura 60 - Principais pontos negativos da ferramenta.....	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação geral entre os trabalhos relacionados	47
Tabela 2 - Lista das bases pesquisadas	72
Tabela 3- Lista de algumas funções relativas a busca na plataforma.....	128
Tabela 4 - Resultado da aplicação do questionário SUS.....	149

LISTA DE SIGLAS

AACR	CÓDIGO DE CATÁLOGO ANGLO AMERICANO
AI	ARQUITETURA DA INFORMAÇÃO
BD	BANCO DE DADOS
BENANCIB	BASE DE DADOS REFERENCIAIS DE ARTIGOS DE PERIÓDICOS EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
BRAPCI	BASE DOS ENCONTROS NACIONAIS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
CBMSC	CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
DAO	<i>DATA ACCESS OBJECT</i>
DC	<i>DUBLIN CORE</i>
DIY	<i>DO IT YOURSELF</i>
DIWO	<i>DO IT WITH OTHERS</i>
DMI	<i>DIGITAL MUSIC INSTRUMENTS</i>
FGDC	<i>GEOGRAPHIC COMMITTEE</i>
FRBR	REQUISITOS FUNCIONAIS PARA REGISTROS BIBLIOGRÁFICOS
GILS	<i>GOVERNMENT INFORMATION LOCATOR SERVICE</i>
IMD	INSTRUMENTO DIGITAL MUSICAL
IOT	<i>INTERNET OF THINGS</i>
ISBD	<i>INTERNATIONAL STANDARD BIBLIOGRAPHIC DESCRIPTION</i>
LCSH	<i>LIBRARY OF CONGRESS SUBJECT HEADINGS</i>
MARC 21	<i>MACHINE READABLE CATALOGING</i>
MIY	<i>MAKE IT YOURSELF</i>
MVC	<i>MODEL-VIEW-CONTROLLER</i>
NICD	NÍQUEL CÁDMIO
NIMH	NÍQUEL/HIDRETO METÁLICO
OI	ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO
OPAC	<i>ONLINE PUBLIC ACCESS CATALOG</i>
OWL	<i>ONTOLOGY WEB LANGUAGE</i>

RDA	RECURSO DESCRIÇÃO E ACESSO
RI	RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO
RSL	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
SAIF	<i>SPATIAL ARCHIVE AND INTERCHANGE FORMAT</i>
SKOS	<i>SIMPLE KNOWLEDGE ORGANIZATION SYSTEM</i>
SRI	SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO
SUS	<i>SYSTEM USABILITY SCALE</i>
TIC	TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
TTI	TRATAMENTO TEMÁTICO DA INFORMAÇÃO
UML	<i>UNIFIED MODELING LANGUAGE</i>
VI	VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO
VO	<i>VALUE OBJECT</i>
XML	<i>EXTENSIBLE MARKUP LANGUAGE</i>
WAE	<i>WEB APPLICATION EXTENSIONS</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	<i>Motivação.....</i>	18
1.2	<i>Objetivos.....</i>	19
1.3	<i>Estrutura da dissertação</i>	19
2	CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA	21
2.1	<i>O Movimento Maker</i>	21
2.2	<i>A Internet das Coisas e sua ascensão</i>	23
2.3	<i>Computação Física</i>	25
2.3.1	<i>Comunicação sem fio.....</i>	27
2.3.2	<i>Banco de Energia.....</i>	29
2.4	<i>Digital Music Instruments (DMIs).....</i>	31
2.5	<i>O que se pode fazer com tudo isso?</i>	32
3	TRABALHOS SIMILARES.....	34
3.1	<i>Trabalhos Acadêmicos</i>	34
3.1.1	<i>Sci-fi Gesture Catalog</i>	34
3.1.2	<i>Sensor Wiki</i>	37
3.2	<i>Projetos não acadêmicos</i>	40
3.2.1	<i>Mouser.com</i>	40
3.2.2	<i>Filipeflop.com</i>	41
3.2.3	<i>Adafruit.com</i>	42
3.2.4	<i>Seeedstudio.io</i>	42
3.2.5	<i>Labdegaregem.com</i>	43
3.2.6	<i>Eletrogate.com</i>	43
3.3	<i>Comparação entre os trabalhos relacionados.....</i>	44
4	A CATALOGAÇÃO	49
4.1	<i>Contexto Geral.....</i>	49
4.2	<i>Indexação e Organização da Informação</i>	52
4.3	<i>Recuperação da Informação</i>	55

4.4	<i>Folksonomia</i>	58
4.5	<i>Metadados</i>	62
4.6	<i>FRBR</i>	66
5	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA NACIONAL SOBRE OS MÉTODOS DE CATALOGAÇÃO	71
5.1	<i>Justificando a pesquisa</i>	71
5.2	<i>Questões de Pesquisa</i>	72
5.3	<i>Processo de Pesquisa</i>	72
5.4	<i>Critério de inclusão</i>	73
5.5	<i>Critério de exclusão</i>	73
5.6	<i>Processo de seleção do estudo primário</i>	74
5.7	<i>Avaliação de Qualidade</i>	74
5.8	<i>Coleção de dados</i>	76
5.9	<i>Análise de dados</i>	76
5.10	<i>Divulgação</i>	76
5.11	<i>Descrição dos Resultados</i>	77
5.12	<i>Considerações Finais</i>	82
6	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO	84
6.1	<i>Detalhando o processo de design</i>	84
6.1.1	<i>Como é realizado o pensar do Design Thinking</i>	85
6.2	<i>Fase de Inspiração</i>	86
6.2.1	<i>Experiências pessoais de projetistas do grupo de pesquisa MustIC</i>	87
6.2.2	<i>Inspiração nos métodos encontrados na Revisão Sistemática</i>	88
6.3	<i>Concepção</i>	90
6.3.1	<i>Primeiros protótipos e experiências</i>	92
6.3.1.1	<i>Protótipo 1 e sua avaliação</i>	92
6.3.1.2	<i>Protótipo 2 e sua avaliação</i>	94
7	CATALOGTOMAKERS	104

7.1	<i>Aspectos gerais da plataforma</i>	104
7.2	<i>Funções básicas do CatalogToMakers</i>	106
7.2.1	<i>Pesquisa por componentes e projetos</i>	107
7.2.2	<i>Comparar componentes</i>	109
7.2.3	<i>Manter itens e projetos.....</i>	111
7.2.4	<i>Função Favoritar</i>	116
8	<i>IMPLEMENTAÇÃO</i>	118
8.1	<i>Arquitetura do Sistema.....</i>	118
8.2	<i>Tecnologias utilizadas.....</i>	124
8.2.1	<i>Detalhe das tecnologias utilizadas</i>	132
9	<i>AVALIAÇÃO E COLETA DE DADOS</i>	136
9.1	<i>Análise comparativa presencial e coleta de dados.....</i>	136
9.1.1	<i>Perfil dos avaliadores.....</i>	137
9.1.2	<i>Execução de tarefas pré-definidas</i>	139
9.1.3	<i>Relatos das experiências</i>	143
9.2	<i>Análise de usabilidade.....</i>	145
9.2.1	<i>Perfil dos avaliadores.....</i>	146
9.2.2	<i>System Usability Scale (SUS)</i>	148
9.2.3	<i>Contexto de utilizações da ferramenta.....</i>	150
9.2.4	<i>Perfis dos usuários em potencial.....</i>	151
9.2.5	<i>Projetos relacionados.....</i>	152
9.2.6	<i>Pontos negativos e positivos.....</i>	154
10	<i>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....</i>	157
10.1	<i>Trabalhos futuros.....</i>	158
	<i>REFERÊNCIAS</i>	160

1 INTRODUÇÃO

Embora se trate de uma atividade bastante antiga, a catalogação é comumente usada nos dias de hoje em diferentes áreas do conhecimento. Ela tem como objetivo a realização de duas tarefas principais: a organização da informação relativa a um domínio específico e proporcionar e garantir o acesso a essa informação. Existem hoje algumas ferramentas usadas como guia para realização dessas atividades, tendo como exemplos o Código de Catálogo Anglo Americano (AACR), o Recurso Descrição e Acesso (RDA) e os Requisitos Funcionais para Registros Bibliográficos (FRBR) (Costa, 2017).

A catalogação vem se renovando mais a cada ano que passa, principalmente depois do advento da internet. A evolução da *web* acabou tornando a informação cada vez mais acessível a uma grande parte da população, todavia, essa constante e rápida disseminação de informação acabou trazendo problemas no que tange a organização e a recuperação dessas informações, dificultando ao usuário encontrar o conteúdo desejado de maneira mais eficiente (Silva et al., 2017).

Com o intuito de dar suporte a isso, surge a Recuperação da Informação (RI), procedimento que realiza a busca por informações existentes em um documento específico com base em um conjunto ou acervo. Atualmente, essa base de informações pode ser compreendida como um repositório ou banco de dados digital. De forma simplificada, a RI é uma operação que fornece uma resposta de uma busca a respeito de alguma coisa, onde essa resposta se transforma no produto para o usuário (Dantas et al., 2016). Na computação, os responsáveis por recuperar e exibir essas informações são os Sistemas de Recuperação da Informação (SRI), que realizam o mesmo processo da RI, mas no ambiente digital (Silva et al., 2017).

Tendo em vista as diversas áreas multidisciplinares que os SRI atuam, a computação física também se torna uma delas. Computação física se trata do processo de transformação de ambientes físicos e objetos por meio do processamento de informação utilizando microcontroladores, atuadores e sensores (Brasileiro, 2013), sendo necessário em alguns casos, o uso de outros componentes para dar suporte a eles, como Shields e baterias.

É por meio desse contexto que serão discutidas as motivações iniciais para o desenvolvimento desta pesquisa, assim como seus objetivos principais e a estrutura dessa dissertação.

1.1 Motivação

O Movimento *Maker* é atualmente uma realidade crescente na nova indústria e na comunidade acadêmica. Ele consiste na proposta de difusão do estilo “Faça você mesmo” (*Do It Yourself – DiY*), enfatizando a criação e o desenvolvimento do pensamento criativo (Fowler e Sumitani, 2016). Em 2012 Chris Anderson lançou seu livro *Makers*, e nele trata as produções relativas aos bens físicos por meio das tecnologias digitais (a chamada computação física) como uma nova revolução industrial, tendo em vista sua capacidade de inovação pela liberação dos “excedentes cognitivos” de uma grande quantidade de pessoas que, até o momento, não passavam de meros consumidores (Viana, 2015).

Diretamente interligada a esse conceito, está a Internet da Coisas (*Internet of Things – IoT*) que é apontada por Rifkin (2014 apud Viana 2015) como a nova revolução econômica, conectando bilhões de “coisas” na rede, sendo na época do estudo existindo algo em torno de 11 bilhões de coisas (objetos) conectadas entre si em todo o mundo e, com uma perspectiva de que chegue a 100 bilhões no ano de 2030, possibilitando seu gerenciamento a custos muito baixos (Viana, 2015).

A democratização da internet fez com que usuários não especialistas pudessem se arriscar no desenvolvimento de novas tecnologias de *hardware*. O fácil acesso a equipamentos com preço acessível e a grande quantidade de pessoas compartilhando conhecimento, facilitam a prototipagem e amplia a criação de ferramentas em laboratórios caseiros, tendo como um bom exemplo a impressora 3D, um grande avanço na indústria de forma em geral (Brasileiro, 2013).

Entretanto, existe uma carência de um lugar onde as informações relativas aos componentes utilizados nesses projetos possam estar centralizadas e organizadas, de modo a agilizar o processo de criação dos projetos criativos, centrado nas necessidades dos usuários. Apesar de existirem trabalhos com o objetivo de facilitar a prototipagem, como é o caso do tAMARINO

(Brasileiro, 2013), e vários sites com um arsenal grande de tutoriais como YouTube, Instructable, Vimeo e Make Magazine, o fato de estar tudo em lugares diferentes e com funções limitadas ainda pode ser uma barreira a mais para os entusiastas e estudantes que se arriscam a desenvolver algum projeto (Brasileiro, 2013).

Ainda segundo Brasileiro (2013), a computação física juntamente com a internet das coisas têm uma grande tendência de crescimento, as quais desde de 2004 vêm aumentando o número de publicações acadêmicas, e em especial para o que tange a internet das coisas, sendo ela responsável por mais de 500 artigos publicados em cerca de 8 anos, segundo relatos da *IEEE Computer Society*.

Assim, com o intuito de reduzir o tempo de desenvolvimento e facilitar o acesso à informação dos componentes utilizados nesses tipos de projetos, esse trabalho visa a construção de uma plataforma de catalogação colaborativa de componentes eletrônicos e projetos de computação física, realizando um mapeamento das principais características de cada item, desde microcontroladores a baterias, para que assim seja possível uma análise mais eficiente dos projetistas a respeito dos componentes que deverão ser utilizados no instrumento que pretendem desenvolver.

1.2 Objetivos

Partindo da hipótese que o processo de obtenção da informação pode ser aprimorado, esse trabalho tem como objetivo propor melhorias significativas no comportamento dos sistemas de recuperação e acesso a informação a respeito de componentes eletrônicos e projetos de computação física, tendo como base a concepção de uma ferramenta de catalogação colaborativa.

1.3 Estrutura da dissertação

Esse trabalho de dissertação está dividido em 11 capítulos. O capítulo um fala sobre os conceitos introdutórios relativos ao trabalho, onde consta entre eles a motivação e o objetivo principal do trabalho. O capítulo dois, contextualiza a respeito dos assuntos que derivaram o problema dessa dissertação. O capítulo três aborda os trabalhos similares a esse projeto, fazendo referências desde

trabalhos acadêmicos a projetos relatados na indústria. O capítulo quatro, faz a contextualização do aporte teórico levantado para construção desse trabalho, abordando conceitos referentes aos princípios de catalogação e suas áreas relacionadas, como organização e recuperação da informação. O capítulo cinco disserta sobre a revisão sistemática realizada para obter um melhor entendimento a respeito dos métodos utilizados para o desenvolvimento desse projeto, sendo detalhada ponto a ponto seu protocolo e os resultados obtidos com o estudo. O capítulo seis, aborda todo o processo de desenvolvimento da ferramenta, relatando desde o detalhamento do processo de *design* a fase de concepção da plataforma. O capítulo sete fala sobre as principais características e funcionalidades do CatalogToMakers, protótipo final desenvolvido como produto resultante dessa dissertação. O capítulo oito, explica todo o processo de implementação, mostrando sua arquitetura e as principais tecnologias utilizadas. O capítulo nove aborda os resultados obtidos com a realização de testes com usuários e especialistas. O capítulo dez relata as conclusões e os trabalhos futuros identificados para esse projeto. Por fim, o capítulo onze demonstra as referências utilizadas nesse estudo.

2 CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA

Esse capítulo tem como objetivo esclarecer melhor os problemas que incentivaram o desenvolvimento desse projeto, fazendo uma ligação entre eles e justificando a realização dos estudos descritos nessa dissertação. Inicialmente, na seção 2.1, é explorado um pouco sobre o movimento *maker* e suas principais características. Logo em seguida na seção 2.2 são abordados os conceitos sobre o crescente desenvolvimento da Internet das Coisas. Na seção 2.3 são demonstradas as principais características em relação a computação física. Em seguida, na seção 2.4, são abordados conceitos sobre *Digital Music Instrumentes*, usado como inspiração inicial para o projeto. E na seção 2.5 é feito uma indagação sobre o que pode ser feito a partir da fragmentação da informação, processo advindo do crescimento do número de documentos na web.

2.1 O Movimento Maker

O movimento *maker* (ou do inglês *Maker Movement*), tem sua origem por volta dos anos 1996, com o desenvolvimento das primeiras plataformas educativas de robótica nos laboratórios do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Esse movimento é embasado na filosofia do “*Do it Yourself – Faça você mesmo*” (DiY) e do “*Do it with Others*” (DiwO) e se fundamenta do pressuposto de que pessoas comuns, sem especialidades muito técnicas, podem criar, consertar e fabricar qualquer tipo de objeto com suas próprias mãos (Cordova e Vargas, 2016). Nesse mesmo sentido, o *Make It Yourself* (MIY) consome uma grande quantidade de informação disponibilizada pelas tecnologias digitais e da informação, e com base nisso o foco desse movimento se concentrou em realizar um paralelo entre a computação, a fabricação pessoal e os limites que se estabelecem entre a computação e a física. Refere-se a discussão entre o conhecimento desenvolvido pela produção individual com os estudos científicos e tecnológicos (Pessoa e França, 2016).

O movimento vem crescendo a cada dia, através da influência de professores e entusiastas que, ao inserir em ambientes tradicionais a proposta do movimento, incentiva a criação e a evolução do pensamento crítico das pessoas. Esse conceito é bastando divulgado em países como Estados Unidos,

e vem ganhando grande força de interesses no Brasil, modificando a maneira de como as pessoas interagem com os objetos e com os processos de criação. Inseridos nessa nova onda, as definições de Fab Lab (*Fabulous Laborator*) vêm ganhando destaque e fornecendo novos anseios e filosofias de criação de ideias locais, gerenciadas por uma rede global baseada nesse movimento (Da Silva e Dos Santos, 2018).

Nos laboratórios abertos, nas comunidades e nas escolas brasileiras a propagação da cultura *maker* estimula o aprendizado em projeto de programação, robótica, engenharia e design, criando nos estudantes novas habilidades e competências. Nesse contexto, os grupos de pesquisa sobre fabricação digital existentes nas universidades vêm desenvolvendo métodos, materiais, processos e novas utilidades para as tecnologias contemporâneas, gerando um desenvolvimento de inovação para o país de extrema importância (Costa e Pelegrini, 2017).

De acordo com Rifkin (2016 apud Costa e Pelegrini, 2017), o movimento *maker* (ilustrado na Figura 1) tem sido conduzido por quatro fundamentos principais: o compartilhamento livre de novas invenções, a divulgação da cultura de aprendizado colaborativo, uma convicção na autossuficiência da comunidade e um comprometimento com métodos de produção sustentável. Em contrapartida, adverte-se que isso seja apenas proposições e ideias iniciais, já que o movimento *maker* do ponto de vista de suas comunidades ainda é bastante dividido, assim como o entendimento desses novos meios de produção, se tratando de meios vastamente independentes dos relatos dos seus grupos de indivíduos (Rifkin 2016 apud Costa e Pelegrini, 2017).

Fonte: Brasileiro (2013)



Figura 1 - Perfil do público *maker*: dos quartos sujos a invenções criativas

Nessa perspectiva, ferramentas como o Arduino, incentivam bastante quando se refere ao processo de prototipagem. Essa plataforma possibilita a criação rápida, simples e com baixo custo (quando comparado aos antigos métodos) de objetos que podem se comunicar com outros objetos, pessoas e redes. Diversas pessoas, na tentativa de iniciar algum contato com eletrônica acham que precisam criar tudo do zero, desperdiçando tempo e energia. O que se deseja desde o início é uma resposta eficaz de que algo está sendo executado corretamente para gerar motivação e querer continuar aprendendo e explorando sua criatividade (Banzi e Shiloh, 2015). O Arduino ainda dá sustentação a comunidades de inventores que trabalham em universidades, laboratórios e *makerspaces*. Tais grupos trabalham no desenvolvimento de instrumentos digitais musicais, interfaces visuais para interatividade, em objetos de interação, e em diversas outras áreas (Brazileiro, 2013).

2.2 A Internet das Coisas e sua ascensão

Segundo Ferreira (2014) o termo Internet das Coisas foi denominado por Ashton em 1999 e ganhou popularidade principalmente pelo grande sucesso obtido pela utilização da tecnologia de RFID no que tange o rastreamento de objetos, pessoas e animais (Ferreira, 2014). A ideia principal consiste na possibilidade de conectar uma variedade de objetos (coisas) como sensores, *tags*, *smartphones*, computadores, e até objetos de uso mais cotidianos entre si. Tais objetos criam um fluxo de dados onde a conexão que é criada permite que esses dados sejam enviados para outros objetos, criando assim uma internet das coisas (Wanzeler et al., 2016).

Em outras palavras, a Internet da Coisas se trata do prolongamento da internet convencional, que possibilita a quaisquer objetos do cotidiano com capacidade computacional e de comunicação, se conectar à internet. Essa conexão viabilizará primeiro comandar tais objetos de maneira remota e em seguida disponibilizar esses próprios objetos como provedores de serviços. Tais atribuições desses objetos criam um grande número de possibilidades tanto no contexto industrial como acadêmico, mas tendo em contrapartida seus riscos, desafios técnicos e sociais (Santos et al., 2016).

Conjuntamente ao desenvolvimento da IoT, um novo conjunto de alternativas para o desenvolvimento de aplicações acaba surgindo, como por exemplo, a criação de aplicações para saúde (*Healthcare*), cidades inteligentes (*Smart Cities*), desafios emergentes (segurança, regulamentações) e casas inteligentes (*Smart Homes*), como se refere Wanzeler et al (2016) relatando que existe uma grande lista quando se trata das funcionalidades de uma casa inteligente, como o controle de aparelhos eletrônicos, ar-condicionado, cafeteiras, micro-ondas, apenas com a utilização de um controle remoto ou *smartphone* (Wanzeler et al., 2016).

Tendo em vista o contexto da criação de novas tecnologias, na IoT os componentes básicos de *hardware* devem apresentar no mínimo uma das subsequentes características: unidade(s) de processamento; unidade(s) de memória; unidade(s) de comunicação e; unidade(s) de sensor(es) ou atuador(es). A esses objetos detentores desses atributos é dado o nome de objetos inteligentes (*Smart Objects*) (Santos et al., 2016).

O crescimento no desenvolvimento de novos objetos inteligentes fica evidente devido a popularização da IoT e a constante busca por informações a respeito da mesma. A Figura 2 demonstra que desde 2010, as buscas pelos termos relacionados a esta área evoluíram largamente, o que implica também numa assombrosa geração de conteúdo e informações a respeito do que se pode fazer com tal tecnologia e os componentes que a permeiam (Santos et al., 2016).

Fonte: (Santos et al., 2016)

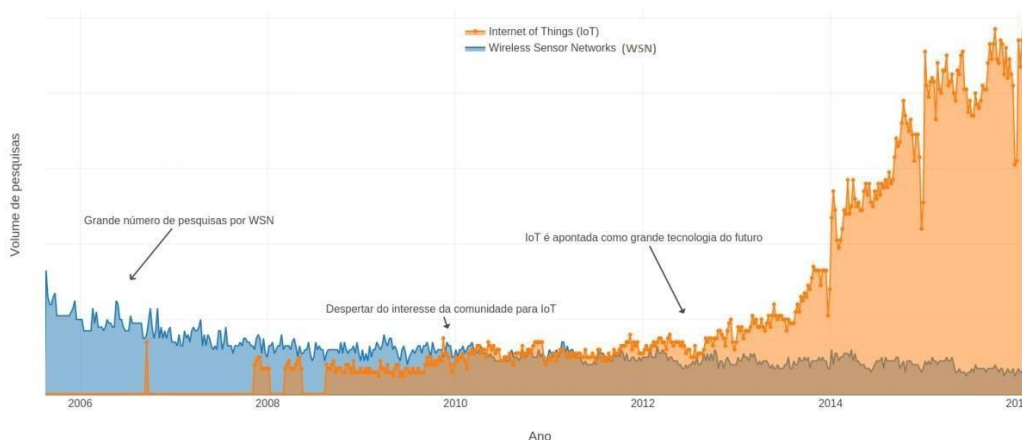


Figura 2 - Volume de pesquisas no Google sobre *Wireless Sensor Network* e *Internet of Things* de 2006 a 2016.

2.3 Computação Física

Contemporaneamente, o Design de Interação tem se preocupado com as boas experiências que podem existir entre os seres humanos e os objetos. Essa disciplina encoraja a criação de protótipos de fidelidade crescente que utilizem o processo de interação, podendo ser ampliada para inserir a prototipagem aplicada à tecnologia, mas especificamente a prototipagem relativa aos componentes eletrônicos. Nesse contexto, a área particular do Design de Interação relacionado aos componentes eletrônicos voltados pra interação, se define como Computação Física (Banzi, 2011).

De acordo com Constantino (2011), a Computação Física ou *Physical Computing*, se trata da união da computação com a eletrônica no processo de criação de protótipos de objetos físicos através da utilização de microcontroladores, sensores e atuadores, permitindo sua interação com seres humanos, tendo como objetivo principal a ligação dos mundos físico e virtual. Dessa forma, criam-se maneiras de relacionar o uso da computação na interação com outras tecnologias, incentivando assim, o desenvolvimento de soluções que possam ser utilizadas no cotidiano (Constantino, 2011).

De maneira mais técnica, a computação física pode ser explicada como o fluxo de comunicação do mundo físico com o mundo virtual e do virtual com o físico, por meio de um processo denominado de transdução, que ocorre entre duas energias. Transdução segundo o dicionário Dicio (2019), se define como uma “transformação de uma energia numa energia de natureza diferente”, e nesse cenário a direção dessas energias são nomeadas de *input* ou *output*, onde cada sinal pode ser analógico ou digital (Brazileiro, 2013). Nesse sentido, a Figura 3 faz a representação dos componentes envolvidos em um sistema de Computação Física.

Fonte: (Hartmann, 2005 apud Brasileiro, 2013)

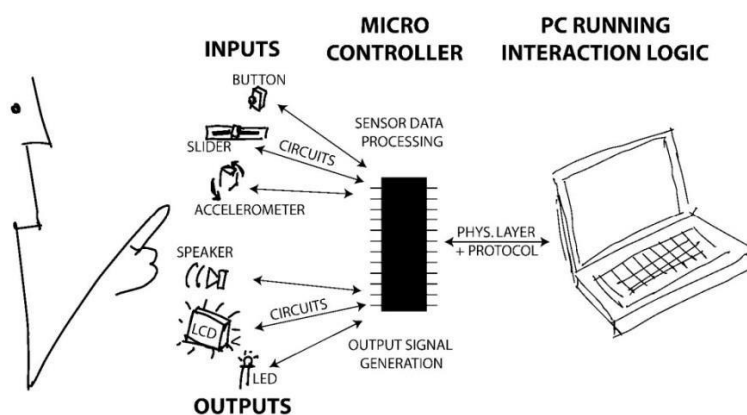


Figura 3 - Componentes de um sistema de computação física

Esse processo interativo se estabelece como um elemento de extrema importância para que as máquinas se tornem um elemento útil no cotidiano das pessoas, tanto para o trabalho quando para entretenimento de uma forma geral. Trazendo para outro viés, as interações podem ser vistas como um fluxo de *escuta, pensamento e fala* entre dois ou mais atores, sendo que a qualidade desse meio de interação vai estar sujeita a qualidade de cada uma dessas etapas (Brasileiro, 2013).

Antigamente, usar componentes eletrônicos era algo geralmente feito apenas por engenheiros, e os circuitos criados eram obtidos através do desenvolvimento de um componente por vez. Essa circunstância era um grande empecilho para as pessoas criativas, fazendo que elas deixassem de se envolver na área. Nessa época, grande parte dos instrumentos exigiam um grande conhecimento técnico pelo utilizador, entretanto, atualmente existem uma boa variedade de microcontroladores, mais baratos e mais fáceis de usar, permitindo que instrumentos melhores sejam desenvolvidos (Banzi, 2011).

De acordo com Brasileiro (2013), estudos demonstram que devido ao processo democrático trazido pela inovação da *web*, o conceito de fábrica tomou mudanças radicais, isto é, a disponibilidade das tecnologias de baixo-custo por meio de plataformas de compartilhamento de ideias e a rápida prototipagem de soluções, permitiram que projetos de menor expressão, desenvolvidos em laboratórios caseiros criassem proporções nunca inimagináveis. Tal crescente incentivou uma nova geração de itens e bens de consumo, criados por

apreciadores e pessoas sem especialidade em tecnologias, porém, com habilidades de inventores, ficando conhecidos como *Makers*, já mencionados anteriormente. Esses entusiastas se transformaram em uma nova classe produtora, que vem realizando o reposicionamento dos produtos para atender as carências em desenvolvimento de novos grupos de produtos e consumidores (Brasileiro, 2013).

As subseções a seguir explicam de maneira mais clara assuntos bastantes relevantes no processo de Desing de Interação e computação física. Na subseção 2.3.1 são explicados os temas pertinentes ao processo de comunicação sem fio envolvido no ambiente da prototipagem física. Na subseção seguinte (2.3.2) é dissertado um pouco sobre os componentes utilizados no armazenamento de energia, assunto complementar ao anterior.

2.3.1 *Comunicação sem fio*

A necessidade da comunicação a qualquer hora e em qualquer lugar, impulsionou ainda mais o crescimento das redes sem fio no mundo atual, trazendo vantagens tanto para usuários comuns como para os profissionais e a indústria de um modo geral. Esse tipo de rede possibilita preencher espaços em locais onde não era possível realizar uma conexão cabeada, sendo vantagem também quando se pretende criar apenas uma rede que será usada por pouco tempo (Correa et al., 2006). A evolução dos componentes eletrônicos relacionados a comunicação sem fio e a redução dos seus tamanhos, vêm possibilitando uma grande expansão na forma de utilização desses mecanismos (Correa et al., 2006).

A internet das coisas é um dos grandes ganhos desse tipo crescente de tecnologia. Com ela, várias coisas podem estar interligadas através de uma rede de computador, deixando de forma mais rápida e automática diversas atividades realizadas no cotidiano das pessoas (Lima, 2017).

A capacidade de lidar com informações relacionadas a localização, reconhecimento inteligente e rastreamento, faz com que dispositivos como carros, chaves, mesas e espelhos, por exemplo, possam se comportar de maneira inteligente, tornando cada vez mais prático o ambiente onde estão inseridos (Correa et al., 2006).

Para a construção de dispositivos desse tipo, são feitos diversos tipos de testes realizando a criação de protótipos que simulam de maneira fiel o que se deseja para o resultado final. Existem diversas maneiras diferentes de realizar essa prototipagem, tudo depende do que se quer fazer e quais finalidades possui o projeto. Mas existem ferramentas que contêm diferentes recursos que ajudam no momento da criação de um protótipo rápido e funcional, é o caso do Arduino e do Raspberry Pi (Ferdoush e Li, 2014).

O Arduino é um microcontrolador simples de hardware open *source*, e é bastante utilizado em diversos tipos de projetos acadêmicos devido ao seu baixo custo e facilidade de uso. Nele, podem ser conectados diversos outros *shields*, sensores e atuadores, que são utilizados de acordo com a finalidade do projeto em questão. Para os projetos que envolvem a transmissão de informações sem fio existem diferentes tipos de *shields* de expansão de circuitos diferentes, onde são usadas tanto para transmissão via *Wi-Fi* como para transmissão de dados através de *Bluetooth* (Tariq et al., 2013).

Assim como o Arduino, o Raspberry Pi é um componente de baixo custo que possui um computador simples embutido em uma pequena placa de circuito, que possui uma série de portas de conexão e transferência de dados, como: HDMI, SD Card, áudio analógico, saída de alimentação, Internet e USB 2.0. Esse pequeno computador é executado totalmente em software de código livre sendo possível rodar nele diversos tipos de aplicações suportadas por computadores mais potentes, como: jogos, planilhas eletrônicas, editores de texto e até mesmo vídeos de alta definição (Leccese et al. 2014).

Outra tecnologia que pode ser bem aproveitada utilizando placas como Arduino e Raspberry Pi é o ZigBee. Se trata de um padrão para conexão sem fio embasado no protocolo IEEE 802.15.4. Esse padrão é capaz de realizar a ligação de vários dispositivos simultâneos, criando uma rede de comunicação, sem a necessidade de existir um dispositivo central de alto desempenho. O ZigBee, comparado a tecnologias como *Wi-Fi* e *Bluetooth* demonstra ser a melhor opção na criação de redes de sensores que necessitam do menor consumo de bateria possível (Leccese et al. 2014).

2.3.2 *Banco de Energia*

A evolução dos dispositivos móveis e o grande desenvolvimento dos objetos inteligentes, também aumentaram a necessidade da criação de bancos de energia (do inglês, Power Bank) cada vez melhores, expandindo sua capacidade de armazenamento, e assim dando mais tempo de autonomia aos hardwares que os utilizam (Joshi, 2015). Contudo, hoje em dia já existem diversos tipos e modelos de Power Banks, que podem ser escolhidas de acordo com o hardware e com o nível de utilização pelo seu software ou circuito que rodará na sua estrutura (Joshi, 2015).

De forma mais simples, Power Bank é um dispositivo composto por um conjunto específico de circuitos que são utilizados para controlar o fluxo de energia. Isso é feito para que seja possível realizar o armazenamento de energia elétrica de forma contínua, possibilitando que outros dispositivos possam vir a usufruir da mesma futuramente. Esse tipo de dispositivo também é conhecido como bateria externa ou bateria de plug in, por poder ser conectado facilmente em outro dispositivo digital de maneira externa (Tayewo e Morenikeji, 2016).

Soluções como essas estão se tornando cada vez mais populares entre os usuários de aparelhos portáteis como celulares, tablets, reprodutores de mídia portáteis, entre outros. Isso ocorre devido ao grande número de funcionalidades desses aparelhos, exigindo ainda mais consumo de energia das baterias e fazendo que elas tenham seu tempo de armazenamento esgotado de forma mais rápida que o desejado pelos usuários. A carga extra das power banks dão segurança, podendo manter os dispositivos ligados por mais um determinado tempo, mesmo estando distantes de uma tomada para carregamento (Tayewo e Morenikeji, 2016).

Dentre os principais tipos de baterias recarregáveis de hoje, estão as de Níquel/hidreto metálico (NiMH) com tensão nominal de 1,2V e as de polímero de lítio possuindo tensão de 3,7V (do inglês Lithium Polymer batteries, também chamadas de “LiPo” Batteries). Ambas são bastantes utilizadas em diversos tipos de aplicações, porém existe uma tendência das baterias de NiMH irem perdendo mercado ao longo dos próximos anos, devido às vantagens oferecidas pelas LiPo (Young, 2016).

As baterias de NiMH são as sucessoras das Baterias NiCd (Níquel Cádmio) mais antigas no mercado e com tensão nominal também de 1,2V.

Utilizadas quando se deseja um tempo longo de vida, preço e carga baixa. Dentre as vantagens que existem de uma em relação a outra é o fato de que os eletrodos das baterias de NiMH possuem densidade bem mais elevadas que os eletrodos da bateria de NiCd, mas em contrapartida o tempo de duração é bem inferior. Devido a isso, possuindo a mesma quantidade de energia em ambas, a massa de substância ativa sendo utilizada pelas baterias de NiMH se torna inferior às utilizadas nas baterias de NiCd (Sousa et al., 2015).

Já a LiPo Battery é um tipo de bateria mais atual, que veio ganhando popularidade através da indústria de radiocontrole e vem se tornando uma das melhores escolhas quando o assunto é alta potência e longa duração de carga. Comparadas as baterias de NiMH, as LiPo são bem mais leves e moldáveis, podendo ser adaptadas facilmente ao ambiente na qual será utilizada, elas também possuem uma capacidade de armazenamento mais alta, lhe proporcionando manter muito mais carga. Em contrapartida, o tempo de vida dessas baterias são bem mais reduzidos, entre 150-250 ciclos (as NiMH possuem cerca de 1000 ciclos), e em alguns casos podem oferecer riscos de incêndio caso cheguem a ser perfuradas (Esfahanian et al., 2013).

Entretanto, nos projetos de dispositivos embarcados, grande parte das baterias usadas são as pilhas comuns como as de 1,5V e a bateria de 9V. Elas são categorizadas em dois tipos, as de Pilhas de zinco/dióxido de manganês (Leclanché) e as Pilhas de zinco/dióxido de manganês (alcalina), ambas utilizam as mesmas soluções para seus catodos e anodos, porém, as alcalinas possuem aproximadamente 30% de uma solução aquosa concentrada de hidróxido de potássio, substância que dá origem a seu nome. Além disso, ela também possui em sua volta uma chapa de aço para assegurar uma vedação melhor e evitar problemas com vazamentos de eletrólito altamente cáusticos, problema bastante comum nas de Leclanché. Mesmo sendo mais vantajosa e segura, devido a seu preço as pilhas do tipo alcalinas ainda são pouco vendidas no território nacional, possuindo apenas cerca de 30% da preferência de consumo pelo público brasileiro, mas essas são mais recomendadas para projetos embarcados, devido ao seu nível maior de segurança (Bocchi et al., 2000).

2.4 Digital Music Instruments (DMIs)

A contextualização dos DMIs é vista como necessária pois eles serviram como base principal para a inspiração e desenvolvimento desse projeto e mesmo não sendo o foco principal dos objetivos do estudo, se torna importante entendê-los para assim compreender também os motivos iniciais que incentivaram o desenvolvimento da pesquisa.

Dessa maneira, as diversas formas de comunicação humano computador existentes atualmente tornam possível a troca de informações através de gestos com um sistema computacional, aumentando bastante o foco de pesquisas do ramo da computação musical. Isso ocorre devido ao grande leque de possibilidades que esses novos recursos eletrônicos trazem ao meio da música. Por conseguinte, a grande crescente dos meios de interação humano-computador influenciam diretamente no desenvolvimento de aplicações que consigam interpretar imagens, sons, e gestos coletados por sensores, facilitando a comunicação de pessoas utilizando movimentos do seu corpo ou até mesmo sua própria voz (Corrêa e Lopes, 2004).

Segundo Medeiros et al. (2014), essas novas interfaces para a expressão musical (do inglês, NIME - *new interfaces for musical expression*) podem ser classificadas de acordo com as características e semelhanças com as já existentes, como os instrumentos acústicos, instrumentos musicais aumentados, controladores gestuais similares a instrumentos, controladores gestuais inspirados em instrumentos, e controladores alternativos. Assim, devido à falta de restrições físicas que os NIMEs possuem é possível uma flexibilidade maior em relação ao gesto de entrada e o som resultante.

E é através desses métodos de interação que novos instrumentos vêm sendo desenvolvidos. Um Instrumento Digital Musical – IMD (do inglês, *digital musical instrument*) é um dispositivo composto de uma interface (hardware que possibilite interação entre o usuário e o equipamento) responsável por enviar sinais para o controle de algoritmos de síntese de som (Miranda e Wanderley, 2006). Isso ocorre através da camada de mapeamento que realiza a estratégia de conexão entre o controlador de gestos e o controle de entrada dos algoritmos responsáveis pela síntese das informações. Alguns feedbacks diferentes dos

sonoros também podem ser manipulados por um IMD, assim como vídeos, força, vibrações mecânicas etc. (Wanderley e Depalle, 2004).

Umas das coisas que diferenciam os instrumentos acústicos convencionais dos IMDs é exatamente a forma com que eles produzem som. No caso dos IMDs, o som gerado está diretamente ligado ao processamento de sinais por um algoritmo computacional, e não exclusivamente pelas suas características acústicas, coisa que acontece com os instrumentos acústicos tradicionais, pois necessitam da excitação de seus elementos vibrantes para emitir sons (Wanderley e Depalle, 2004).

Dada a evolução das pesquisas na área, nota-se que grande parte do interesse está relacionado ao desenvolvimento desses novos sistemas para dispositivos móveis, através da utilização de um ambiente de fluxo de dados (wi-fi e bluetooth, por exemplo) (Roberts et al., 2014). Sendo assim, é importante ter conhecimento de diferentes mecanismos que possam realizar esse tipo de comunicação sem fio junto aos dispositivos, já que existem diferentes modelos de placas para esse fim. Outro ponto importante é a capacidade de armazenamento de energia que cada instrumento possui, diferentes tipos de baterias também podem ser utilizados, mas saber distinguir qual a mais apropriada para determinado tipo de uso, pode ser um fator de sucesso para o dispositivo.

2.5 O que se pode fazer com tudo isso?

Com base no contexto dos tópicos apresentados anteriormente, fica claro o desenvolvimento contínuo dessas áreas nos últimos anos. O nível de informação que é gerado a partir desses cenários é enorme, e por esse motivo, dúvidas acabam surgindo para algumas pessoas no momento de lidar com essas tecnologias, como por exemplo: “Qual informação eu realmente preciso?”, “Qual a melhor maneira de se encontrar um dado sobre um objeto em específico?”.

Desde seu advento, a internet vem rompendo paradigmas e gerando grande quantidade de conteúdo informacional, provocando o surgimento de um cenário tendo a informação como elemento primordial. Seu principal objetivo desde de sua criação foi promover o acesso a informação, porém, com o passar dos anos o volume de informação foi crescendo de forma desordenada, criando

um grande emaranhado de pontos interconectados, mas carente de qualquer tipo de organização (Schons, 2007).

Por meio dessa realidade, o desenvolvimento tecnológico com o foco no processo de organização, busca e recuperação da informação começa a ganhar destaque, tendo em vista as diversas dificuldades para se obter informações relevantes perante espaços tão grandes e desestruturados na web (Ambinder e Marcondes, 2011). Trazendo isso para o contexto da prototipagem em computação física, Banzi e Shiloh (2015) relata que existe um déficit de um ambiente que possua informações centralizadas a respeito dos componentes utilizados no processo de concepção de novos objetos de inovação, isso acaba mantendo esforços e custos que poderiam ser reduzidos em um cenário mais organizado, com funções mais específicas e focadas nas principais necessidades dos usuários (Banzi e Shiloh, 2015).

Para melhor entender esse processo, nessa pesquisa foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura. Nessa atividade buscou-se por métodos e ferramentas que pudessem ajudar nesse processo de organização, busca e recuperação da informação, tendo em vista o público *maker* e sua característica colaborativa. Esse estudo será demonstrado com detalhes no capítulo 5.

3 TRABALHOS SIMILARES

Este capítulo será destinado a descrever alguns trabalhos similares ao projeto desenvolvido nesta dissertação, sendo dividido em três seções principais. A seção 3.1 irá relatar os trabalhos acadêmicos relacionados ao problema. A seção 3.2 irá abordar e descrever as informações referentes a projetos relacionados, mas não acadêmicos, desenvolvidos apenas para fins comerciais ou colaborativos. E finalizando, a seção 3.3 faz uma comparação com todas as ferramentas, tendo como grade de análise suas principais funções.

3.1 *Trabalhos Acadêmicos*

Para realizar a comparação com trabalhos acadêmicos, foram analisados desde características funcionais (como as funções de comparação e projetos relacionados) a características técnicas e metodológicas para a construção e utilização das ferramentas (como tipos de indexação e catalogação colaborativa). O fato de se tratarem de projetos de desenvolvimento científico, nos permite entender melhor sobre as metodologias utilizadas no seu desenvolvimento e também a respeito das tecnologias e processos, tornando possível um melhor entendimento de suas funções e deixando as comparações mais técnicas e centralizadas. As subseções seguintes irão descrever cada projeto acadêmico tido como trabalho correlato ao projeto desenvolvido neste estudo.

3.1.1 *Sci-fi Gesture Catalog*

Um dos meios de entretenimento que mais influenciam no desenvolvimento da mentalidade do público como um todo são os filmes. Os filmes de Ficção Científica (Sci-Fi) buscam compreender e até mesmo prever acontecimentos que podem acontecer no futuro, sendo grande maioria dessas previsões relacionadas às novas tecnologias. Essas atitudes da indústria cinematográfica acabam ajudando a deixar novas tecnologias e métodos de interação bastante conhecidos pelo público em geral, tornando uma grande contribuição para sua popularização e enfatizando características que podem ser desenvolvidas e ou aprimoradas pela indústria e pela academia (Figueiredo, 2017).

Segundo o autor, existe um ciclo de influência entre a indústria do cinema e a comunidade que trabalha com *design* de interação. Primordialmente, existe um ciclo de influência localizado, que deixa claro que os tecnólogos e cineastas acabam provocando influências um sobre os outros, podendo também haver um fluxo de influências cruzadas, que ocorre quando existe a inspiração de um lado ou de outro devido ao resultado final de algum produto, seja ele tecnologia ou um filme. A Figura 4 demonstra essa troca de inspiração entre as duas áreas.

Fonte: (Figueiredo 2017)

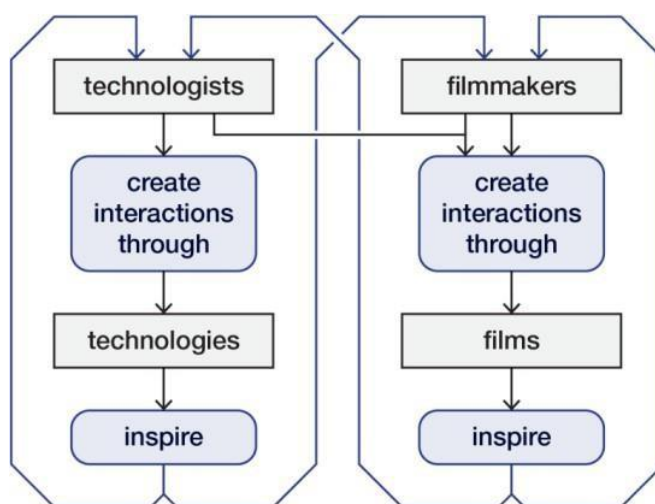


Figura 4 - Fluxo de interação entre a indústria cinematográfica e de design de interação

Nesse contexto, a tese de doutorado de Figueiredo (2017) tenta entender como a indústria do cinema tem tratado os paradigmas de interação de gestos com as mãos fazendo uma divisão entre os gestos encontrados dentro de cada um desses filmes e logo após classificando-os. Para o desenvolvimento da coleta de dados, uma série de passos foram realizados e uma breve explicação de cada um deles é demonstrada a seguir:

- **Seleção de filmes:** foi desenvolvido um catálogo colaborativo onde cerca de 25 voluntários foram recrutados e ajudaram a informar qualquer filme que eles lembrassem que possuía algum tipo de interação gestual. Inicialmente obteve-se um total de mais de 200 filmes, mas após algumas filtrações restou um quantitativo de apenas 24.

- **Processo de pesquisa por gestos:** dois autores ficaram responsáveis por assistir os filmes e separar o momento exato que os gestos aconteciam, para assim poder ser definido como parâmetro para a exibição na ferramenta.
- **CrITÉrios de seleÇÃO:** nessa etapa foi dado preferência por falsos positivos, no lugar de favorecer falsos negativos na divisão dos filmes. Posteriormente os falsos positivos foram filtrados. De forma mais clara, foram incluídas cenas que tecnicamente não seriam inseridas, mas podem servir como contribuição para o catálogo.
- **CrITÉrios de análise:** para a análise foram usados alguns aspectos relacionados a interação humano-computador, onde o primeiro aspecto foi a relação entre ação e a tarefa executada, e o segundo foi a ação realizada pelo sistema. Após pesquisas e o resultado obtido dessas análises, outras categorias foram adicionadas, foram elas: padrão, *feedback*, dispositivo de entrada, dispositivo de saída e domínio.

Em relação ao funcionamento da aplicação, seus dados são armazenados em uma planilha do Google e manipulada através da utilização de uma biblioteca *javascript* chamada *tabletop.js* que possibilita acessar e usar os dados da mesma forma como um banco de dados convencional e utiliza-los normalmente na interface. A interface da aplicação *web* traz a lista de alguns gestos já na página inicial, e possui também a opção para o usuário “adicionar uma cena”, funcionando também como uma plataforma de colaboração restrita, já que a cena adicionada passa pela análise dos autores para poder ser publicada sem possíveis problemas. A Figura 5 demonstra a interface principal da aplicação *Sci-Fi Gesture Catalog*.

Fonte: (Figueiredo, 2017)

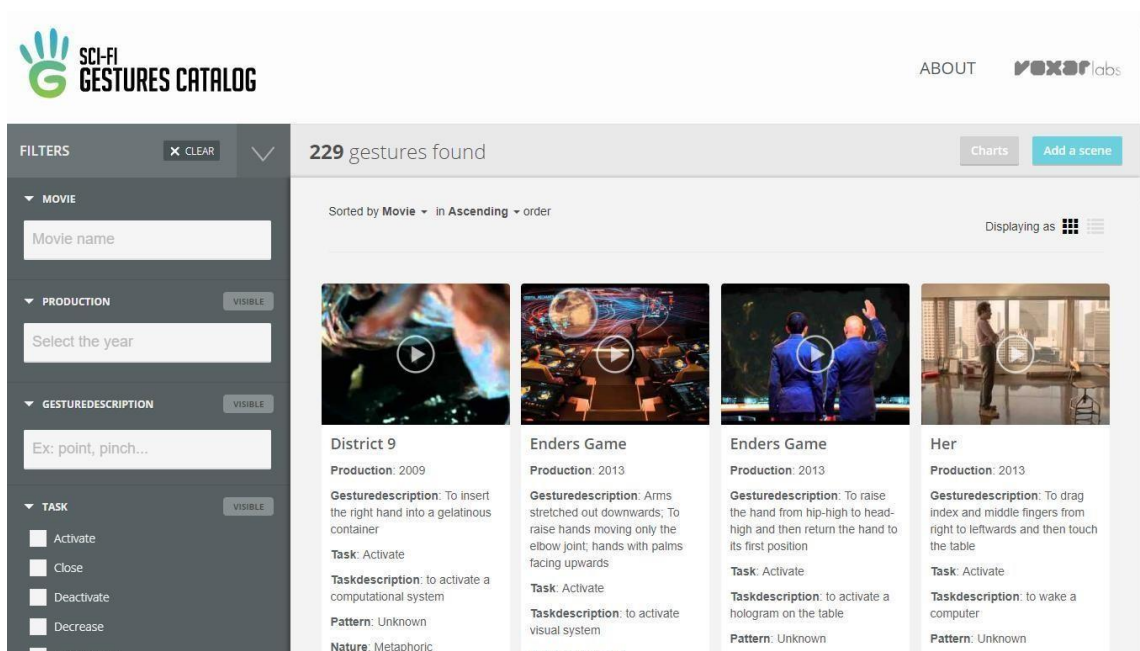


Figura 5 - Interface principal da aplicação Sci-Fi Gesture Catalog

Apesar de ser uma ferramenta que torna possível a colaboração direta do usuário através do compartilhamento das cenas, a plataforma não pode ser considerada uma *Wiki*, pois permite que o usuário apenas envie as cenas, sem pode modifica-las, fugindo do conceito definido por Schons (2008 p. 83 apud Costa, 2016) que relata que uma *wiki* deve ter suas contribuições constantemente revisadas pelos colaboradores, sendo possível acompanhar o tempo todo o progresso do trabalho registrado.

3.1.2 Sensor Wiki

Diferentemente do trabalho relatado anteriormente, o projeto de Wanderley et al (2006) possui todas as características de uma plataforma *wiki*. O autor fala de *wiki* como sendo uma aplicação web criada para recuperar e compartilhar informações, possibilitando que seus usuários modifiquem seu conteúdo, sendo esse processo composto por dois sistemas que trabalham em conjunto, sendo que um se trata de um modelo camada que transforma uma linguagem de marcação comum denotada por um usuário em um documento HTML e o outro se trata de um log de controle de versões, que faz o registro do momento em que a página correspondente a modificação do indivíduo.

Percebendo o aumento constante de pesquisas e publicações a respeito do desenvolvimento de aplicações musicais que usam sensores, o autor buscou utilizar dos princípios de uma *wiki* para criação de sua solução. Ele relata que apesar dessas investigações serem bastante úteis, grande parte delas não fornecem informações que possibilitem a compra, ou análise técnica dos sensores utilizados. Para conseguir tais informações é necessário realizar vastas pesquisas online para achar o que está disponível, onde comprar, quais os preços, como funciona, entre outras características. Esse processo feito em sites de busca nem sempre é eficiente, pela vasta gama de resultados obtidos e nem sempre exatos, tornando um ato repetitivo e demorado devido a descentralização das informações (Wanderley et al., 2006).

É nesse sentido que o Sensor *Wiki* foi desenvolvido, tendo como principal objetivo a criação de uma ferramenta que disponibiliza informações sobre sensores utilizados na música, centralizando dados sobre os recursos em um único lugar, e incentivando pessoas de diferentes instituições e empresas a encontrar, atualizar e compartilhar informações sobre tais componentes.

A plataforma é encontrada no endereço eletrônico www.sensorwiki.org e está dividida em três seções principais:

- Uma lista geral de sensores, sendo cada uma delas contendo sua própria página de descrição.
- Um banco de dados contendo referências a respeito de suas interfaces e interações.
- Uma seção com tutoriais detalhados sobre o projeto de interface do sensor.

A interface principal na plataforma é demonstrada na Figura 6, possuindo uma vasta descrição sobre o projeto no *frame* principal, e a esquerda um campo de busca e uma lista de *tags* para uma busca rápida.

Fonte: (Wanderley et al., 2006).

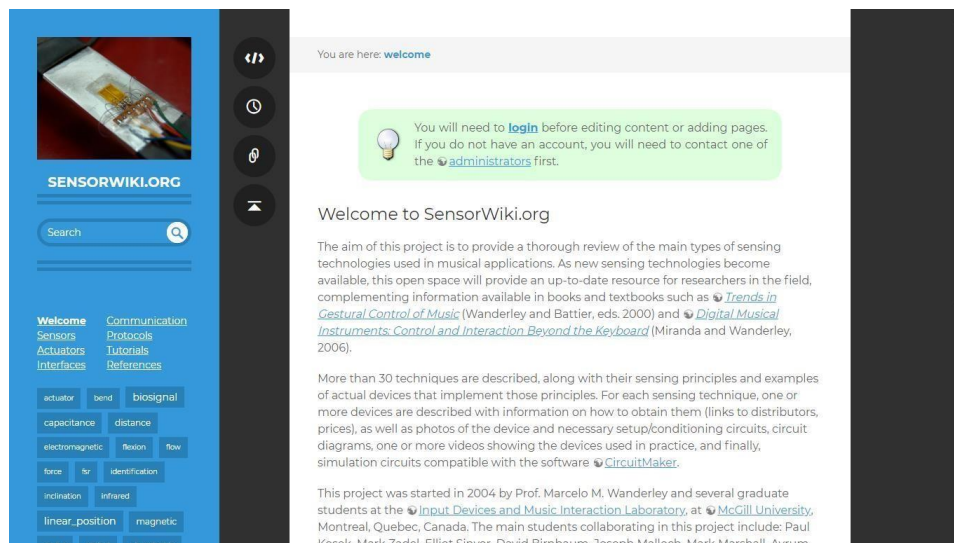


Figura 6 - Interface Principal da página SensorWiki.org

Ao realizar uma busca rápida através de uma das *tags* listadas na página inicial, o usuário é direcionado para a página que lista todos os sensores relacionados ao termo escolhido, e caso o usuário deseje saber mais informações sobre algum deles ele será redirecionado para uma página contendo textos relativos ao seu funcionamento e seus princípios operacionais, como é exibido na Figura 7.

Fonte: (Wanderley et al., 2006).

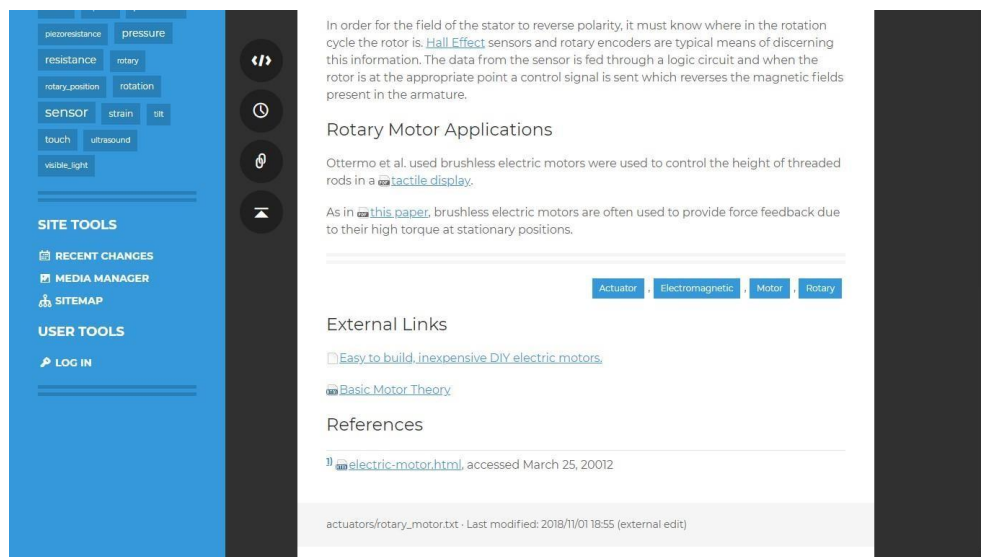


Figura 7 - Modo de exibição de informações sobre os sensores

Como visto acima, além de informações no corpo da página, a plataforma também contém artigos que podem servir como base para entender melhor sua utilização, assim como links externos que podem servir para o processo de utilização do sensor. Todavia, a aplicação é um pouco limitada por se referir a poucos tipos de componentes, além do mais, pessoas que pretendem iniciar algum projeto rápido e não tenham conhecimento técnico, podem ter um pouco de dificuldade, sendo as informações em relação aos projetos relativos aos sensores bem simples e pouco elaboradas.

3.2 Projetos não acadêmicos

A comercialização de componentes eletrônicos utilizados na computação física cresceu muito nos últimos anos, e o número de *e-commerces* relativos a esses dispositivos cresceu junto. Devido a isso, existem *sites* comerciais com funções e características importantes que entram junto a grade de análise para serem correlacionadas ao projeto final. Assim, a subseção 3.2.1 irá demonstrar as características e objetivos principais da plataforma *Mouser.com*, e a subseção 3.2.2 ficará responsável por abordar as informações referentes ao site *Filipeflop.com*. Ainda são mencionadas as plataformas *Adafruit.com* (3.2.3), *Seedstudio.io* (3.2.4), *Labdegaragem.com* (3.2.5) e por fim o site *Eletrogate.com* (3.2.6), todos tendo como grade de análise suas funções principais.

3.2.1 Mouser.com

A *Mouser.com* é o *e-commerce* da empresa *Mouser Electronics*, uma distribuidora autorizada de semicondutores e componentes eletrônicos para engenheiros de projeto, tendo parcerias com mais de 700 fabricantes líderes das indústrias. A variação de componentes de sua base de dados inclui desde de semicondutores a componentes eletromecânicos. Isso tudo proporciona um grande número de informações para o acervo do seu site, onde possui algumas funções para facilitar a compra e ajudar melhor o usuário a entender sobre as configurações técnicas do produto¹.

¹<https://br.mouser.com/>

A plataforma também possui seu campo de busca textual, sendo possível realizar filtros por diversas categorias distintas, assim como marcar se deseja visualizar apenas os componentes em estoque ou não. Nesse campo de busca o usuário deve usar números de referência do produto, ou alguma palavra-chave que possa representá-lo. Com a listagem dos itens, o usuário também pode realizar uma comparação entre suas características, sendo possível comparar componentes de qualquer tipo de categoria, mesmo não existindo muitas características em comum entre cada uma delas.

Por se tratar de um ambiente comercial de uma distribuidora, as informações exibidas são bastante técnicas, não facilitando muito a vida de quem quer aprender a usar o componente, já que esse não é o foco da plataforma. Logo, o público *maker* provavelmente pode ter grandes dificuldades em entender para que realmente o componente serve e de que forma ele pode ser encaixado um projeto em específico.

3.2.2 *Filipeflop.com*

Uma dos grandes *e-commerces* de componentes eletrônicos do Brasil, a *Filipeflop* é uma loja virtual que contém em seu catálogo vários produtos relacionados ao Arduíno, Automação, Robótica e Eletrônica em geral. Tendo sua origem no ano de 2010, está ganhando bastante destaque no cenário da venda de componentes para computação física, com uma grande variedade de produtos².

A aplicação tem como foco dar suporte ao público *Maker*, notando que as tecnologias mais populares atualmente surgiram através de projetos de garagem, no estilo faça você mesmo (DIY), provocando pessoas a desenvolverem mais suas ideias e criar cada vez mais tecnologias de destaque para o cenário brasileiro.

Além disso, a plataforma possui uma função muito importante para o público iniciante, que é a de ensinar eletrônica. A maioria dos componentes possuem projetos associados onde cada um demonstra um pouco de como o dispositivo pode ser aplicado, servindo como guia prático inicial. Além de

²<https://www.filipeflop.com/quem-somos/>

também exibir acessórios relacionados, que podem ser do interesse do usuário no momento da pesquisa.

3.2.3 *Adafruit.com*

A Adafruit é uma empresa privada fundada em 2005 com ênfase na concepção e fabricação de hardwares eletrônicos de código aberto. Seu objetivo é criar o melhor lugar on-line para aprender eletrônica e promover a criação dos melhores produtos para fabricantes de todas as idades e níveis de habilidade. A empresa projeta e fabrica seus produtos nos EUA. Os engenheiros e fabricantes profissionais são incentivados a projetar novos produtos usando a ampla variedade de eletrônicos e acessórios que a empresa oferece. Eles apresentam componentes e kits DIY únicos e divertidos que transformam objetos do dia a dia em protótipos de alta tecnologia, adequando-os à educação e a conceitos avançados de produção³.

Sua plataforma é dividida em setores, sendo eles de aprendizado, fórum, blog, vídeos, e também possui uma parte voltada apenas para a venda de componentes. Sua aplicação web é bastante robusta, possuindo uma gama enorme de projetos desenvolvidos e informações sobre eles. Todavia, a aplicação não possui função para comparação de componentes, e a função colaborativa dos projetos é restrita aos funcionários da empresa, não permitindo projetos de usuários.

3.2.4 *Seedstudio.io*

A Seedstudio.io se intitula uma facilitadora para a utilização de hardware voltados para a IoT, disponibilizando serviços que capacitam os *Makers* a desenvolver seus projetos e produtos. Mesmo possuindo tecnologias de outros fabricantes, o foco da plataforma é divulgar e descrever as informações a respeito dos dispositivos eletrônicos desenvolvidos pela Seed Studio, associando aos produtos projetos relacionados. Por possuir uma série de parcerias como provedores de tecnologias de hardware para a nuvem, a aplicação oferece uma ampla variedade de plataformas de hardware e módulos

³ <https://www.adafruit.com/about>

de sensores preparados para serem vinculadores às plataformas de IoT da atualidade⁴.

Tendo em vista esse contexto, nota-se que a aplicação tem foco principal nas tecnologias voltadas para IoT. Mesmo contendo uma vasta lista de produtos e projetos, a plataforma, assim como a Adafruit, não dá a possibilidade de comparar características entre os componentes e seus projetos também são restritos a colaborações exclusivas dos componentes da equipe, restringindo a colaboração por usuários da ferramenta.

3.2.5 *Labdegaragem.com*

O Labdegaragem é uma iniciativa voltada para a integração, colaboração e apoio aos desenvolvedores independentes de ciências com foco em computação física. Se trata de uma comunidade de várias pessoas com foco em compartilhar conhecimento a respeito de projetos, indo do mais básico ao avançado. Sua plataforma possui um blog, um fórum, uma galeria e um setor técnico voltado para a exploração de projetos e utilização dos componentes⁵.

Além disso, existe um setor apenas com os perfis dos usuários, denominados de “garagistas” pela própria plataforma, onde todos os colaboradores são listados com as devidas informações do seu perfil. Apesar de toda sua grande relevância e da quantidade de usuários atuantes dentro da plataforma, a ferramenta possui alguns problemas em relação a visualização das informações compartilhadas, e também não possui um setor exclusivo para exibição de informações sobre os componentes, e por consequência disso, o usuário não consegue realizar comparações a respeito deles.

3.2.6 *Eletrogate.com*

A Eletrogate se trata de um e-commerce de componentes eletrônicos com sede no Brasil e possui um conjunto de produtos associados ao Arduino, Automação, Robótica e Eletrônica de uma forma geral. O site vem ganhando destaque no cenário de comércio de componentes eletrônicos no território nacional, contendo atualmente uma grande variedade de produtos em seu catálogo. A plataforma é

⁴https://www.seeedstudio.io/about_us.html

⁵<http://labdegaragem.com/page/sobre-1>

subdividida em categorias relativas aos tipos de cada componente, contendo informações que vão desde sensores a componentes de impressão 3D.

Apesar de sua grande variedade de produtos, o site não possui informações a respeito de como utilizar os componentes. Falta ao usuário um caminho inicial para lidar com a ferramenta que deseja comprar, além de também não possuir a opção de comparação com outros componentes, sendo bastante relevante para análise das características e escolha final do produto.

3.3 Comparação entre os trabalhos relacionados

Figueiredo (2017) desenvolve dois tipos de catálogo de gestos, um baseado em informações derivadas do uso de gestos em filmes de Ficção Científica, e outro baseado em gestos usados por pesquisadores, identificado através de uma revisão da literatura. Segundo o autor, o objetivo do trabalho é compreender e tornar mais fácil o processo de criação de interfaces gestuais para designers, desenvolvedores e pesquisadores que estão envolvidos na área da Interação Humano-Computador. Além dos catálogos, também foram construídos protótipos de baixa e alta fidelidade, fazendo uso das informações já registradas nos catálogos.

O trabalho de Figueiredo (2017) tem o objetivo de facilitar o entendimento e uso das informações registradas pelos projetistas e pesquisadores do campo de estudo em questão. No estudo, os catálogos desenvolvidos também possuem opções de envio de gesto pelo usuário, porém de forma controlada, sendo que as sugestões são cadastradas através de um formulário e enviado ao administrador da página.

Em relação ao projeto *sensorwiki.org*, ele possui como grande premissa prover um ambiente que disponibiliza informações a respeito de sensores utilizados na construção de instrumentos digitais, tentando centralizar informações para tornar mais fácil o desenvolvimento por meio de projetistas que necessitam dessas tecnologias. A aplicação possui na representação de seus componentes uma estrutura bastante acadêmica, com grandes explicações sobre a função principal do dispositivo, isto é, qual o seu funcionamento interno, e quais são as teorias e metodologias que permitem seu funcionamento, além

de também disponibilizar documentos auxiliares pra melhor entendimento pelos usuários.

O sistema também possui *links* para sites de compra, e disponibiliza previamente o possível valor do tipo de dispositivo procurado. Uma boa estratégia para facilitar a busca dos componentes é a utilização de *tags*, contendo o nome das principais palavras-chave procuradas na plataforma, e assim, cada item também exibe as *tags* associadas a ele, ampliando a possibilidade de busca por componentes similares pelo usuário.

Para o público *maker* as informações existentes no *sensorwiki.org* ainda podem não ser muito úteis. A descrição dos componentes é muito detalhada, e não mostra claramente como o *maker* pode utilizar aquele tipo específico de dispositivo, além de não possuir nenhum projeto relacionado para quem sabe auxiliar o indivíduo no seu processo de busca. De forma resumida, a aplicação acaba se tornando muito boa para o estudo do componente propriamente dito, deixando um pouco a desejar no auxílio na criação de protótipos funcionais, que é um dos focos principais desse estudo.

Passando agora para os projetos não acadêmicos, o *e-commerce mouser.com* traz inspiração ao projeto dessa dissertação em alguns pontos importantes, como a função de comparar componentes. Com a possibilidade de fazer isso, o usuário pode identificar características que se adequem melhor a necessidade do protótipo que está sendo desenvolvido.

Por exemplo, um projetista precisa usar um dispositivo que promova comunicação via *Bluetooth*, recebendo e enviado dados a uma determinada frequência, mas também necessita de um componente que gaste pouca bateria, logo, ele terá que procurar por um dispositivo com baixo consumo e uma boa frequência. Mas qual seria o melhor? Qual teria o melhor custo benefício? Qual deles tem o tamanho mais adequado para o projeto? Realizando a comparação entre as tecnologias ajuda a entender cada questão dessa, e possibilita ao usuário construir um produto mais eficiente e barato.

Por se tratar de um comercio eletrônico, o *mouser.com* não possui um intuito colaborativo e por ser destinado a indústria as informações apresentadas são bastante técnicas, podendo não ser tão úteis para o público iniciante na construção de projetos de computação física. A plataforma também não possui projetos correlatos aos componentes, prejudicando também na curva de

aprendizado para quem pretende utilizar as informações da aplicação para auxílio na construção de protótipos.

Se tratando do site *Filiplop.com*, além de um catálogo contendo uma variedade bastante grande de produtos relativos a eletrônica, robótica e automação em geral, também possui uma iniciativa de ajudar ao público *maker*, sabendo da importância de dar suporte aos seus clientes e incentivar o desenvolvimento tecnológico no país.

A aplicação da *Filipeplop* possui relacionado a cada item do seu estoque, projetos que demonstram exemplos da utilização desse componente. Cada projeto desse pode ser acessado na íntegra, possuindo informações a respeito de ligações, código fonte, informações técnicas e restrições de uso e em alguns casos até vídeos explicando o desenvolvimento e a utilização do dispositivo em um ambiente real. Além de dar mais segurança ao usuário no momento da compra (pois ele sabe que vai saber usar), instiga a capacidade criativa dele para criar projetos com iniciativas similares. Entretanto, essa plataforma não possui a função para comparar as características dos componentes, e também por se tratar de um site comercial, não possui função colaborativa.

Se referindo a plataforma Adafruit, ela possui uma função de busca bastante eficiente e com um catálogo de componentes bastante robusto. Também possui uma série de projetos correlatos, o que ajuda bastante aos iniciantes no mundo da eletrônica. Entretanto, a restrição de colaboração dos usuários comuns para com os projetos limita um pouco a ligação da plataforma com seus utilizadores. Não permitir comparações entre componentes pode chegar a prejudicar as buscas por informação dependendo da situação e do projeto.

Similarmente ao Adafruit, o Seeedstudio possui um acervo bem denso de informações sobre componentes eletrônicos e também sobre projetos associados. Porém o mesmo não possui funções colaborativas e nem comparação entre componentes, além de ter seu foco nas suas próprias plataformas para IoT, deixando a desejar quando os projetos não envolvem esse tipo de conceito.

O site Labdegaragem possui uma série de características importantes para servir de inspiração. A plataforma possui um fórum relativo a projetos diversos dentro da computação física, indo do mais simples ao mais avançado.

Cada projeto desse é postado por pessoas com níveis diferentes de experiência, que acaba formando uma comunidade com interesses comuns dentro do escopo da eletrônica. Essa função colaborativa é muito importante para reduzir a curva de aprendizado em relação a utilização de determinado conceito ou componente.

A plataforma não tem foco na descrição dos componentes e devido a isso não possui função comparativa e nem descrições relativas a esses elementos. Isso pode dificultar o entendimento sobre sua função ou identificar qual seria o modelo mais adequado para o problema em questão.

Por fim, o site Eletrogate vem ganhando grande destaque no cenário nacional devido a sua simplicidade e facilidade ao descrever e catalogar seus componentes. Seu sistema de busca demonstra ser bem eficiente, utilizando de palavras-chave e outras informações sobre os componentes. Apesar de seu crescimento, ainda existe uma carência em relação a projetos relacionados aos componentes, fazendo o usuário não ter certeza da compra de determinado produto por não saber como poderia utiliza-lo em seu projeto. A função de comparação também não aparece na plataforma, sendo outra lacuna da ferramenta. Nesse contexto, a Tabela 1 faz um comparativo geral das principais funcionalidades das aplicações demonstradas nesse capítulo.

Tabela 1 - Comparação geral entre os trabalhos relacionados

Aplicações	Wiki	Projetos relacionados	Comparar componentes	Classificação por palavra-chave
Sci-fi Gesture Catalog	X*	-	-	X
Sensor Wiki	X	-	-	X
Mouser.com	-	-	X	X
Filipeflop.com	-	X	-	X
Adafruit.com	-	X	-	-
Seedstudio.io	-	X	-	-
Labdegaragem.com	X	X	-	-
Eletrogate.com	-	-	-	X

* Permite apenas a inserção de informações, mas não sua modificação.

De acordo com o exposto até o momento e tomando como grade de análise as funcionalidades de cada plataforma, é possível identificar algumas lacunas que, se preenchidas, podem trazer bons benefícios em relação ao aprendizado do público alvo dessas plataformas e ao processo de investigação e recuperação da informação dos componentes e projetos relativos a computação física.

Nenhuma das ferramentas apresentadas possui todas as características mencionadas no quadro comparativo, e fazer uma união de todas essas características pode acarretar em mudanças representativas tanto na curva de aprendizado dos usuários como na forma como as informações são acessadas, agilizando o processo de recuperação da informação e consequentemente aprimorando o tempo de construção dos projetos.

4 A CATALOGAÇÃO

Neste quarto capítulo, são apresentados os conceitos essenciais para a fundamentação da pesquisa aqui desenvolvida. O capítulo está subdividido em seis seções, sendo a seção 4.1 relativa ao contexto geral dos conceitos a respeito da catalogação. Dando continuidade, na seção 4.2 são abordados os conceitos inerentes a indexação, assim como os processos que permeiam a Organização da Informação. A Recuperação da Informação é abordada na seção 4.3 sendo seguida pela Folksonomia na seção 4.4. O processo que relata o contexto sobre os metadados são explicados na seção 4.5. Por fim, na seção 4.6, o modelo de dados FRBR é explicado.

4.1 *Contexto Geral*

Segundo Brito e Albuquerque (2016), um catálogo é um dos mecanismos mais antigos da atividade bibliotecária. Se trata de uma unidade informacional que possui registros bibliográficos que tem o papel de representar recursos de uma informação, permitindo uma recuperação futura. De forma mais abrangente, os catálogos tendem a expor dados descritivos, prevalecente, a respeito das características físicas de um dado documento. Para especificar o conteúdo das obras, descritores são atribuídos a alguns assuntos, assim como também é possível perceber que determinados tipos de obras representam conexões que são nítidas na demonstração no catálogo (Machado e Pereira, 2016).

A atividade de catalogação pode ser chamada também de representação bibliográfica, onde estão incluídas a Representação Descritiva e a Representação Temática, que seriam as formas como o documento pode ser representado conforme suas características intrínsecas e extrínsecas, para que assim consiga ser encontrado e recuperado pelo usuário final. Para um catálogo ser considerado competente e fundamentado, ele deve possibilitar que seja feita a localização, identificação, seleção e obtenção do acesso ao documento que se deseja saber alguma informação. Se trata do mecanismo que representa todo o acervo a respeito de um domínio em específico, permitindo a exploração de informações de um determinado interesse em específico ou a interesses relacionados ao domínio (Silva e Silveira, 2017).

Neste sentido, existe uma notável evolução nos conceitos relativos a catalogação, transitando do processo simples de descrição de uma obra, para o processo de representação da mesma, com o objetivo do uso e também de promover a sua interoperabilidade em relação a qualquer recurso informacional. Isso acaba provocando novas afrontas ao processo de Catalogação, sendo a origem de grande maioria de suas atividades relativas apenas a livros, e agora possuindo um número cada vez maior de materiais diferentes a serem representados, onde isso só é possível devido a utilização de novas tecnologias e das bases distintas de informações, tornando-se inevitável precisar entender o que realmente o usuário necessita (Costa, 2017).

Assim, levando em consideração o processo de comunicação entre o usuário e os tipos de documentos que se deseja obter informação, é possível dizer que esse processo pode ser estabelecido pelo fato de catálogos serem constituídos de registros demonstrativos dos documentos que um meio informacional possui, isto é, entende-se que a representação da informação pode estabelecer meios de comunicação e mediação através da demanda de informação do usuário a respeito dos documentos, no âmbito de catálogos, sendo resultados do que foi gerado da representação bibliográfica (Zafalon, 2013). Esse processo de comunicação é demonstrado na Figura 8.

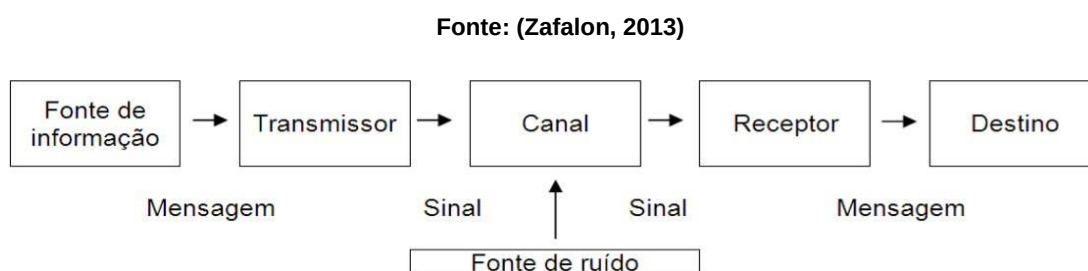


Figura 8 - Esquema clássico de comunicação entre usuário e catálogo

Essas mudanças na atual conjuntura da comunidade da Biblioteconomia e da Ciência da Informação, torna legítima a preocupação em se estabelecer novos formatos de representação bibliográfica, podendo implicar na substituição do formato MARC 21 (*Machine Readable Cataloging*) para o novo formato XML (*eXtensible Markup Language*) respaldadas nas novas mudanças no domínio

bibliográfico por meio do uso intensivo das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (Castro e Santos, 2013).

A união da tecnologia ao processo de catalogação traz uma série de possibilidades para os profissionais com as qualificações necessárias para realizar o tratamento e representação da informação. Devido a isso, sua área de atuação se amplia, visto que terão a chance de entender domínios mais específicos no processo de representação e organização de recursos que necessitam ser acessados por outros indivíduos. Com isso, a utilização de tecnologias no campo da informação se torna um benefício para todos os interessados, desde seus tratadores que necessitam manter a informação organizada e bem estruturada, aos usuários que precisam recupera-las (Arakaki et al., 2017).

As tecnologias oferecem à catalogação um suporte essencial para o momento da criação de um meio de comunicação entre o usuário e a informação propriamente dita. Esse processo une todas as atividades envolvidas na representação da informação, que tem início pela etapa de planejamento da estrutura do sistema, envolvendo também a infraestrutura e determinação de metadados, indo até a procura e retorno da informação via interface da aplicação (Arakaki et al., 2017).

É por meio desse processo tecnológico informacional que surgem os Catálogos *On-line* de Acesso Público (do inglês *Online Public Access Catalogs* - OPAC), que vieram a ser considerados uma das partes integradas do sistema de gerenciamento de bibliotecas, de acordo com sua composição, objetivos e funções. Apesar disso, tendo como base a influência das Tecnologias de Informação e Comunicação no meio de acesso a informação, cresce a carência de se expandir a visão sobre os novos meios de interação do usuário com o acervo especificado, proporcionando o domínio no processo de busca e recuperação da informação que se almeja (Bastos e Vidotti, 2016).

De forma geral, os esforços voltados para o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, estão proporcionando o contato com a informação de forma mais rápida e simples, em perspectivas até então não previstas. Sendo assim, os tipos de núcleos de informação convencionais vão abrindo espaço e possibilitando que as novas necessidades do usuário sejam suprimas pelos novos meios de acesso a informação (Brito e Albuquerque, 2016).

Mas para que o catálogo funcione bem, todo o documento informacional deve estar bem organizado, de modo a facilitar o encontro das informações desejadas. E visando entender como esse procedimento é feito, que a próxima seção explica como são realizados os métodos de Indexação e Organização da Informação.

4.2 *Indexação e Organização da Informação*

A Organização da Informação (OI), é responsável pela descrição do conteúdo do documento, utilizando de uma forma de linguagem para expor os conceitos e informações tratados no documento em questão (Brito e Caribé, 2015). Desta maneira, a OI tem como por objetivo permitir o acesso à informação que está na descrição física e de conteúdo de componentes informacionais (Brigidi e Pereira, 2016).

Para entender melhor os conceitos relacionados a OI, segundo Brigidi e Pereira (2016) é preciso que se saiba distinguir bem as diferenças entre informação e conhecimento e as funções atribuídas a esses termos dentro de um determinado contexto. De acordo com os autores, a informação só terá algum sentido quando identificada e decodificada pelo receptor, pois a mesma está relacionada com dados numéricos, conhecimento factual, narrativas de fatos, opiniões e avaliações, ou seja, a informação está diretamente ligada aos dados no seu sentido mais abrangente, processados e compreendidos.

Já o conhecimento é percebido como um conjunto de informações processadas, examinadas e testadas. Assim, sempre que existir um emissor e um receptor a informação pode estar presente em qualquer área do conhecimento, sendo seu entendimento ficando sob responsabilidade dos personagens participantes do processo de comunicação. A informação só se transforma em conhecimento quando e se o receptor realizar sua compreensão (Brigidi e Pereira, 2016).

Dito isso, a OI possibilita que a informação seja recuperada de forma mais eficiente futuramente, e retorne o resultado fiel em relação ao que o usuário deseja (Souza, 2014). Isso geralmente é feito com o auxílio de algumas ferramentas, como os vocabulários controlados, permitindo manter um controle e criar padrões consistentes para o processo. Algo também empregado nesse

segmento é a utilização de ontologias, que usam como base o manuseio de tecnologias e recursos legíveis por máquinas (Pickler e Ferneda, 2013).

De acordo com Pickler e Ferneda (2013) uma ontologia no contexto da Ciência da Computação se trata de uma *conceitualização* formal e explícita de uma avaliação compartilhada. De forma mais detalhada, indica o seguinte:

- 4.2.1 **Formal:** se trata de *ser interpretada por um computador*;
- 4.2.2 **Explícita:** demonstra que os componentes se encontram visivelmente definidos;
- 4.2.3 **Conceitualização:** diz respeito a classificação de um fenômeno como um tipo genérico e;
- 4.2.4 **Compartilhamento:** quer dizer que os conceitos existentes dizem respeito a um conhecimento em comum a todos os envolvidos, aprovado por um grupo de pessoas.

Ainda conforme Pickler e Ferneda (2013), as linguagens atuais que tratam de ontologias são fundadas em Lógica descritiva, onde podem ser destacadas a OWL, linguagem recomendada pelo W3C para o desenvolvimento de ontologias. A mesma pode ser desenvolvida em um simples editor de texto, similarmente ao desenvolvimento de um programa de computador normal. Porém, o uso de ferramentas específicas ajuda bastante o processo de desenvolvimento, minimizando erros e diminuindo o tempo de criação.

Outra atividade também bastante útil para o processo de organização da informação é o Tratamento Temático da Informação (TTI), que se torna responsável pela parte de análise, descrição e representação do conteúdo do documento. O tratamento temático é mais uma etapa referente a OI, feita por aplicações que inserem vários mecanismos responsáveis por organizar, gerenciar e executar o processo de recuperação da informação (Brigidi e Pereira, 2016). Para ilustrar melhor as atividades relativas ao TTI, a Figura 9 demonstra um diagrama com referência as principais áreas desse contexto.

Fonte: (Brigidi e Pereira, 2016)

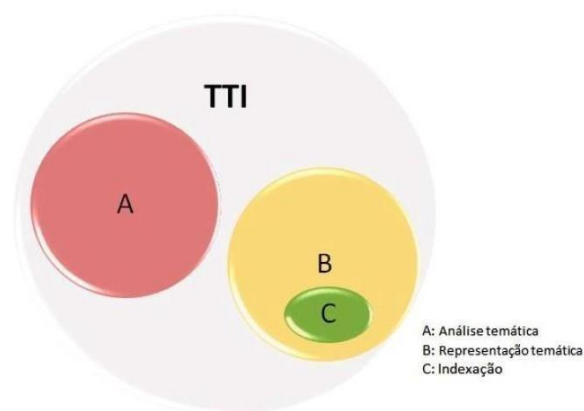


Figura 9 - Diagrama TTI

No diagrama, os conceitos relativos a análise temática (A) e a representação temática (B) são coisas diferentes que unidas fazem parte do contexto geral do tratamento temático. A indexação (C), por outro lado, se inclui no cenário da representação temática como uma das maneiras de retratar a informação (Brigidi e Pereira, 2016).

A indexação ou organização em índice, é o processo de criar uma lista sistemática com nomes de autores, de livros consultados, de assunto ou outros componentes relativos a um determinado documento (objeto). Essa organização deve fazer com que cada elemento de uma dada lista referencie uma ocorrência deste elemento na estrutura do documento. Ou seja, o componente trabalha como um ponteiro para um objeto (chamado de ocorrência) através (frequentemente) de seu indicador de página e/ou de *hyperlinks* (Brito e Caribé, 2015).

Complementarmente, a indexação possibilita a recuperação de conceitos existentes nos documentos, que podem ser descritos por expressões contidas dentro da linguagem natural (palavra-chave) de um descritor ou através de símbolos (número de classificação bibliográfico) (Brito e Caribé, 2015).

Tradicionalmente, a cultura de indexação da Ciência da Informação aborda sobre o fato de que o processo de indexação possibilita retratar “precisamente” o conteúdo de um determinado documento. Preferivelmente, caso dois indexadores examinem o mesmo documento, os descritores devem ser iguais para as duas indexações, sucedendo um nível alto de conformidade

ou consistência. Todavia, o processo de indexação não é tão trivial e absoluto dessa forma (Tartarotti e Fujita, 2016).

Um longo período de estudos e pesquisas a respeito da solidez entre indexadores distintos e do mesmo indexador em momentos diferentes, possibilitaram a criação de um conjunto de medidas para analisar a consistência nas etapas da indexação. Porém, as pesquisas realizadas não demonstram resultados muito consistentes. A criação de um padrão dos métodos de Avaliação da Indexação no cenário das bibliotecas acadêmicas tornaria possível uma maior fidelidade e comparação dos índices no meio de diversos estudos, identificando espaços e permitindo uma melhoria notável nas etapas da indexação (Tartarotti e Fujita, 2016).

Ademais, pesquisas com indexadores humanos realizam comparações não só entre os próprios indexadores humanos, mas também com o desfecho obtido dos sistemas de indexação automática (Tartarotti e Fujita, 2016). Entretanto, existem dificuldades eminentes em relação a indexação manual e a imensa quantidade de documentos compartilhados, que designou a grande “explosão informacional”, sendo essa uma das justificativas para a busca por soluções diferentes para ajudar o indexador na realização de suas atividades (Pickler e Ferneda, 2013).

Contudo, a evolução dos sistemas *web* promove ainda mais benefícios ao processo de indexação, como o baixo custo e a facilidade de utilização junto a grandes repositórios de documentos, impulsionando a criação de novas variações de indexação automática. Aliás, a atividade de indexação será realizada por um sistema computacional de forma única, na maioria das vezes, utilizando os mesmos critérios para os quais foi planejado, sem se preocupar com a quantidade de documentos ou com qualquer outro fator (Pickler e Ferneda, 2013).

4.3 Recuperação da Informação

Chega a ser redundante dizer que a contínua e constante geração de informações no meio digital tem impulsionado a evolução de novas tecnologias voltadas para o controle da informação e auxílio ao processo de comunicação. Isso permite que essa grande massa de informação possa ser armazenada,

porém, mesmo com tanto avanço, ainda existem muitas dificuldades eminentes nessa realidade. Apesar de existir uma grande quantidade de informações disponíveis na *web*, elas estão sempre dispersas e a dificuldade relativa a esse acesso muitas vezes inibe as pessoas a procurar informações que ajude na realização de uma atividade em específico (Azevedo & Marcondes, 2015).

Nesse contexto, fica claro a carência de poder disponibilizar o acesso para que a informação possa ser usada futuramente, assim sendo, é conveniente procurar meios para solucionar os problemas relativos a maneira como a informação pode ser recuperada. Dessa forma, a Ciências da Informação juntamente com suas subáreas buscam de forma ativa a constante evolução da sociedade da informação, e dentre suas áreas de estudo está a Recuperação da Informação (RI). A mesma tem a preocupação em tornar acessível a informação para recompensar uma necessidade do usuário. Nesse cenário, faz-se viável evidenciar o dever das aplicações que trabalham com a finalidade de possibilitar, por meio de um conjunto de documentos disponíveis, a recuperação dos que possam ser viáveis para quem está precisando, essas aplicações são denominadas de Sistemas de Recuperação da Informação (SRIs) (Vieira & Pinho, 2014).

Em contrapartida, para que os SRIs funcionem de forma eficiente, é essencial que exista um foco especial em relação aos fatores que se referem a organização da informação, já mencionada anteriormente. Ela é uma necessidade básica para que exista uma busca eficiente e consequentemente um retorno satisfatório para o usuário em relação ao resultado que se deseja obter, pois a informação pode nem ser encontrada caso esteja desorganizada. Analogamente falando, seria como tentar encontrar uma meia específica dentro de uma gaveta bagunçada, correndo o risco dela nem estar lá, mas sem a organização necessária não tem como saber ao certo (Vieira & Pinho, 2014).

Além de bem organizadas, para o sucesso da atividade de busca pelo usuário, as informações devem estar livres de problemas como acessibilidade e usabilidade, sendo essas já relacionadas com o objetivo final do processo. Assim sendo, as expressões “acessibilidade”, “usabilidade” e “utilização da informação” então diretamente referenciadas a todo o processo que tange a coleta de informação, processamento e o curso da informação, findando todos na recuperação e uso da informação (Souza & Tabosa, 2015).

Todo esse fluxo de atividades, exige a interação do usuário junto ao sistema. Por esse motivo é importante focar a atenção também para a forma como essas informações serão exibidas, ou seja, como será a forma de interação do usuário para com o sistema. Tudo isso envolve questões relacionadas ao *design*, facilidade de uso e facilidade na obtenção de *feedbacks* adequados da plataforma. Uma aplicação que funciona adequadamente em relação a esses requisitos, pode ser considerada com um bom desempenho em relação a acessibilidade (Souza & Tabosa, 2015).

Outro termo que também deve ser diretamente destacado junto ao processo de recuperação da informação é a Arquitetura da Informação (AI). Uma de suas definições primordiais foi dada por Richard Wurman em 1976, como sendo “a ciência e a arte de criar instruções para espaços organizados. Aplicando esse conceito na organização de informações em suportes físicos, como guias de mapas” (Vitorino & Ribeiro, 2014).

Ainda de acordo com Vitorino & Ribeiro (2014), posteriormente outros autores apresentaram uma serie de definições para a AI, sendo elas as que segue:

4.3.1 O *design* estruturado em ambientes de informação compartilhados.

4.3.2 A união de sistemas de organização, rotulagem, navegação e procura em *websites* e *intranet*.

4.3.3 A ciência e a arte de moldar produtos de informação e conhecimento para dar suporte a usabilidade e *findability*⁶.

4.3.4 Uma área centrada em implantar princípios de *design* e da arquitetura para o meio digital.

Dessa forma, entende-se que Arquitetura da Informação é tomada por três bases principais: contexto, conteúdo e o usuário. Esses três elementos são únicos para cada aplicação e se torna responsabilidade do arquiteto da informação coloca-los em equilíbrio. O **contexto** se refere aos objetivos do artefato, como é desenvolvida a cultura e política da organização responsável

⁶ É a qualidade de interação entre um usuário e uma interface (em relação a algo que pode ser encontrado por ele)

pela aplicação, ambiente de uso, recursos humanos, limitações tecnológicas, entre outros. O **conteúdo** se refere ao que existe no *site*, volume de informação, estrutura, formato, propriedades, metadados, dinamismo, etc. E por fim, o **usuário**, detentor das necessidades, é quem irá realizar o procedimento de busca pela informação e irá ter as experiências com as funções da aplicação (Vitorino e Ribeiro, 2014).

Consequentemente, para etapa final do processo de recuperação da informação, surge a visualização da informação (VI). A VI pode ser entendida como uma disciplina que tem como objetivo facilitar o entendimento da informação por intermédio de algum recurso gráfico chamado de estrutura de visualização da informação. Esse método se baseia na “figura visual” como forma de facilitar o entendimento das informações armazenadas e que foram, anteriormente, organizadas com o intuito de contribuir para a localização e recuperação eficiente dos componentes que atendam a uma necessidade. Neste contexto, entra o uso da interface gráfica, que permite a interação do usuário com a aplicação através de um sistema de pesquisa mais confortável, para que seja possível ampliar o máximo possível o uso da informação (Vieira e Pinho, 2014).

Dentro desse processo, a VI tem se beneficiado bastante com o avanço dos equipamentos de imagens e da capacidade dos mesmo em representar informações cada vez com mais qualidade e precisas. Como já mencionado anteriormente, a quantidade de informação atualmente é muito grande, e maior parte dela é desnecessária para o propósito que se deseja. Essa informação excedente é um problema para os mecanismos de busca e recuperação. Sendo assim, a informação deve ser bem selecionada e apresentada com qualidade através das estruturas de Visualização da Informação, pois só assim todo o processo de busca pode ser considerado bem-sucedido (Segundo et al., 2015).

4.4 Folksonomia

Tendo em vista o crescimento constante da criação de documentos e do envolvimento direto do usuário com os ambientes digitais, novas formas de organizar e demonstrar a informação foram surgindo, sendo que nesses novos métodos não são utilizadas regras ou doutrinas de indexação com o intuito de

realizar o controle do vocabulário adotado para denominação dos recursos. Essa nova forma de classificação é chamada de Folksonomia, e tem suas referências voltadas para a filosofia colaborativa, herdadas dos conceitos de interatividades da *Web 2.0*, onde o usuário utiliza dos seus próprios termos ou etiquetas (*tags*) para descrever o documento. De forma mais simples, a Folksonomia amplia a memória coletiva em ambiente digitalizados, fazendo o uso de atividades de registro, organização e requisição das informações contidas na internet feitas por usuários normais (Santos e Correa, 2015).

Ainda não existe uma definição única do verdadeiro sentido da Folksonomia no contexto do desenvolvimento científico dentro da Ciência da Informação, o que pode vir a ser um problema no momento do entendimento sobre suas características e da sua real finalidade, essencialmente por parte da disciplina de Organização e Recuperação do conhecimento (Santos e Correa, 2015). Porém, de acordo com Rocha e Gonzalez (2014), o termo Folksonomia é originário do neologismo desenvolvido por Thomas Vander Wal, com base na união do termo folk (povo, pessoas) com nomia (lei ou regra), sendo essa técnica utilizada pela primeira vez em plataformas como Flickr e YouTube.

Ainda de acordo com Rocha e Gonzalez (2014), um dos primeiros projetos sobre a temática no Brasil foi elaborado pelas pesquisadoras Maria Elisabete Catarino e Ana Alice Baptista no ano de 2007, onde são focados elementos fundamentais da Folksonomia, são eles:

1. Consequência de uma forma livre de indexação, utilizado pelo próprio usuário do recurso;
2. Tem como principal meta a recuperação futura da informação;
3. Tem sua criação em um meio livre, que torna possível o compartilhamento e também seu desenvolvimento conjunto com outros colaboradores.

Desta forma, a Folksonomia se torna fruto do processo de etiquetagem de algum componente na *Web* inserido em um ambiente social compartilhado por indivíduos que utilizam a informação pretendendo ter sua posterior recuperação.

Assim, esse método pode ser visto como uma nova maneira de se realizar a Organização da Informação por sua nova forma de indexação, diferenciando do processo técnico criado e utilizado pelos profissionais do cenário da

Biblioteconomia e suas áreas correlatas. Diferentemente da indexação tradicional, a Folksonomia lida com concessão de termos livres em linguagem natural, sem ser necessário quaisquer tradução para descritores autorizados. Isso fez com que a mesma ficasse conhecida também como um tipo de “vocabulário descontrolado”, mas não pelo sistema utilizado ser desordenado, e sim por utilizar de mecanismos de representação, organização e recuperação da informação que qualquer pessoa pode informar, não precisando ser obrigatoriamente um especialista técnico no assunto (Brigidi e Pereira, 2016).

De tal forma, o vocabulário descontrolado dito por Folksonomia modifica os parâmetros *hipertextuais* utilizados normalmente na indexação, devido a sua construção coletiva, tornando possível assim uma melhor estruturação semântica das informações e por consequência aumentando as chances de busca dos dados na internet (Brigidi & Pereira, 2016).

Segundo Vander Wal (2005) a Folksonomia é dividida em duas subáreas, a aberta e a restrita. A aberta possibilita a todos os envolvidos interagir com o fluxo de indexação, já a restrita torna limitante essa interação, sendo possível a indexação apenas por indivíduos pré-estabelecidos. A Figura 10 mostra como é realizado cada um desses processos.

Fonte: Vander Wal (2005)

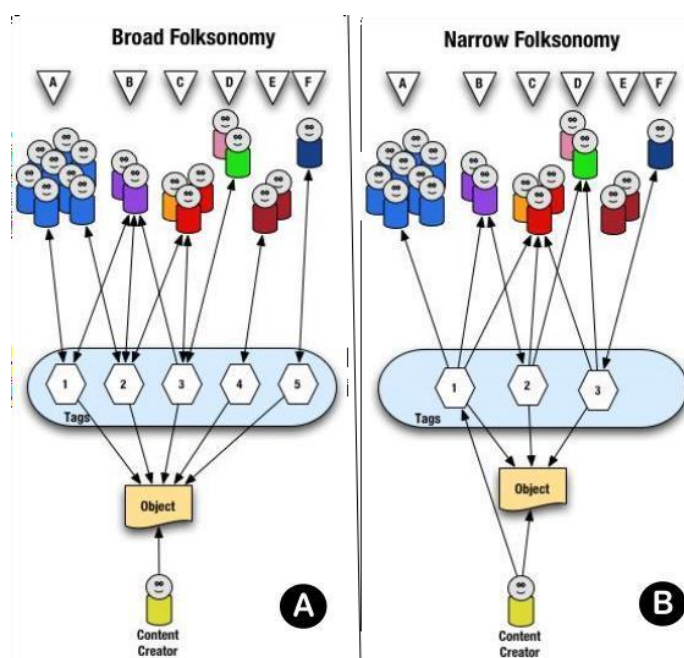


Figura 10 - Representação da Folksonomia aberta (A - Broad) e restrita (B - Narrow)

Como visto acima, a Figura 10(A), representa o tipo de Folksonomia aberta (ou ampla). Nota-se que cada grupo de pessoa atribui a um objeto um termo (*tag*) de acordo com o seu vocabulário, sendo que esse termo pode ser um marcador comum a mais de um grupo de indivíduos e de livre acesso ao criador de conteúdo provedor da base de informações, pois apesar de possuírem vocabulários distintos para o mesmo objeto, eles estão na mesma classe de interesses. Assim, um único objeto pode possuir várias descrições distintas, feita por diferentes grupos de pessoas, ou seja, foi indexado de acordo com as palavras-chave representativas a cada grupo de usuários. Da mesma forma que cadastraram, as pessoas também podem ter acesso às informações, tendo como base as *tags* já definidas por eles (Vander Wal, 2005).

Na Figura 10 (B) é representado o processo relativo a Folksonomia restrita, onde nem todos os envolvidos tem o poder de definir *tags* para os objetos. Nessa demonstração, uma quantidade mínima de pessoas cadastra as *tags* com as descrições que elas acreditam representar o objeto em questão. Dessa forma, são fornecidas menos *tags* do que numa Folksonomia aberta, e existe somente uma de cada *tag* definida para o objeto, podendo essa ser definida pelo criador de conteúdo ou pelos próprios usuários, porem de maneira mais restrita. Todos os grupos ainda podem ter acesso a informação, porém alguns podem chegar a não obtê-las, por não utilizar dos vocábulos de nenhum dos grupos que cadastraram as *tags* (Vander Wal, 2005).

Por conseguinte, é interessante destacar que, conforme a condição flexível em relação a inserção livre de metadados na representação da informação, caracteriza-se também como um dos traços da Folksonomia a variação de *tags* em diferentes idiomas, assim como a ocorrência de definições que podem suceder em consequências negativas ou positivas no fluxo de representação e resgate da informação (Santos e Corrêa, 2016). Ainda de acordo com Santos e Corrêa (2016), os termos utilizados em uma indexação utilizando Folksonomia, podem futuramente se tornar também, parte de um vocabulário controlado, pois quanto mais esse termo é repetido (etiquetado) pelos usuários, mais ele se assume como parte daquela classe, tomando grande destaque e relevância dentro do sistema informacional e contribuindo para a atualização dos vocábulos empregados por determinada área, mas agora conforme definições do próprio usuário.

4.5 Metadados

No âmbito da organização da informação e dentre as técnicas utilizadas para sua recuperação e compartilhamento, estão os metadados. Ainda que possua várias definições, o termo metadados é caracterizado muitas vezes como sendo dados sobre dados. Alguns dados são criados para representar outros dados, isto é, são elementos que possuem o objetivo de demonstrar de maneira qualitativa outros dados e assim permitir uma recuperação eficaz por meio do usuário, sendo ele leigo ou não, contribuindo assim para o acesso a informação desejada (Dantas et al., 2016).

Nesse contexto, de acordo com Lourenço (2005) o metadado é descrito como sendo um “identificador” que detalha, contextualiza, gerencia e retorna um objeto no meio digital, assim como o associa a outros objetos digitais, parecidos ou correlatos a ele em meio a uma biblioteca digital ou em todo ambiente *web*. O metadado ainda é representado pelas *tags* utilizadas pelas linguagens de marcação, através dos *hiperlinks* associados aos objetos digitais entre si e ainda por meio das URLs que representam os *sites* da *internet*. Assim sendo, os metadados podem ser apontados como componentes responsáveis em representar a informação no meio digital, tendo como meta possibilitar o acesso a grandes variedades de informação em diferentes tipos de formas (Dantas et al., 2016).

Castro et al, (2016) relata também que os objetivos principais dos metadados estão embasados nos fundamentos que tangem a catalogação, isto é, assegurar a uniformização dos elementos de acesso a informação, com base em regras, códigos e procedimentos internacionais, com o pensamento de facilitar e amplificar o reconhecimento, a procura, a localização, a recuperação, a manutenção, o uso e reuso dos recursos da informação. O seu grande diferencial é a maneira com que é representado, pois se encaixa em uma nova abordagem definida pelo meio tecnológico em que está inserido.

De tal forma, os metadados devem ser padronizados e controlados, não podendo representar descrições desestruturadas dos recursos da informação, pois ele é responsável por toda informação descritiva sobre o contexto, qualidade, condições ou aspecto de um recurso específico, dado ou objeto. As

informações que um metadado pode descrever são inúmeras, como o assunto de um dado recurso, seus criadores, as informações técnicas que são requeridas para o acesso ao recurso, assim como seus direitos legais (Silva e Souza, 2013).

Os metadados são particionados em duas unidades básicas, são elas os esquemas e os elementos. Os elementos são modelos de classes que mantêm porções únicas da descrição de um conjunto de informação. Exemplos desses elementos de metadados incluem título, criador, data de criação, identificação de assunto, entre outros. Em outra visão, elemento é uma expressão categoricamente delineada para descrever uma propriedade específica de um recurso de forma individual. Exemplificando, pode ser a ‘editora de um determinado livro’, ‘o formato’ de um arquivo eletrônico, ou até mesmo uma ‘restauração de dados’ de uma construção (Castro et al., 2016).

Já os esquemas de metadados representam coleções ou conjuntos de elementos planejados para achar as carências de grupos de indivíduos em particular. De forma mais clara, um esquema de metadado pode ser considerado como uma parte da informação que pode ser lida por computador e estabelece a estrutura, a codificação de sintaxe, regras, e formatos para um grupo de elementos de metadados em uma linguagem formal. Geralmente, a definição de esquema de metadados é usada para denominar um grupo de elementos como um todo, fazendo referência também a codificação desses elementos e a sua organização junto a uma linguagem de marcação (Castro et al., 2016).

Ainda de acordo com Castro et al (2016) existem três tipos de características encontradas em todos os esquemas de metadados, são eles:

- 1 **Estrutura:** faz referência ao tipo de dado ou arquitetura utilizada para fazer parte do metadado e a maneira como as declarações (*statements*) são especificadas. Nesse caso, estrutura se refere a estrutura do metadado propriamente dita, não a ‘metadado estrutural’, que diz respeito a estrutura descrita primordialmente do recurso informacional. O RDF e o *Metadata Encoding and Transmission Standard* (METS) são exemplos de modelos.
- 2 **Sintaxe:** é relativa a codificação do metadado. Nesse caso, pode ser no formato MARC 21 quando relativo a registros bibliográficos ou em *eXtensible Markup Language* (XML) ou ainda *Standard Generalized*

Markup Language Document Type Definition (SGML DTD) em outros tipos de metadados.

3. **Semântica:** está relacionada ao significado de uma série de elementos de dados. Essa característica permite o criador entender o significado de determinado elemento dentro de um esquema em particular, como por exemplo, compreender o significado dos elementos ‘cobertura’ ou ‘modificação de data’ dentro de um esquema. A semântica deve definir padrões a serem adotados para determinado metadado, como por exemplo, definir que todas as datas do sistema conterão o formato YYYY-MM-DD, onde YYYY representa o ano; MM o mês e DD o dia. Esse tipo de regra serve para limitar o tipo de informação imputada, permitindo apenas um tipo específico. Isso ajuda no processo de organização da informação, evitando o comprometimento no momento de sua recuperação.

Os metadados utilizam diversos tipos de padrões, como *Government Information Locator Service (GILS)*, *Spatial Archive and Interchange Format (SAIF)*, *Federal Geographic Data Committee (FGDC)* e vários outros, mas os principais utilizados no ambiente bibliotecário são o *Dublin Core (DC)* e o *Marc 21* (Dantas et al., 2016).

Conforme explica Dias e Lourenço (2013) o padrão *Dublin Core* se trata de uma recomendação do *Dublin Metadata Initiative*, onde é estudado, atualizado e ampliado com base nas ferramentas desenvolvidas e fundamentadas em seus 15 elementos básicos. De acordo com o padrão DC há 15 componentes essenciais que devem ser utilizados no desenvolvimento de objetos digitais, sendo extensível a grande parte das situações informacionais. Visto que todos esses 15 elementos não são o bastante para descrever suas singularidades, o padrão sugere o uso de qualificadores relacionados a cada um dos 15 componentes. São eles:

- *Title* - título do objeto
- *Creator* - responsáveis pelo conteúdo intelectual do objeto
- *Subject* - tópico relacionado ao objeto descrito
- *Description* - contém uma descrição textual do objeto

- *Publisher* - agente responsável por tornar o objeto disponível
- *Contributor* - outros “autores” do conteúdo intelectual do objeto
- *Date* - data de publicação
- *Type* - tipo do objeto
- *Format* - formato de dado do objeto
- *Identifier* - identifica o recurso de forma única
- *Source* - objetos dos quais o objeto descrito é derivado
- *Language* - idioma relativo ao conteúdo intelectual do objeto
- *Relation* - indica um tipo de relacionamento com outros objetos
- *Coverage* - localização espacial e duração temporal do objeto
- *Rights* - contém referência ou direitos de propriedade

Quando determinado projeto escolhe utilizar o padrão DC, ele pode fazer uso dos qualificadores já definidos, aprovados e permitidos pelo *DCMI Usage Committee*, ou simplesmente utilizar novos qualificadores que se adequem melhor às suas necessidades informacionais (Dias e Lourenço, 2013).

Já o MARC21, de acordo com Dantas et al (2016) corresponde a um dos padrões mais antigos, tendo sua criação no ano de 1960 pela Biblioteca do Congresso Americano. Esse padrão é constituído por três componentes: estrutura, indicador de conteúdo e o próprio conteúdo. Essa estrutura possui a implementação das diretrizes internacionais ANSI Z39.2 e ISSO 2709. Em relação ao indicador do conteúdo, são códigos e protocolos definidos para apontar e qualificar os dados dentro de um dado registro, tornando possível sua posterior manipulação. E o conteúdo relativo aos dados são em sua maioria definidos por padrões extrínsecos ao formato, por exemplo o *International Standard Bibliographic Description (ISBD)*, *Library of Congress Subject Headings (LCSH)* e *Anglo-American Cataloguing Rules (AACR2)*.

Desta forma, percebe-se que os metadados estão relacionados com a forma como a informação é tratada, destacando as maneiras de representação e descrevendo um dado recurso informacional, para que futuramente possa ser identificado, localizado e recuperado de forma adequada. Por conseguinte, os padrões de metadados servem principalmente para criar um grau de padronização e demonstração descritiva automatizada de dados informacionais,

contribuindo para compatibilidade e transferência de dados que podem ser compreendidos por um computador, tornando possível a distribuição e colaboração de recursos e serviços por unidades de informações distintas (Modesto et al., 2013).

4.6 FRBR

Segundos estudos de Bezerra e Marcondes (2013), o FRBR (*Functional Requirements for Bibliographic Records*) se trata de um modelo conceitual para formar registros bibliográficos que organiza e retrata os elementos de documentos de acordo com as entidades (representação de componentes de um domínio em específico) e seus relacionamentos, proporcionando uma compreensão mais adequada e aumentando as opções de buscas. Tal modelo demonstra uma organização conceitual onde suas entidades juntamente com seus atributos armazenados nos registros bibliográficos são reconhecidas e representadas de maneira individual, se relacionando entre si; o FRBR também pode fazer o reconhecimento entre entidades de uma determinada obra. O modelo é capaz de representar diferentes tipos de expressões, como por exemplo, uma versão impressa ou um filme criado com base na criação inicial. O FRBR também estrutura os diferentes tipos de manifestação da obra, que se caracterizam como versões de suas distintas edições, e os elementos/itens da obra se referem a componentes de uma determinada biblioteca. Nesse contexto, o mesmo modelo tem o dever de identificar também autoridades ligadas à obra, manifestações e expressões relativas aos autores, editores, tradutores e assuntos referentes a mesma.

Alguns anos antes da criação do modelo FRBR, em 1997 o cientista da computação Peter Chen divulga o estudo *The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data* onde sugere um novo modelo de dados designado Modelo Entidade-Relacionamento (E-R). Tal estudo se transforma em um ícone histórico na engenharia de software e, origina uma nova área de pesquisa e prática que começou a unir metodologias com análise estruturada e engenharia de software, findando assim nos conceitos de modelagem conceitual. Neste contexto, o modelo E-R foi a inspiração fundamental para a criação do modelo conceitual FRBR implementado sobre a luz da Catalogação pela IFLA. Desta forma, todos

os membros responsáveis pelas seções de Catalogação, Classificação e Indexação da IFLA se tornaram protagonistas no artigo que deu origem ao padrão (Bezerra e Marcondes., 2013).

A criação do modelo foi uma resposta as mudanças nos paradigmas da representação descritiva, sendo publicado em 1998 em forma de relatório final do Grupo de Estudos da IFLA (*Study Group on the Functional Requirements for Bibliographic Records*) com toda a descrição conceitual do modelo FRBR e as novas diretrizes para a descrição dos recursos em catálogos, repositórios e outras ferramentas bibliográficas da época, sendo um conceito bastante usual ainda nos dias de hoje (Souza e Costa, 2013).

Conforme o relatório divulgado pela IFLA, a utilização do referido modelo tem como principais objetivos:

1. Disponibilizar uma representação organizada e claramente delimitada, para criar uma relação dos dados apontados em registros bibliográficos de acordo com as necessidades dos utilizadores destes registros;
2. Indicar um grau elementar de funcionalidades para os registros desenvolvidos por agências bibliográficas nacionais (IFLA, 1998, p7 apud Souza e Costa, 2013).

Tais questões foram afirmadas na versão final da Declaração de Princípios divulgada em 2009. A partir disso foi desenvolvido o FRBR *Review Group* tendo como por objetivo preocupar-se com a manutenção do grupo de modelos conceituais FRBR e incitar seu crescimento (Souza e Costa, 2013).

Segundo Costa e Souza (2016) o FRBR tem como proposta de inovação demonstrar as relações bibliográficas de maneira mais limpa e produtiva para o usuário, de modo que permita sua navegação em ‘espaços’ de informações de difícil acesso utilizando de suas relações de forma que as informações nos registros possam ser recuperadas utilizando expressões de busca do usuário.

O modelo FRBR não se trata de uma norma, isto é: não se preocupa em detalhar a maneira como a representação dos elementos descritivos deve ser feita, assim como fazem os códigos de catalogação. Refere-se a um modelo conceitual pra ilustração do domínio bibliográfico no meio digital, se estendendo também a descrição dos dados de autoridade e assunto. Nesse contexto, as

entidades do FRBR são categorizadas em três grupos. As entidades referentes ao *grupo 1* representam os produtos derivados do esforço intelectual ou artístico relativo as vontades do usuário: obra expressão, manifestação e item. Assim, o *grupo 1* se torna responsável pela principal diferença na maneira como o profissional deve perceber o objeto de informação no instante em que sua descrição é definida (Costa e Souza, 2016).

Já as entidades do *grupo 2* ficam responsáveis pela geração de uma obra, a realização de uma expressão, o desenvolvimento ou disseminação de uma manifestação ou simplesmente a posse de um dado item. Tal grupo é composto das seguintes entidades: pessoas e entidades coletivas; se tornando parte de uma extensão de um modelo novo, o FRAD (Costa e Souza, 2016).

E por fim, ainda segundo Costa e Souza (2016), vem as entidades do *grupo 3*, que são os referidos assuntos das obras, representados por quatro entidades singulares: conceito, objeto, evento e lugar. Nesse contexto, as mesmas entidades que compõem os grupos 1 e 2 também se incluem no grupo 3, pois também podem ser assuntos referentes às obras. A Figura 11 demonstra o esquema relativo as entidades que compõem o modelo FRBR.

Fonte: (Mev:Silveira 2009 apud Costa e Souza, 2016)

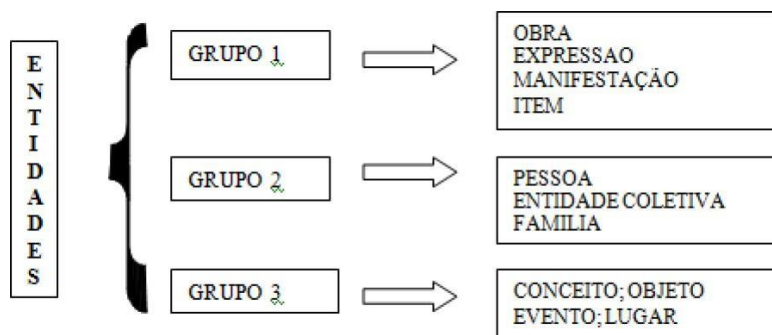


Figura 11- Representação das entidades do modelo FRBR

Visto isso, percebe-se que as entidades são individualizadas de acordo com seus atributos. Cada um dos atributos representam as características demonstradas pelas entidades que dão suporte ao usuário no momento de encontrar, identificar, selecionar e capturar um dado recurso informacional, permitindo também que ele navegue entre os catálogos e repositórios detentores da informação. Todavia, nem todas as entidades demonstram o total de atributos

proposto pelo modelo FRBR. Acredita-se, que para cada tipo de entidade apontada inicialmente, existem atributos que tem a chance de ser atribuídos a uma entidade de maneira mais genérica e, somente depois os atributos podem ser aplicáveis apenas a um determinado subtipo da entidade (Costa e Souza, 2016).

De forma a tentar resumir a correlação entre todas as metodologias utilizadas no processo de catalogação apresentadas até aqui, a Figura 12 explica como cada uma delas estão ligadas, fazendo um agrupamento hierárquico (do mais abrangente ao mais específico) e de ligação (mostrando a interação entre as técnicas e conceitos utilizados).

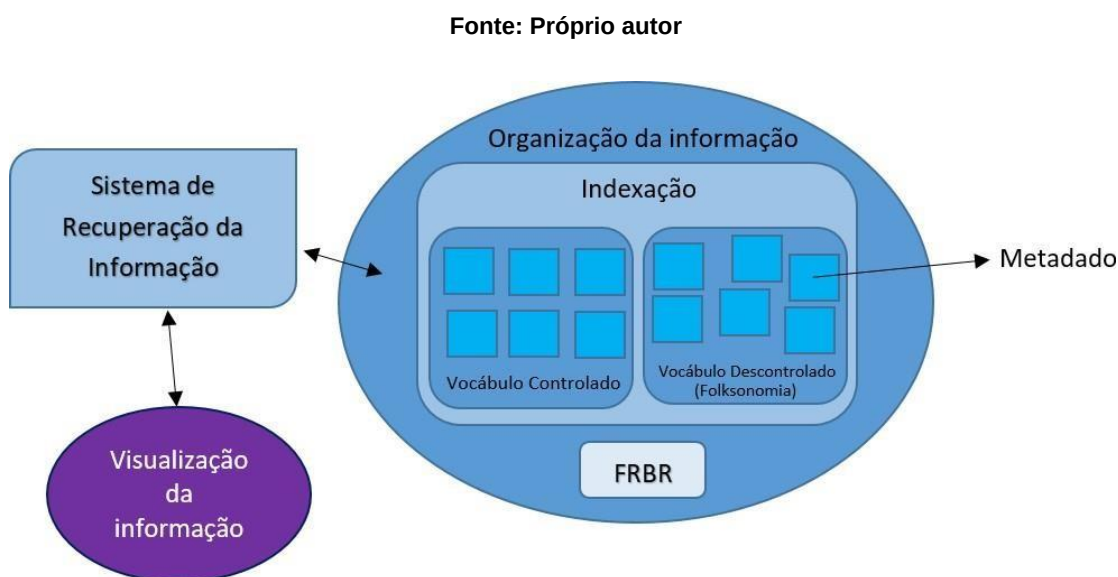


Figura 12 - Correlação entre os métodos e conceitos utilizados no processo de catalogação desse trabalho

No setor mais específico, estão os metadados, que são componentes que fazem parte do processo de indexação do documento, que por sua vez pode ser feito utilizando de vocábulos controlados (inserida utilizando termos padronizados) ou de um vocábulo “descontrolado”, conhecido como Folksonomia. O processo de indexação está contido na Organização da Informação assim como o modelo FRBR, sendo técnicas que podem trabalhar em paralelo para organizar da melhor maneira possível a informação pretendida. Os Sistemas de Recuperação da Informação, trabalham melhor quando as informações estão organizadas, sendo diretamente afetados pela forma como as

informações são estruturadas. A visualização da informação é a maneira como o SRI representa o conteúdo buscado, interferindo diretamente no entendimento da informação que é buscada pelo usuário.

5 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA NACIONAL SOBRE OS MÉTODOS DE CATALOGAÇÃO

Para justificar as necessidades do estudo e fundamentar o desenvolvimento da ferramenta proposta, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de reunir o máximo de informações possíveis a respeito das ferramentas e métodos que estão envolvidos no processo de catalogação e organização das informações existentes na literatura brasileira, não sendo expandida para a literatura internacional por limitações de cronograma do projeto. Outro motivo para seu desenvolvimento, foi a necessidade de entender melhor sobre o escopo da Catalogação e Organização da Informação, já que são áreas paralelas à computação.

5.1 *Justificando a pesquisa*

Segundo Kitchenham et al. (2007) uma das maiores vantagens de se realizar uma revisão sistemática é a capacidade de síntese que ela proporciona. Uma revisão sistemática faz a união dos trabalhos existentes sobre o tema em questão de maneira justa, pois permite que os critérios de pesquisa e revisão sejam avaliados, evitando que o viés do autor influencie o resultado final da pesquisa.

O autor destaca que a metodologia bem definida serve como um escudo contra os resultados tendenciosos, em contrapartida, não evitando o rumo tendencioso nos estudos primários. O esforço para realizar uma revisão sistemática da literatura pode ser apontado como a sua principal desvantagem, já que ela exige muito mais trabalho que as revisões da literatura tradicionais.

Notando a importância desse tipo de pesquisa, a catalogação foi escolhida devido a sua área de estudo bastante consolidada e o resultado obtido através dessa revisão servirá como insumo para construção de uma plataforma de catalogação embasada nos métodos mais utilizados atualmente, utilizando de um estudo secundário para revisar artigos relacionados à temática em questão.

5.2 Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa a serem abordadas por este estudo são:

- Quais os métodos mais utilizados dentro do processo de catalogação?
- Quais tópicos de pesquisa na área estão mais relevantes nos últimos anos?
- Como as ferramentas estão utilizando os métodos para organização da informação atualmente?

5.3 Processo de Pesquisa

A realização das buscas foi feita de forma manual utilizando de descritores previamente testados em diferentes bases de dados como Google Scholar, SciELO, BENANCIB e BRAPCI, para que assim fosse possível identificar a viabilidade de utilização de cada termo pesquisado. Os descritores escolhidos e utilizados para busca principal foram: “Plataforma de catalogação”, “Ferramentas para catalogação”, “Organização de Informação”, gerando como expressão de busca **Plataforma de catalogação OR Ferramentas de catalogação OR Organização de informação** realizando a pesquisa por palavras-chave. Esses termos foram utilizados em bases de dados e bibliotecas digitais, e foram analisados desde periódicos a anais de congressos e conferências. A filtragem foi feita primeiramente pelos títulos dos estudos, depois pelos resumos, seguidos pela leitura semi-completas (introdução, metodologia e resultados) e utilização dos critérios de inclusão e exclusão. Todas as fontes relativas a essas buscas são listadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Lista das bases pesquisadas

Sigla	Descrição	Responsável
-------	-----------	-------------

BENANCIB ⁷	Base dos Encontros Nacionais de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação	Michael Lopes
BRAPCI ⁸	Base de Dados Referenciais de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação	Michael Lopes

O fato das buscas terem sido embasados em apenas dois repositórios se justifica pela quantidade de informações recuperadas de cada um deles. A utilização de mais ambientes ampliaria ainda mais a quantidade de informações retornadas, impossibilitando a correta análise dos artigos de todas essas bases em um tempo hábil devido ao cronograma do projeto. Logo, focou-se apenas nos repositórios mais populares no que diz respeito ao cenário nacional da ciência da informação. Não houve limitação de linguagem, porém a grande maioria dos estudos retornados nessas bases são da língua portuguesa.

5.4 Critério de inclusão

Foram incluídos nessa pesquisa artigos na área de ciências da informação e Ciências da Computação que abordam informações relativas a métodos e/ou ferramentas para catalogação da informação, publicados entre 1 de janeiro de 2013 e 1 de junho de 2018.

5.5 Critério de exclusão

Os seguintes tipos de artigos foram excluídos:

- Estudos sem relação com as questões de pesquisa definidas;
- Estudos que não estavam de acordo com os critérios de qualidade aferidos;
- Estudos incompletos ou em andamento;
- Estudos duplicados.

⁷Autran et al. (2016)

⁸Rodrigues et al. (2007)

5.6 *Processo de seleção do estudo primário*

Os estudos foram classificados e tabulados de acordo com os seguintes detalhes:

- Título do trabalho;
- Nome dos autores;
- Métodos e ou ferramentas utilizadas no estudo;
- Ano de publicação do trabalho;

Todos os artigos foram selecionados e tabulados em uma planilha online. Nela, a cada etapa os artigos eram marcados como aprovados ou não, e feito o registro de quais foram os critérios que levaram a sua exclusão no estudo.

5.7 *Avaliação de Qualidade*

Cada artigo foi avaliado usando os critérios de qualidade ressaltados por Kitchenham (2007), utilizando de algumas questões do *checklist* definido para criação de uma revisão de estudos qualitativos e o método para pontuação de cada questão. Para essa pesquisa foram retiradas as seguintes perguntas desse *checklist*:

- Quão bem a avaliação aborda seus objetivos e propósitos originais?
- Quão bem foi realizada a coleta de dados?
- Quão bem os detalhes foram descritos, a profundidade e a complexidade (ou seja, a riqueza) dos dados?
- Quão claras são as ligações entre dados, interpretação e conclusões - ou seja, quão bem pode ser visto o caminho para quaisquer conclusões?
- Quão adequadamente o processo de pesquisa foi documentado?

As perguntas são pontuadas da seguinte forma:

- Pergunta 1: S (sim), os objetivos e propósitos originais são explicitamente abordados e detalhados; P (Parcialmente), os objetivos e propósitos

originais estão implícitos; N (Não), os objetivos e propósitos originais não são bem definidos e não pode ser prontamente inferido.

- Pergunta 2: S, a coleta de dados foi realizada de maneira bastante abrangente e satisfatória para o estudo em questão; P, a coleta de dados foi realizada de maneira parcial, deixando algumas informações ausentes; N, a coleta de dados foi ausente ou insatisfatória para analisar os resultados do estudo em questão.
- Pergunta 3: S, os autores descreveram de maneira bastante satisfatória os resultados do estudo em questão, detalhando e aprofundando a riqueza dos dados; P, os autores descrevem de maneira simplificada os detalhes do estudo, deixando de lado alguns detalhes sobre os resultados; N, a descrição dos detalhes são insuficientes ou inapropriadas para o estudo em questão, sem riqueza de informações em relação aos dados.
- Pergunta 4: S, os autores realizam explicitamente a ligação entre os dados, interpretação e conclusão, deixando bem definido as considerações finais. P, os autores deixam implícitas as ligações entre os dados, interpretação e conclusão, deixando parcialmente claras os caminhos para quaisquer conclusões. N, os autores não realizam nenhuma ligação entre os dados, interpretação e conclusão do trabalho.
- Pergunta 5: S, o processo de pesquisa foi adequadamente documentado, com riqueza de detalhes e padrões. P, o processo de pesquisa parcialmente documentado, restringindo algumas informações e/ou pecando em alguns padrões de documentação. N, o processo foi documentado de maneira inadequada, sem riqueza de detalhes e fora dos padrões de documentação.

Assim como o adotado por Kitchenham (2007), o procedimento de pontuação é S=1, P=0,5 e N ou Desconhecido = 0.

- Baixa qualidade (pontuação = 0) • Qualidade justa (pontuação = 2,5)
- Boa qualidade (pontuação = 3,75) • Excelente qualidade (pontuação = 5)

5.8 Coleção de dados

Os dados extraídos de cada trabalho foram:

- A fonte (ou seja, a conferência ou revista).
- O ano em que o artigo foi publicado.
- Principal área de tópicos de ciência da informação.
- O (s) autor (es) e afiliação (organização e país).
- Tipos de métodos utilizados para catalogação.
- Tipos de ferramentas utilizadas para catalogação (se houver).
- Resumo do artigo.
- Índice de qualidade para o estudo.

5.9 Análise de dados

Os dados coletados foram tabulados e ordenados de maneira decrescente de acordo com o ano de publicação, para exibir informações simples sobre cada estudo abordado. As tabelas foram organizadas de modo que possam responder às questões de pesquisa e encontrar vertentes ou deficiências interessantes para o objetivo dessa pesquisa, assim temos:

- Pergunta 1: Quais os métodos mais utilizados dentro do processo de catalogação? Isso foi abordado através da análise de todos os estudos que abordavam sobre metodologias de catalogação.
- Pergunta 2: Quais tópicos de pesquisa na área estão mais relevantes nos últimos anos? Isso foi analisado através da quantidade de artigos encontrados para cada área temática nos últimos 5 anos
- Pergunta 3: Como as ferramentas estão utilizando os métodos para organização da informação atualmente? Foram analisados todos os estudos que abordavam ferramentas que utilizavam algum método de catalogação ou organização da informação.

5.10 Divulgação

Os resultados do estudo devem ser de interesse para a comunidade de ciências da computação bem como pesquisadores interessados no processo de catalogação de informações, permeando outras áreas do conhecimento como a ciências da informação, por exemplo. Suas informações embasam a construção

de uma plataforma digital de catalogação de informações relativas a componentes eletrônicos que podem ser utilizados em sistemas relacionados a computação física. Uma versão dessa revisão deve ser submetida futuramente a algum congresso ou revista relacionado à temática.

5.11 Descrição dos Resultados

Após inserção dos termos de busca nas bases de dados descritas no processo de pesquisa desta revisão, obteve-se um total geral de **4.245** estudos, sendo 3.535 retornados da base BENACIB, e os 710 restantes recuperados no BRAPCI. Feito isso, foi aplicada a primeira etapa para filtragem dos artigos, sendo ela a leitura dos títulos dos trabalhos. Com a conclusão desta etapa sobrou um quantitativo de 506 artigos. A partir destes, foram realizadas as leituras dos resumos, restando como quantitativo dessa fase 274 artigos. Utilizando do insumo dessa fase, foi feita a leitura semi-completa dos artigos (Introdução, Metodologias e Resultados) tendo como resultado um quantitativo de 164 trabalhos restantes após essa leitura.

Por fim, foram analisados e excluídos alguns estudos que não estavam dentro de alguns critérios de inclusão e exclusão, como trabalhos duplicados (11), incompletos (11) e com o ano de publicação inferior a 2013 (60). Como resultado final, restaram 82 artigos, onde foram divididos de acordo com os métodos e ferramentas que estão envolvidos com o processo de catalogação. É importante ressaltar que houve artigos que relacionaram mais de um dos métodos expostos, por isso a soma dos estudos do gráfico é maior que 82. A Figura 13 está diretamente relacionada a resposta da primeira questão de pesquisa da RSL, onde exhibe um gráfico destacando todas as metodologias relacionadas ao processo de catalogação encontradas na pesquisa.

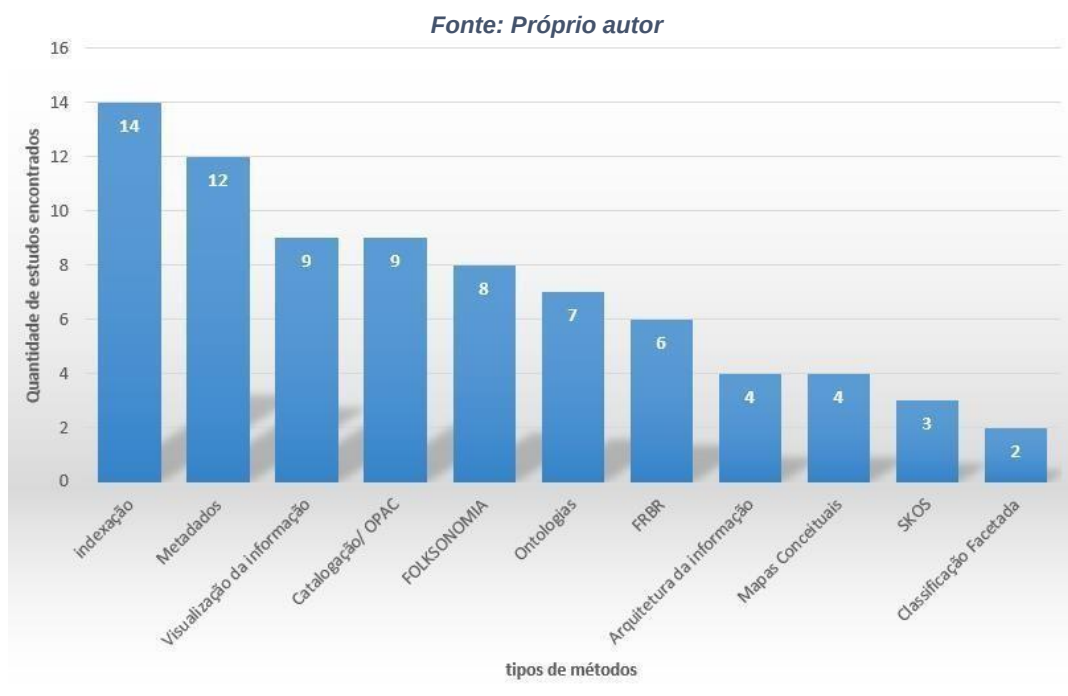


Figura 13- Métodos para catalogação resultado da RSL nas bases BRAPCI e BENANCIB

Como representado no gráfico acima, foram encontrados uma série de metodologias relacionadas a criação de catálogos e organização de informação. De todos os estudos finais, 14 deles estão diretamente relacionados com os métodos de indexação, que segundo Brito (2015) é o ato de descrever o conteúdo de um documento de acordo com suas características e atributos.

Os estudos encontrados relacionados a metadados foram 12, que se caracterizam como base fundamental para este estudo, pois de acordo com Castro (2016), os metadados são um dos principais pilares para modelagem e estruturação de catálogos online atualmente.

A Visualização da Informação (VI), aparece com 9 estudos, sendo um insumo bastante importante para identificar as melhores formas de expor o conteúdo disponível no catálogo para o usuário final, pois assim como relata Vieira (2014), a VI tem como base a ilustração visual como maneira de ajudar a compreensão de informações previamente organizadas, visando deixar mais fácil a detecção e recuperação eficiente de conteúdo que atenda a uma necessidade específica.

Também com 9 estudos encontrados, vêm a catalogação (e/ou OPAC- do inglês *Online Public Access Catalog*) propriamente dita. Através desses estudos pode se ter uma noção de como se dá o processo de criação de um catálogo

(Brito, 2016), seja ele online ou não. Assim é possível entender como cada um dos demais métodos encontrados podem ser utilizados, e em quais momentos de uma catalogação podem ser inseridos, contribuindo assim para a organização das informações que serão recuperadas posteriormente.

O método da Folksonomia aparece logo depois com 8 estudos relacionados, e apesar do nome um pouco diferente, sua definição é bem simples. De acordo com Brigidi (2016) a Folksonomia nada mais é do que um tipo de classificação feito por pessoas utilizando *tags* (palavras-chave) em páginas da *web*. Esse tipo de classificação feita pelo próprio usuário, faz com que ele se sinta mais à vontade na sua interação com a página, podendo utilizar de seus próprios termos (etiquetas) para recuperar as informações que desejar.

Com 7 estudos, a ontologia também esteve presente nos estudos finais. Ela é utilizada em páginas *web* através de linguagens de representação como OWL (*Ontology Web Language*) para descrever objetos, conceitos, relacionamentos entre esses objetos, e regras para limitação da interpretação de acordo com seu domínio (Silva, 2015).

Seguindo na ordem decrescente dos métodos encontrados, vêm o modelo FRBR (*Functional Requirements of Bibliographic Records*), com 6 estudos presentes (pouco mais de 6% do geral). De acordo com Costa (2016), o FRBR é baseado no modelo de modelagem de dados computacional Entidade-Relacionamento, que é usado para fazer representações abstratas de dados salvos em um determinado domínio de conhecimento, onde no FRBR se trata de um domínio bibliográfico.

A Arquitetura da Informação (AI) e os Mapas Conceituais tiveram 4 estudos cada um. Como explica Vitorino (2014), a AI é uma mistura de ciência e arte utilizada para criar instruções em espaços organizados. E em relação aos mapas conceituais, Câmara (2013) fala que esses podem ser conceituados como diagramas que demonstram relações entre conceitos ou proposições. Cada um desses métodos pode ser explorado na organização da informação e estruturantes de ideias para o processo de catalogação.

Por fim, com 3 e 2 estudos cada um, estão os métodos SKOS (do inglês *Simple Knowledge Organization System*) e a Classificação Facetada, respectivamente. O SKOS se trata de um modelo de dados utilizado para representação de sistemas de organização do conhecimento no mundo da *Web*

(Ramalho, 2016). Já a Classificação Facetada é um sistema que possibilita a organização dos seus conceitos e a estruturação do conhecimento por meio da geração de relacionamentos, possibilitando o mapeamento de uma determinada área (Silva, 2014).

Nesse sentido, tomando como análise os métodos encontrados, diferentes análises podem ser feitas levando em consideração as características de cada um. A organização da informação proposta pelos métodos de indexação está diretamente interligada com o gerenciamento dos metadados, e consequentemente, com uma boa visualização da informação. Cada fundamento pode ser vinculado a outro de acordo com a necessidade do problema em questão.

Os trabalhos também foram separados por área e ano de publicação, buscando responder a segunda pergunta de pesquisa aqui relatada. Pelo que pode ser analisado na Figura 14, nos últimos anos o maior número de publicação a respeito dos métodos de catalogação foi realizado nos anos entre 2013 e 2016, tendo uma quantidade reduzida nos anos de 2017 e 2018. Como visto anteriormente, a indexação é um assunto bastante recorrente, contendo estudos publicados em quase todos os anos, não aparecendo apenas no ano de 2018, onde só existe relatos sobre os OPAC's, sendo esse assunto com mais destaque também no ano de 2017. Um *outlier* que se percebe no gráfico é a quantidade de publicação sobre metadados no ano de 2013, sendo a única área a possuir em um único ano 14 estudos publicados.

Fonte: Próprio autor

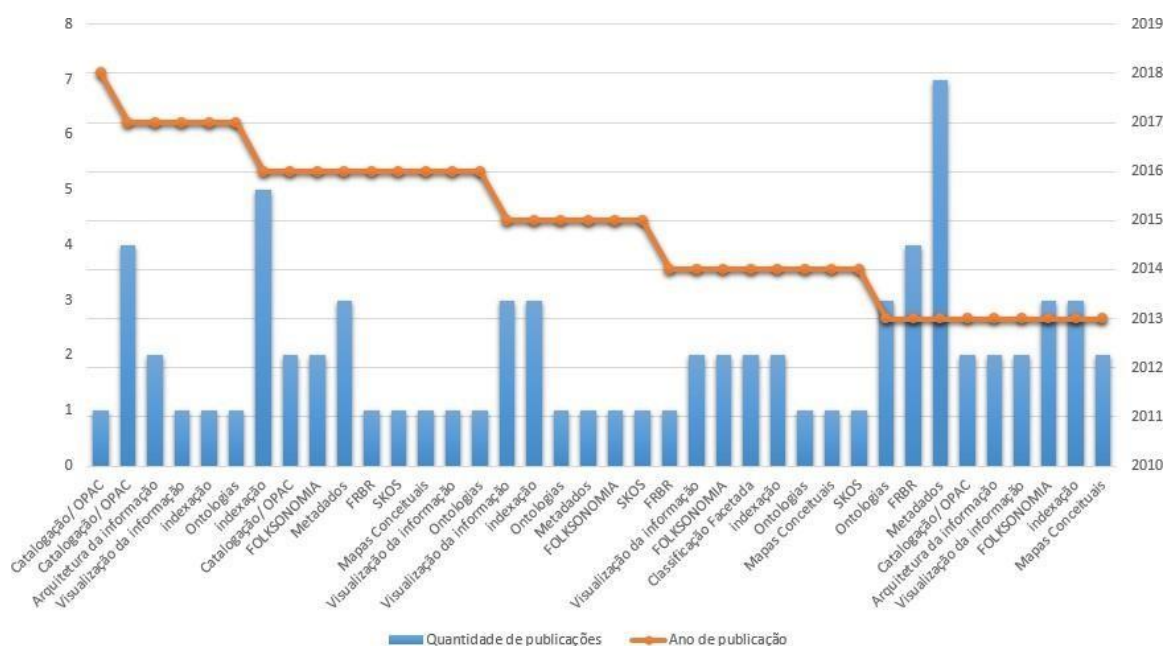


Figura 14 – Relação da quantidade (eixo vertical esquerdo) de cada um dos métodos encontrados em cada ano (eixo vertical direito), tendo início (na direita) em 2013 e finalizando no ano de 2018 (no último ponto a esquerda).

Com o objetivo de encontrar as respostas referente a terceira pergunta de pesquisa relatada nessa revisão, foi analisado um conjunto de 13 trabalhos que dissertavam a respeito de tecnologias que integravam dentro de seu escopo de desenvolvimento algum tipo de metodologia usada no processo de catalogação. Foi encontrado uma quantidade bastante diversa de métodos empregados, e como na questão de pesquisa anterior, a metodologia que mais se repetiu foi a indexação. Nesse contexto, os estudos procuraram identificar boas práticas de indexação através de ferramentas que possam automatizar esse processo, como as OGMA, Parser PALAVRAS e LX-Parser citadas por Silva e Corrêa (2015) em um estudo comparativo.

Outro método bem empregado pelas ferramentas foi o de compartilhamento colaborativo de informações através de *wikis*. Atualmente já existem aplicações que permitem a criação de *wikis* de maneira personalizada e simplificada por pessoas sem conhecimentos avançados em tecnologia, como é o caso do software MediaWiki, utilizado no trabalho de Porto (2016) para criação de um “Lugar na Memória” dos bombeiros do estado de Santa Catarina.

Além desses, também foram encontradas ferramentas relacionadas a Web Semântica, Metadados, Mapas Conceituais, OPACs, Taxonomia, Organização da Informação e sobre a utilização de Agentes inteligentes

semânticos no processo de catalogação. Todas essas informações podem ser úteis para a fundamentação do desenvolvimento de outras ferramentas correlacionadas, analisando os prós e contras de cada método empregado, tendo em vista o seu comportamento para os objetivos propostos por eles.

5.12 Considerações Finais

Este capítulo descreveu um mapeamento sistemático da literatura a respeito dos estudos relacionados a métodos e ferramentas para catalogação e ou organização do conhecimento existentes nas bases BENANCIB e BRAPCI, onde foram analisados 82 estudos resultantes de uma série de filtros iniciais.

Em relação aos trabalhos encontrados, a grande maioria deles foi sobre indexação (aproximadamente 15% do total) e metadados (14% dos estudos encontrados), sendo que ambas estão diretamente ligadas no âmbito da *web*, já que a indexação visa a representação de um documento conforme seu conteúdo, e os metadados é a forma como essa representação será armazenada e representada. Além disso, várias ferramentas foram encontradas, tanto para auxiliar o processo de catalogação, como ferramentas que utilizavam de algumas das metodologias aqui citadas, podendo ser um guia no momento da criação de um catálogo *online*.

Fica evidente que as linhas de estudos em relação ao tema não são tão atuais assim, tendo grande parte dos trabalhos recuperados por essa revisão no ano de 2013. Isso pode ser explicado pelo fato da catalogação não ser uma área de pesquisa tão nova, já que teve seus primeiros estudos publicados há décadas atrás, focada apenas na biblioteconomia, porém, nos últimos anos com a criação da *Web 2.0* e *3.0*, vários métodos foram desenvolvidos e aprimorados para dar suporte a essa atual tendência dos catálogos digitais.

Uma das justificativas de o porquê realizar uma revisão da literatura sobre catalogação é exatamente o fato de se tratar de uma área do conhecimento bastante consolidada e estudada por pesquisadores do mundo todo. O fato de ser um conceito bem conhecido permite uma implementação mais eficiente dos seus conceitos, e traz ao usuário uma certa familiaridade com sua utilização.

A necessidade do uso de um catálogo é explicada pela capacidade de organização das informações de maneira simples, onde qualquer pessoa,

especialista ou não sobre o assunto, pode entender bem as informações distribuídas pelo catálogo. O acesso direto aos recursos que se deseja obter é uma função importante para que o usuário consiga chegar ao seu objetivo de forma prática.

Soluções correlatas como a criação de um fórum, blog, vídeo blog ou até mesmo um e-commerce poderiam ser citadas em comparação a escolha do catálogo, entretanto, perderia o leque de possibilidades metodológicas já bastante difundida na literatura, tendo em vista a quantidade de pesquisas feitas e a diversificação dessas possibilidades, além de fugir das características de pesquisa desse projeto.

Por fim, acredita-se ter identificado a partir do estudo apresentado neste capítulo, as respostas para as questões de pesquisa aqui retratadas, tendo o seu objetivo principal alcançado. Todas essas respostas estão descritas dentro dessa análise, sendo que os dados aqui descritos servem como base de fundamento para criação de novos catálogos online, focados na melhor recuperação e representação da informação.

6 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, são descritas as informações referentes ao processo de *design* utilizados no período de criação e desenvolvimento das versões iniciais da solução proposta. Dessa forma, a seção 6.1 é destinada a explicar o processo de *design* e as informações gerais sobre seu contexto. A seção 6.2 descreve como foram as inspirações iniciais para o desenvolvimento da plataforma. E por último, na seção 6.3 é demonstrado o resultado da análise das fases anteriores e o processamento do seu resultado em protótipos de baixa-fidelidade, onde os mesmos foram avaliados por grupos de especialistas e usuários em potencial.

6.1 Detalhando o processo de design

As técnicas de *design* utilizadas para o desenvolvimento deste projeto, foram baseadas no *design thinking* desenvolvido por Tim Brown (2009) CEO e presidente da IDEO, empresa norte americana de grande influência em *design* e inovação. Esse método explora o *design* centrado no ser humano, ou seja, primeiro exploram as necessidades do usuário e depois criam o *design* do produto. As fases desse processo são divididas em “inspiração”, “ideação” e “implementação”.

Segundo Tim Brown (2009) o ideal seria seguir uma lista de etapas para verificação, e assim, poder inovar com sucesso, mas não é bem assim que as coisas funcionam. Brown diz que ao passar por um território desconhecido, dificilmente é possível identificar seu percurso de forma antecipada, e para contornar essa situação os inovadores usam o *design thinking* passando por três fases de forma geral, são elas:

- **Inspiração:** os *designers* analisam um problema ou oportunidade que os incentivam a procurar soluções;
- **Ideação:** focado no processo de geração, desenvolvimento e teste de ideias relativas ao processo de inspiração;
- **Implementação:** é a fase de transação do processo de inovação até a utilização e testes do projeto junto ao usuário final.

Todas essas fases podem ser executadas mais de uma vez de forma circular, até a obtenção de um resultado mais sólido e bem definido. Depois de desenvolver essas três etapas, o *design thinking* se estrutura dentro de três restrições cruzadas, são elas:

- **Possibilidade:** está diretamente relacionado com o que pode ser feito;
- **Viabilidade:** o que pode ser praticado com o sucesso do projeto e;
- **Desejabilidade:** o que o público quer ou pretende ver do projeto.

Trabalhando com base nessas restrições, o *designer* começa a focar seus esforços não em cima de problemas em destaque, mas sim em um projeto estruturado. Esse projeto já é iniciado tendo como base o problema específico e suas prováveis soluções, usando dos objetivos identificados para resolvê-los, tendo como base o foco no usuário.

Entender como as pessoas usam as coisas e como elas se comportam em determinadas situações, ajudam ao *designer* identificar e projetar seu pensamento em relação ao projeto que se pretende desenvolver. Conseguir identificar o que essas pessoas fazem ou não, o que elas sabem ou não sobre o tema do projeto em questão, pode ser útil para se identificar o que deve ou não ser inserido no *design* do projeto. Brown explica que o *design thinking* usa de métodos utilizados na observação etnográfica da antropologia e é reaplicada sempre que necessário para obter respostas mais práticas.

6.1.1 Como é realizado o pensar do Design Thinking

Para a prática do *design thinking* deve-se passar por meio de quatro estados mentais diferentes, são eles:

- **Pensamentos divergentes:** criar novas opções para o estado atual e dar mais formas de escolha;
- **Pensamento convergente:** categorizar as escolhas para decidir qual delas é a melhor;

- **Análise e Síntese:** a parte de análise e eliminação de padrões existentes, e a síntese faz a identificação de novos padrões importantes de acordo com os reagrupamentos.

Deve ser feito uma movimentação entre esses estágios de forma circular, para assim ser possível gerar novos artefatos, analisá-los e filtrá-los de maneira inteligente, fazendo uma verificação prática e se necessário for reiniciar todo o ciclo para obter melhores resultados. Nesse processo, podem ser utilizados vários tipos de recursos diferentes para que seja possível um melhor entendimento das ideias que foram geradas, como por exemplo, a criação de desenhos ou de mapas mentais para deixar mais claras informações relacionadas as conexões multidirecionais entre as ideias, coisas que descrições verbais não deixam tão claras assim.

Outra maneira bastante eficiente de demonstrar as ideias de maneira rápida e barata, são os protótipos. Neles não se é exigido uma quantidade grande de detalhes, poupando grandes esforços, sendo a simplicidade e objetividade um dos seus pontos principais, tornando possível gerar *feedback* de maneira mais rápida a respeito do desenvolvimento da ideia.

Para construção dos protótipos, várias ferramentas podem ser utilizadas, desde editores de imagem (no caso de projetos visuais), simuladores virtuais, ou até protótipos físicos, tudo isso depende do tipo de projeto que se deseja construir. Todo esse esforço tem o intuito de identificar o maior número possível de informações dos usuários potenciais ou especialistas a respeito do que se pensa do projeto, podendo assim, realizar modificações no trabalho antes mesmo de iniciar sua construção propriamente dita.

6.2 Fase de Inspiração

Todas as inspirações para o desenvolvimento do projeto aqui apresentadas, foram obtidas através de experiências pessoais de projetistas integrantes do grupo de pesquisa MustIC, no qual já foram desenvolvidos vários projetos voltados para o Design de Interação, com foco principal em instrumentos digitais musicais. Além disso, foram identificados métodos que serviram para o processo de inspiração metodológico, desenvolvendo um esquema que pudesse

relacionar o maior número de métodos encontrados na revisão sistemática da literatura realizada também nesse estudo.

6.2.1 *Experiências pessoais de projetistas do grupo de pesquisa*

MustIC

O MustIC é um grupo de pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco que tem como foco principal o estudo sobre tecnologia e *design* que se atenta em criar produtos e experiências que causem algum impacto na educação, artes e entretenimento. Suas principais experiências são voltadas para o desenvolvimento de trabalhos técnicos, métodos e conceitos relacionados a computação física, Design de Interação e processamento de sinais com o objetivo de criar novas interfaces para expressão artística através da construção de ferramentas para prototipagem rápida, aprimorando o meio educacional por meio de robótica, *gamificação* e outros processos de desenvolvimento cognitivo utilizando tecnologia⁹.

Visto isso, em reuniões realizadas entre os membros do grupo de pesquisa, foram identificados relatos a respeito do processo de construção de instrumentos digitais musicais e ferramentas para expressão artística pelos membros mais experientes no processo de desenvolvimento. De acordo com alguns desses projetistas, se perde muito tempo em pesquisas na internet para encontrar um componente adequado para um propósito específico de projeto. Existem projetos, por exemplo, que precisam de um tipo específico de bateria para ser utilizado com um determinado *shield*, com essas informações descentralizadas a procura dispende muito tempo no desenvolvimento do projeto.

A ideia inicial seria criar um catálogo físico contendo uma série de componentes utilizados tanto para a criação de projetos que utilizem de tecnologias sem fio, como para os possíveis meios de armazenamento de energia que deveriam ser utilizados para dar suporte a eles. A intenção era exatamente prover um meio onde as informações referentes a cada um dos componentes pudessem estar concentradas, e com isso, permitir que elas fossem melhor analisadas e comparadas com as de outros dispositivos.

⁹<http://www.mustic.info/about/>

Todavia, um catálogo físico poderia ficar rapidamente obsoleto e em muito pouco tempo ficar inutilizável, já que as tecnologias mudam constantemente e com elas suas informações principais. Assim, surgiu a ideia de criar uma plataforma online, onde qualquer pessoa pudesse cadastrar esses dispositivos utilizando linguagem natural e que pudesse ficar o mais amigável e entendível possível as todos que procuram por essas informações. Além dos componentes, foi sugerido que projetos também pudessem ser cadastrados, associando-os aos componentes utilizados para sua criação.

Após entender o problema e qual seria sua provável solução, procurou-se por inspirações a respeito do assunto na literatura, por meio de uma Revisão Sistemática. Através disso, foi possível fazer um mapeamento de quais métodos para o melhor desenvolvimento da ferramenta poderiam ser utilizados, sendo esse processo detalhado na subseção seguinte.

6.2.2 *Inspiração nos métodos encontrados na Revisão Sistemática*

Ao fim da pesquisa realizada na Revisão Sistemática, foi iniciado o processo de inspiração metodológica, ou seja, buscou-se dentro dos resultados obtidos na revisão, métodos e ferramentas que pudessem contribuir no desenvolvimento da plataforma idealizada na fase anterior.

Dessa forma, partiu-se do pressuposto que a atividade inicial a ser realizada seria um levantamento das principais características dos componentes que o sistema iria armazenar. Isto é, deveria ser feito um Tratamento Temático das Informações que seriam armazenadas futuramente na aplicação. Essa etapa está diretamente relacionada à algumas metodologias utilizadas, sendo elas o FRBR (*Functional Requirements for Bibliographic Records*), estudo dos metadados, formas de indexação e o processo que abrange a Folksonomia.

Como explicado anteriormente na fundamentação teórica, o modelo FRBR é utilizado na criação de estruturas para os registros bibliográficos de acordo com suas entidades e os relacionamentos entre elas. O modelo original possui dez entidades de interesse do usuário na realização dos registros bibliográficos, sendo que essas entidades são divididas em três grupos (Bezerra e Marcondes, 2013). Para esse projeto, no que tange a organização dos itens (microcontroladores, atuadores, sensores, *Shields* e baterias) suas entidades foram divididas em 3 grupos principais: Informações gerais, informações

elétricas e informações técnicas. Apesar das informações elétricas também se encaixarem como informações técnicas, essa divisão foi feita para dar um foco na parte de consumo de energia e alimentação dos componentes, preocupação que deve ser destacada por hoje em dia existir a necessidade de aplicações que funcionem por um bom período de tempo e com um consumo reduzido. Alguns itens em específico tiveram que ganhar grupos adicionais, como é o caso dos microcontroladores que também possuem os grupos 'interfaces de comunicação' e 'componentes adicionais'. Essa adaptação foi necessária pois o acervo não se trata de componentes bibliográficos, e as entidades originais não se encaixavam de forma adequada no escopo dos componentes.

Os conceitos relativos aos metadados foram atribuídos no momento de padronização de alguns campos da aplicação. Exemplos de sua utilização são vistos no momento de armazenamento de determinado Item, onde ele sempre é registrado somando-se o seu "Título" (nome padrão do item) com o nome do seu "Modelo". Outro exemplo de padronização, é a utilização de máscaras em alguns campos na parte de cadastro, assim como o padrão para o registro das datas.

No que tange a indexação, ela e a Folksonomia estão diretamente interligadas. Todo processo de indexação dos componentes é realizado pelo próprio usuário, ou seja, ele mesmo irá imputar as informações na plataforma utilizando da linguagem que esteja mais confortável ao seu entendimento. Nesse sentido, a Folksonomia se encaixa na utilização do campo palavras-chave, onde de maneira mais natural, o usuário deve identificar as palavras que melhor identificam aquele componente e que não se encaixa no título. Assim, a pesquisa pode ser feita utilizando termos não técnicos e de maior entendimento do público em geral. Também é importante destacar que o modelo de Folksonomia utilizada foi a aberta, permitindo que qualquer usuário altere ou insira os termos de um dado componente.

A Figura 15 representa o esquemático realizado no processo de inspiração metodológica, destacando os principais métodos e alguns trechos da literatura que foram utilizados para embasar o motivo de sua utilização no projeto final.

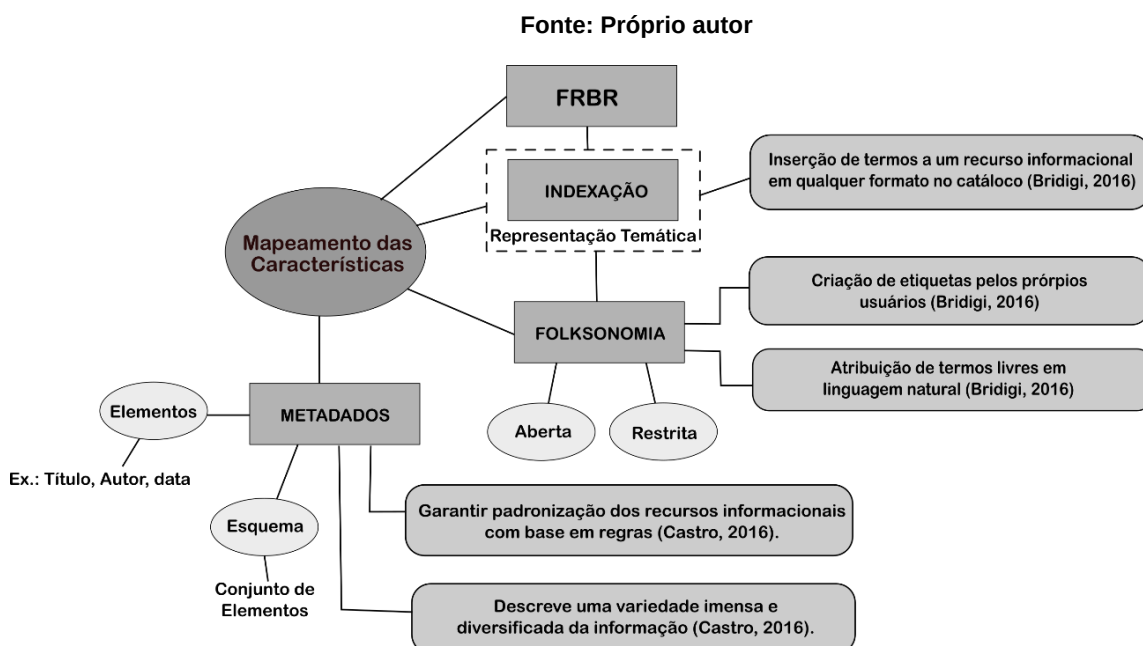


Figura 15 - Esquema do processo de inspiração teórico baseado nos métodos encontrados na RSL

6.3 Concepção

Dentre todo o processo de desenvolvimento, a concepção é tida como a segunda fase, onde o que foi identificado na fase de inspiração é transformado em soluções e oportunidades para que possam ser aprimoradas em fases futuras. Nesse contexto, a metodologia utilizada para esse fim foi a mesma utilizada por Brasileiro (2013), onde o próprio faz uma adaptação do processo proposto por Resnick (2007), denominado *Creative Thinking Spiral*, que faz analogias ao fluxo de aprendizagem das crianças no jardim de infância, mostrando que elas aprendem a partir da repetição de um ciclo de atividades. A Figura 16 mostra o modelo de processo iterativo adaptado por Brasileiro (2013).

Fonte: (Brasileiro, 2013)

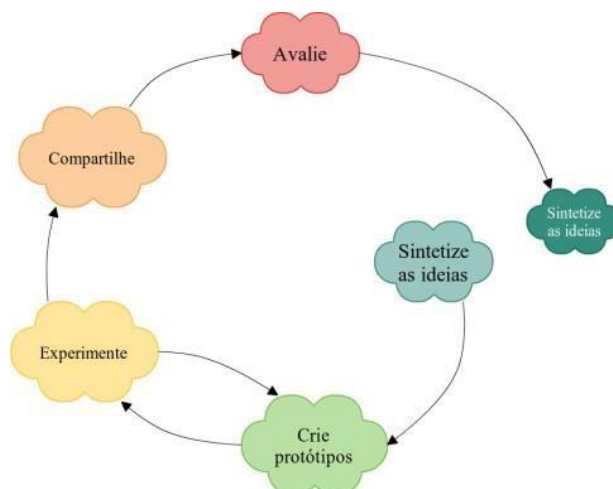


Figura 16 - Processo iterativo em espiral para a fase de concepção

Segundo Brasileiro (2013), utilizando do fluxo em espiral, a etapa de concepção desenvolvida para essa abordagem é executada no mínimo duas vezes durante o processo, fazendo com que exista um aperfeiçoamento das ideias desenvolvidas. Dessa forma, os principais passos são descritos a seguir:

- **Sintetize as ideias:** etapa de organização dos dados coletados e resumo das ideias-chave;
- **Crie protótipos:** etapa para criação de protótipos não-funcionais;
- **Experimente:** etapa onde o protótipo de baixa-fidelidade é executado com ciclos para refinamento;
- **Compartilhe:** etapa de teste do protótipo com usuários em potencial;
- **Avalie:** etapa onde as informações dos usuários são registradas e o protótipo é avaliado, para caso necessário, dar início a outra fase de síntese de ideais.

Todo esse processo foi desenvolvido baseado no público *Maker*, entusiastas e especialistas na área de computação física, design de interação e no desenvolvimento de objetos conectados através da IoT.

6.3.1 Primeiros protótipos e experiências

Após análise dos métodos e ferramentas encontrados na Revisão Sistemática da Literatura realizada inicialmente para esse estudo, foram fundamentadas as ideias tidas para os protótipos iniciais com base nos métodos de organização e visualização da informação mais difundidos nos últimos 5 anos na literatura. Isso possibilitou a construção de protótipos embasados em padrões já difundidos na academia e na indústria, tirando o foco dos *feedbacks* dos usuários potenciais das questões técnicas e os trazendo mais para os modos funcionais da plataforma.

Essa fase de prototipação foi realizada em dois ciclos, sendo que cada ciclo foi dividido em quatro fases:

- **Criação:** fase utilizada para desenvolver o protótipo com base na ideação ou no estudo preliminar obtido através de revisão sistemática da literatura;
- **Coleta de *feedback*:** exposição do protótipo a especialistas da área de computação e coleta de informações a respeito do protótipo exposto;
- **Análise:** estudo dos *feedbacks* coletados pelos especialistas e separação das ideias principais;
- **Ideação:** organização das sugestões analisadas e listagem das novas ideias a serem implementadas no novo protótipo.

6.3.1.1 Protótipo 1 e sua avaliação

O primeiro protótipo de baixa fidelidade foi desenvolvido em forma de desenho, utilizando a técnica de *storie boards*. Nele, as telas foram desenhadas de acordo com sua sequência de execução, sendo que cada quadro representativo da tela, possuía uma breve descrição de suas funcionalidades. O objetivo central nesse primeiro experimento, era identificar quais funções seriam mais importantes na aplicação e como elas poderiam ser apresentadas ao usuário, além de identificar o que mais poderia ser adicionado para melhorar a experiência dos *makers* na utilização da plataforma. A Figura 17 demonstra alguns exemplos dessa primeira fase.

Fonte: Próprio autor

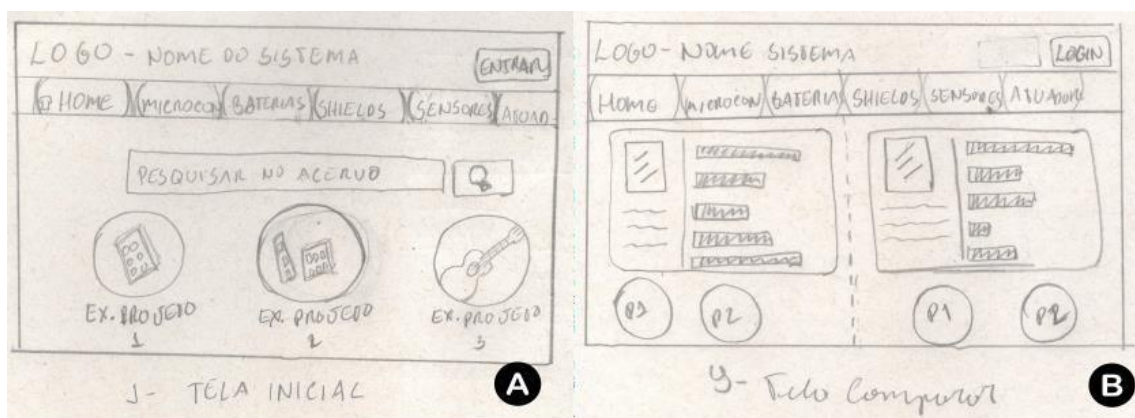


Figura 17- Exemplo de telas do protótipo 1

Essa primeira versão foi avaliada por quatro usuários potenciais, todos especialistas da área da computação ou *design* de interação, e dentre essas avaliações foram levantadas questões em relação a novas funcionalidades e modificações na estrutura visual de algumas telas do protótipo. Nesse contexto, as informações obtidas foram estruturadas e sintetizadas para serem inseridas na próxima versão do protótipo.

As principais mudanças foram nas telas da Figura 17, sendo que na Figura 17-A (tela inicial) a sugestão principal foi deixá-la mais limpa, com menos informação distribuída e centralizar mais o foco na função pesquisa, como destacou um dos especialistas em um de seus comentários: *“a tela inicial poderia ser mais limpa como a do Google com apenas o campo de pesquisa e o botão de entrar”*.

Ficou claro pelos *feedbacks* que deixar a tela menos povoada e com informações mais centralizadas ajuda a direcionar o usuário para o foco principal da tela inicial, que no caso é a função de busca pelos componentes e projetos. Esse comentário se repete quando outro participante destaca que a *“quantidade de itens na tela podem ser reduzidas”* e que *“nas telas de cadastro fica muita informação visual”*.

Já na tela da Figura 17-B (tela comparar), a mudança mais relevante foi sobre a forma de exibição das informações a serem comparadas. Um dos especialistas sugere uma modificação na forma de exibição da tela comparar, ele relata que *“a comparação entre itens acho que se fosse tabular seria mais legal de visualizar”*, onde o usuário pudesse analisar cada característica e o

próprio decidir qual seria mais adequada para seu projeto. Ele ainda destaca a importância dos projetos relacionados dizendo: *“Legal a ideia de ter projetos associados aos elementos, como exemplos de uso”* e ainda fala que *“Nos projetos era bom ter quem fez, como falar com essa pessoa, etc”*.

Além disso, definir a compatibilidade dos itens foi outra função bastante relevante nesse primeiro levantamento: *“Seria legal também ter a compatibilidade entre os elementos (quem pode ser usado com quem, caso haja problemas de incompatibilidade)”*, assim o projetista pode já na comparação, identificar se o item é ou não compatível com os requisitos do seu protótipo.

Outras funções como a de definir uma seção de favoritos na plataforma, foram sugeridas já nesse primeiro protótipo, de forma que *“um botão de salvar item para minha “lista de favoritos” seria bom”*. Segundo relataram, isso pode ajudar o usuário no momento da construção de seus projetos ou do estudo para melhor entendimento do funcionamento de um item ou projeto em particular. Após a coleta de todas essas informações, uma análise foi feita e novas ideias foram construídas e inseridas no segundo protótipo, um pouco mais elaborado, já sendo possível uma interação direta com as futuras telas e seus respectivos fluxos.

6.3.1.2 Protótipo 2 e sua avaliação

Para a criação da segunda versão do protótipo, foi utilizado o *Adobe XD*, software gratuito bastante conhecido principalmente para criação de *Mockups* de aplicações *web* e *mobile*, sugerido por um dos usuários potenciais que participaram na primeira avaliação. Após a etapa de ideação do primeiro protótipo, as telas da versão dois foram construídas, já possibilitando o acesso online e a navegação e identificação do fluxo entre as telas. A Figura 18 demonstra algumas das telas criadas para o segundo protótipo.

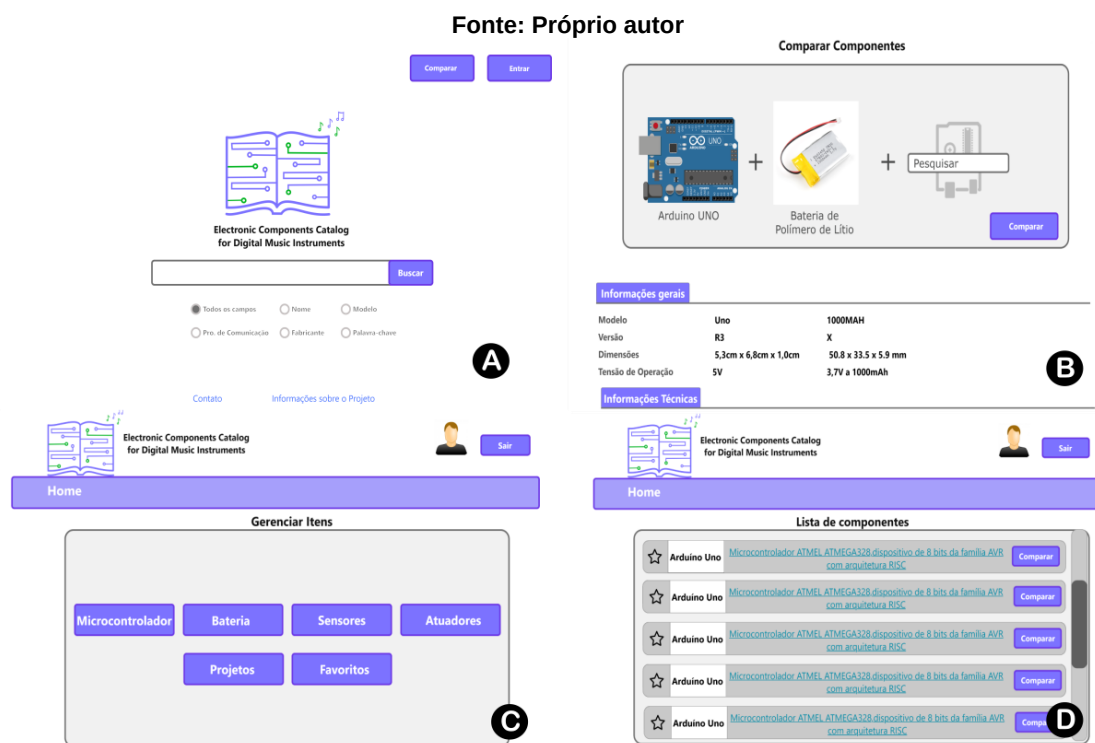


Figura 18 - Algumas telas do protótipo 2

A avaliação do segundo protótipo foi realizada com uma série maior de etapas, e com um quantitativo maior de pessoas. Dessa vez, dois perfis diferentes de avaliadores foram utilizados, os especialistas (também utilizados no protótipo 1) e usuários potenciais técnicos da plataforma. Os especialistas, como explicado anteriormente, são pessoas com atuação na área da computação ou *design* de interação, mas que não necessariamente seriam usuários potenciais, analisando mais a parte técnica e visual da plataforma. Já o usuário potencial técnico, é aqui classificado como pessoas que usam e precisam continuamente das informações referentes aos componentes eletrônicos e ou projetos relacionados, e por possuírem esse contato diário entendem melhor as necessidades que um projeto desse tipo poderia suprir.

A Figura 19 demonstra como foi o fluxo das etapas realizadas para avaliação desse segundo protótipo, para melhor entender como foi realizado essa interação com todos os avaliadores.

Fonte: Próprio autor

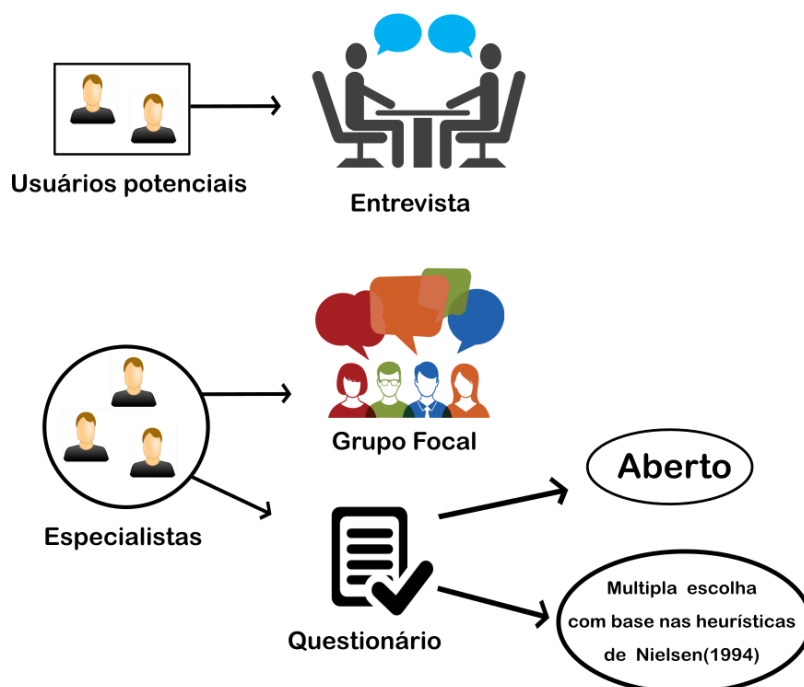


Figura 19 - Processo de avaliação do Mockup (protótipo 2)

A primeira avaliação foi feita através de questionário aplicado a especialistas, sendo ele dividido em questões de múltipla escolha, e um campo aberto para registro de possíveis sugestões de melhoria. As questões de múltipla escolha eram a respeito da usabilidade e sobre o modo como a visualização da informação acontece na plataforma, sendo que todas essas questões foram baseadas nas Heurísticas definidas por Nielsen (1994), uma das metodologias de avaliação heurística melhor aceitas e propagadas na literatura para avaliação da interação Humano Computador. (Santana, 2016).

De acordo com Nielsen (1994), a avaliação heurística é um tipo de método que usa de especialistas em usabilidade para analisar se os elementos da interface estão de acordo com os princípios comuns de usabilidade (as heurísticas). Tendo em vista que se trata de um protótipo, algumas das heurísticas que lidam sobre prevenção de erros e mensagens de *feedback* não foram incluídas nesta avaliação, mas esse mesmo método é utilizado relatando todas as heurísticas na versão final.

Participaram dessa etapa de avaliação 6 especialistas, onde cada um teve que responder a 6 questões relativas as heurísticas de Nielsen, onde em cada questão o avaliador deveria escolher entre três alternativas:

- Heurística atendida: caso o protótipo estivesse de acordo com a descrição da heurística relatada por Nielsen;
- Heurística parcialmente atendida: caso o protótipo atendesse parcialmente as características definidas pela heurística;
- Heurística não atendida: se o protótipo não estivesse de acordo com o definido por Nielsen.

Visto isso, a primeira heurística a ser avaliada foi sobre a compatibilidade do sistema com o mundo real. Para atender esse conceito, a seguinte definição deveria ser encontrada no protótipo:

1 - “O sistema deve usar termos próximos ao do usuário, utilizando palavras familiares e dispor as informações em ordem lógica mantendo a coerência com o modelo mental do usuário.”

Assim como mostra o gráfico da Figura 20, grande maioria dos avaliadores (83%) acham que o protótipo apresentado está de acordo com a heurística relatada anteriormente, e apenas 17 % acha que o protótipo ainda pode melhorar de alguma forma a sua compatibilidade com o mundo real.

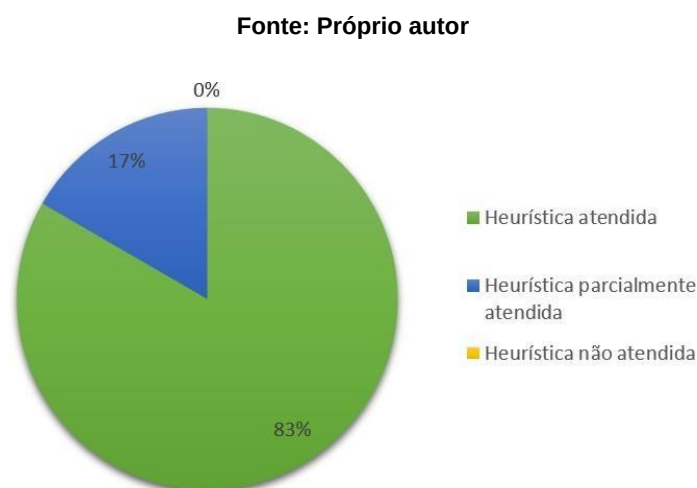


Figura 20 - Gráfico de avaliação da Heurística 1

A segunda heurística retratava sobre o controle e liberdade do usuário para com o protótipo. Então, para que essa característica fosse atendida deveria estar de acordo com o seguinte conceito:

2- “Dar ao usuário o controle do processamento de suas ações, oferecendo a opção de desfazer e refazer operações”.

Nesse caso, metade dos avaliadores disseram que o protótipo estava de acordo com a heurística e outra metade relatou que a heurística estava parcialmente atendida. Essa divisão das respostas pode ser respondida por ainda se tratar de um protótipo, e ele demonstrar apenas a interação entre as telas e como a interface pode ser construída, não havendo muitas informações a respeito da possibilidade de refazer suas ações. De qualquer forma, informações identificadas na questão aberta ajudaram a amenizar a imparcialidade dessa heurística.

A heurística três fala sobre a consistência do protótipo e a sua capacidade de seguir padrões. Dessa forma, para seguir o conceito dessa heurística, o protótipo deveria estar de acordo com o seguinte conceito:

3- “Contextos e situações similares devem apresentar comportamentos similares. Uma ação deve ser representada por apenas um ícone ou palavra e deverá ser formatada em todas as telas da mesma maneira”.

Nesse quesito, 100% dos avaliadores disseram que a heurística tinha sido atendida. Essa boa aceitação pode ser explicada através dos embasamentos nos princípios de visualização da informação levantados pela revisão sistemática, e também pela atualização baseada na análise dos *feedbacks* do protótipo 1, apresentado anteriormente.

Na quarta heurística, Nielsen busca analisar se o usuário consegue entender ao invés de memorizar os componentes. E para encontrar essa resposta o protótipo deveria atender ao que se diz a definição a seguir:

4- “A interface deve oferecer uma ajuda contextual sendo capaz de orientar o usuário”.

Assim como na heurística anterior, novamente 100% dos avaliadores a consideram como atendida. O fato da interface ser limpa, com apenas os elementos necessários para orientar o usuário na execução de suas funções pode explicar a boa aceitação dos avaliadores para esse quesito.

A penúltima heurística relatada no questionário, avalia a flexibilidade e a eficiência de uso do protótipo. Para chegar a essa resposta as seguintes especificações deveriam ser identificadas no desenvolvimento da execução do protótipo:

5- “A interface deve se adaptar ao contexto e ao mesmo tempo prover a ciência de uso. O sistema deve ser fácil para usuários leigos, mas também, permitir aos usuários experientes personalizar ações frequentes”.

Como é demonstrado na Figura 21, nesse caso apenas 67% dos avaliadores consideraram que a heurística tinha sido completamente atendida, e outros 33% acharam que ela estava apenas parcialmente atendida. Isso instiga facilitar ainda mais o entendimento das informações para aprimorar o acesso por usuários sem experiência e que queiram iniciar no mundo da computação física. Isso pode ser feito usando de ícones ou de um contexto que deixe esses usuários (também público da plataforma) confortáveis para chegar a informação desejada.

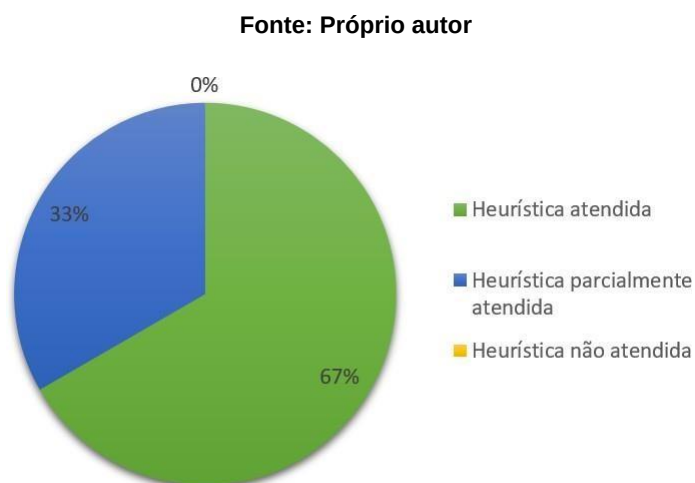


Figura 21- Gráfico relativo a heurística de número 5

A sexta e última heurística avaliada para esse protótipo está relacionado com o visual, e foca no projeto estético minimalista. Nesse contexto, para a heurística ser considerada atendida deveria satisfazer a seguinte descrição:

6- “As interfaces devem ser o mais simples possível e o fluxo de informações deve ocorrer de acordo com a necessidade do usuário”.

Na avaliação dessa última heurística, 83% dos avaliadores consideraram ela como satisfeita, e 17% deles acharam que ela estava parcialmente atendida. (Gráfico da Figura 22). Para melhorar esse critério, os comentários foram avaliados e informações a respeito foram extraídas, sendo essas melhorias também relacionadas ao contexto da heurística de número 5, facilitando o uso da plataforma para diferentes públicos.

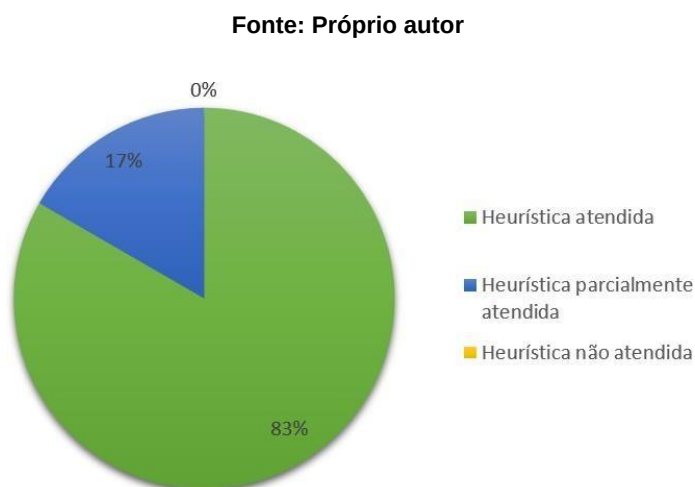


Figura 22- Gráfico relativo a heurística de número 6

De uma forma geral, o protótipo satisfaz grande parte dos avaliadores em relação as heurísticas definidas por Nielsen, contendo apenas algumas ressalvas em alguns pontos relacionados a facilidade de uso por usuários leigos e no momento de relacionar as características do protótipo com o mundo real (heurística 1). Entende-se que uma quantidade maior de avaliadores poderia ser de maior contribuição para avaliação do protótipo, porém, por se tratar de apenas uma etapa de análise para desenvolvimento futuro da plataforma, o número não prejudicou o levantamento das informações dentro do contexto dessa análise.

Na parte do questionário destinada a respostas abertas, diversas sugestões foram dadas para a versão funcional da plataforma. Alguns avaliadores sugeriram que “*O campo de busca deve estar presente em todas as telas do sistema*”, para que o usuário possa reiniciar sua pesquisa em qualquer momento, sem a necessidade de voltar para a tela inicial da plataforma.

Também em relação a facilidade de acesso, outra sugestão foi disponibilizar em todas as telas um botão para a página de gerenciamento, como

segue: *“Na área restrita ficaria interessante ter as opções de gerenciar itens no menu superior também”*. Isso também evita que o usuário tenha que refazer todo um percurso para chegar em um ponto específico do sistema, sendo esse mesmo processo realizado para o campo de favoritos, anteriormente misturado aos botões de acesso ao gerenciamento de itens.

Em paralelo a aplicação do questionário, o protótipo também foi exposto a avaliação por um grupo de 6 especialistas de áreas distintas, indo desde usabilidade a especialistas no desenvolvimento de DMI's, todos integrantes do grupo de pesquisa MustIC. A avaliação foi realizada durante reunião, onde os integrantes foram convidados a utilizar o protótipo e dar sugestões de melhorias, tanto em relação a interface e usabilidade, como em relação as funções que poderiam ser incluídas ou excluídas do experimento. Todas as informações foram gravadas, obtendo o consentimento de todos os presentes na reunião.

Durante e ao fim da reunião, várias sugestões foram dadas, como por exemplo: *“seria interessante que houvesse comentários nos projetos. Assim ajudaria o feedback para quem inseriu o projeto e de campo de ajuda para quem tivesse com alguma dúvida.”*, logo após esse comentário, um comentário adicional foi feito: *“um campo para avaliação também seria legal, assim os projetos poderiam ser exibidos de acordo com sua avaliação. Quem tá pesquisando teria contato com os melhores avaliados”*.

Esses e outros comentários foram bastante relevantes para o desenvolvimento da ideação final dessa fase, pois várias opiniões foram se encaixando e as mesmas iam fazendo referência a coisas parecidas, ajudando na estruturação final da avaliação. Outro ponto importante desse grupo focal foi a indicação da realização da próxima fase, a avaliação com os usuários potenciais. Segundo um dos avaliadores, é de extrema importância obter comentários de pessoas que estão precisando da plataforma e que seriam bastante beneficiadas com ela, passando assim de uma avaliação mais técnica para uma avaliação mais funcional, ou seja, para saber se realmente o sistema está oferecendo o que o usuário final precisa.

Dando continuidade ao processo de validação do protótipo, como foi relatado anteriormente, havia a necessidade de colocar o protótipo a prova dos seus futuros usuários, pessoas que tem contato direto com projetos de computação física e com o uso de seus respectivos componentes. Visto isso,

duas entrevistas com funcionários do L.O.U.C.O (Laboratório de Objetos Conectados) foram realizadas, ambas gravadas com autorização dos entrevistados, com o objetivo de identificar coisas que iam além da interface ou do desenvolvimento técnico da plataforma.

Na primeira entrevista, o protótipo foi bastante elogiado, e se demonstrou uma ansiedade para se ter acesso a sua versão final, pois segundo o avaliador 1, o protótipo *“vai ser uma ótima ferramenta quando estiver em sua versão final. Gostei muito da parte dos projetos e do usuário poder inserir e atualizar informações de forma livre”*. Esse mesmo avaliador deu algumas sugestões sobre a parte de projetos, onde ele acha que poderia ter uma classe de projetos que não foram concluídos ou que falharam, pois segundo ele *“as pessoas erram muito antes de criar algo. Seria interessante que houvesse uma categoria para projetos que não deram certo, assim os iniciantes poderiam também aprender com os erros dos outros”*.

Além das sugestões e comentários sobre o protótipo, outras informações referentes ao dia a dia dos *Makers* foram coletadas, como quais ferramentas são mais utilizadas e de que forma eles poderiam usar melhor a plataforma. Algo que também foi bastante elogiado foi a parte de compatibilidade dos itens, onde através dos *links* que ficam juntos aos itens compatíveis, o usuário pode ir direto entender o uso daquele componente, agilizando na resolução de dúvidas.

O segundo entrevistado também se demonstrou bem interessado em utilizar a ferramenta, tendo feito comentários bastante positivos a respeito da interface bem definida e de fácil entendimento. Segundo ele *“os elementos então bem organizados, e a maneira de ver as informações está bem enxuta”*. Uma parte do protótipo que chamou a atenção para ele, foi a função comparar componentes, apensar de ter achado interessante ele fez sugestões em relação as informações exibidas e a forma como a comparação era feita.

No protótipo, era possível realizar a comparação de itens de diferentes categorias, existindo a possibilidade de um microcontrolador poder ser comparado com uma bateria, por exemplo. Segundo ele, apesar de ambos possuírem informações em comum, como: tensão nominal, tamanho e temperatura de operação, não era viável realizar a comparação de componentes de tipos distintos.

Uma sugestão para aprimorar isso, seria criar uma maneira de ensinar como se realiza a ligação do microcontrolador com a bateria, assim ficaria mais simples o entendimento da relação dos dois componentes distintos. Porém, o tMARINO (Brasileiro, 2013) já é uma ferramenta que pode ajudar nesse processo, sendo que ele consiste em uma abordagem visual para prototipagem rápida em computação física.

Todo o processo de validação do segundo protótipo foi essencial para a construção da primeira versão funcional da plataforma. Para o desenvolvimento dessa versão inicial, quase todas as sugestões foram implementadas, sendo priorizadas as mais relevantes (mais enfatizadas pelo conjunto dos avaliadores) e as cujo o prazo para implementação fosse possível dentro do tempo disponível. Todas as sugestões não implementadas ficarão relacionadas como trabalhos futuros.

7 CATALOGTOMAKERS

Baseado nos princípios encontrados neste estudo, principalmente nos que tangem os métodos utilizados na catalogação e organização da informação encontrados por meio de uma Revisão Sistemática, o CatalogToMakers foi desenvolvido. O sistema aparece como uma ferramenta para agilizar o processo de criação de projetos de computação física, seja ele relacionado a computação musical, cidades conectadas, *smart homes* ou correlatos, disponibilizando uma ferramenta de catalogação colaborativa, onde o usuário poderá ter acesso centralizado a informação de diferentes formas e usufruindo de diferentes funcionalidades.

Neste capítulo, serão apresentados os aspectos gerais da ferramenta, bem como suas funcionalidades básicas para suprir as necessidades relatadas no desenvolvimento deste trabalho.

7.1 Aspectos gerais da plataforma

O CatalogToMakers é uma plataforma de catalogação colaborativa, desenvolvida para proporcionar um ambiente centralizado de informações sobre os componentes eletrônicos utilizados na construção de projetos de computação física. A plataforma possibilita ao usuário pesquisar, cadastrar, modificar e excluir componentes, assim como comparar componentes da mesma categoria, afim de entender mais sobre quais poderiam ser mais adequados para determinada necessidade.

Além disso, cada componente possui projetos relacionados, com os quais o usuário pode entender melhor sobre os primeiros passos de utilização, vendo na prática experiências desenvolvidas por outros projetistas. Esses projetos correlatos também podem ser cadastrados pelos próprios usuários da ferramenta, tornando possível uma maior troca de experiências entre seus utilizadores. Cada projeto pode ser avaliado e receber comentários sobre seu contexto geral. O grande diferencial da ferramenta em relação as já existentes na academia e no mercado, é justamente a junção de várias funções diferentes, que trabalhando em conjunto permitem uma melhor experiência ao usuário em uma única plataforma.

A aplicação foi desenvolvida focada no ambiente *web*, portanto, os navegadores mais conhecidos como, Google Chrome, Internet Explorer e Mozilla Firefox a executam sem problemas. A ferramenta está disponível no endereço eletrônico www.catalogtomakers.com.br e sua interface é baseada nos princípios e no *design* do *framework* Bootstrap. As formas e as cores são bem definidas e simples, deixando a aplicação limpa e sem distrações desnecessárias.

Pelo fato de se tratar de um catálogo, a recuperação da informação deve ser fácil e rápida. Para isso, o usuário dispõe de 3 modos de busca textual e um modo de busca visual. A busca textual é feita por nome do item, nome do projeto e palavra-chave, sendo essa última destinada tanto aos projetos como aos itens. O campo de busca por palavra-chave se torna importante pois é o próprio usuário que as define (baseado nos princípios relativos a Folksnomia), sendo assim, a busca pode ser feita utilizando termos não técnicos cadastrados pelos usuários, facilitando o encontro do item ou projeto desejado.

Já a parte de busca visual, é feita através de ícones demonstrativos de cada categoria, ou seja, microcontroladores, sensores, *shields*, atuadores, baterias e projetos. Todos eles terão um navegador de acesso rápido da tela inicial, isso faz com que mesmo o usuário não sabendo exatamente o que deseja pesquisar, ele tenha acesso aos itens do catálogo de uma forma geral, explorando cada item por categoria desejada.

Assim, a plataforma tem como foco três grupos de usuários: os iniciantes, não-especialistas e os especialistas. O público iniciante, pode utilizar a parte de pesquisa visual por item e por projetos para explorar as possibilidades e entender melhor como cada componente pode ser utilizado e como será o seu uso em um contexto específico. O público não-especialista, pode ter mais facilidade com os termos, tendo em vista seus conhecimentos mínimos a respeito dos componentes, mesmo não possuindo tanta experiência com eles. Logo, pode utilizar as buscas mais específicas e algumas das informações técnicas listadas em cada componente. O público especialista, que possui mais experiência, pode usufruir das informações técnicas de cada componente e compará-las para definir qual pode ser melhor para o seu projeto em questão, identificando componentes com melhor consumo energético, ou maior potência de sinal, por exemplo.

A Figura 23 representa o fluxo de interação dos usuários com a função pesquisa da plataforma. Os usuários potenciais são todos os relatados anteriormente, desde o iniciante até o mais técnico.

Fonte: Próprio autor

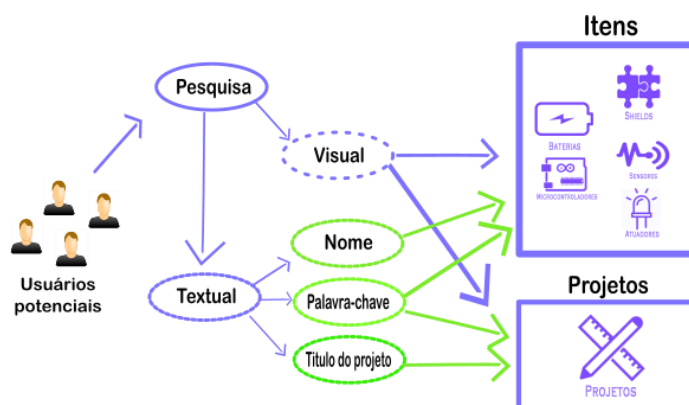


Figura 23- Interação do usuário com a função pesquisa

Essas pesquisas retornarão uma lista contendo todos os itens ou projetos que contém entre seus títulos ou palavras-chave alguma sequência relativa aos caracteres digitados. Caso o usuário digite o termo “Arduino”, serão retornados os componentes que possuem esse termo em alguma parte do seu nome (no caso da pesquisa por nome do item), no seu título (caso a pesquisa seja por projeto), ou entre os termos definidos nas palavras-chave (no caso de ambas as categorias).

7.2 Funções básicas do CatalogToMakers

A plataforma possui quatro funcionalidades básicas: **busca por componentes e projetos**, subdividida entre textual e visual; **comparar componentes**, com a qual pode ser feita a análise das características de componentes de uma mesma categoria; **manter itens e projetos**, possibilitando a qualquer usuário cadastrado no sistema inserir, editar e excluir componentes da plataforma e; **favoritar**, onde se torna possível salvar uma lista dos componentes e projetos de maior preferência do usuário.

7.2.1 Pesquisa por componentes e projetos

Como mencionado anteriormente, a função de busca é dividida em duas partes: a busca visual e a textual, e essa última também é subdividida em busca por nome do item, por nome do projeto, e por palavra-chave, a qual engloba tanto os projetos como os itens cadastrados. A busca visual (Figura 24-A) é feita por meio de ícones representativos para os itens e um para os projetos, estando dispostos abaixo do campo de busca por texto na tela inicial. Ao clicar em um deles, são listados todos os componentes de acordo com a categoria, assim o usuário pode fazer sua pesquisa mesmo sem saber o que realmente está querendo naquele momento. Já as buscas textuais (Figura 24-B), podem ser feitas na tela inicial, alterando-se pelos modos de busca (Figura 24-C) citados anteriormente, ou também nas outras telas da aplicação através do campo de busca rápida, onde nesta é feita apenas a busca padrão por nome dos itens.

Além dos modos de busca, a tela inicial também possui um botão para acesso a área de gerenciamento dos recursos e projetos cadastrados pelo usuário (Figura 24-D). Mas para isso, é necessário fazer um cadastro, ou caso deseje, também existe a opção de realizar a entrada no sistema utilizando suas credenciais do Facebook, sendo necessário autorização do dono da conta para isso.

Fonte: Próprio autor

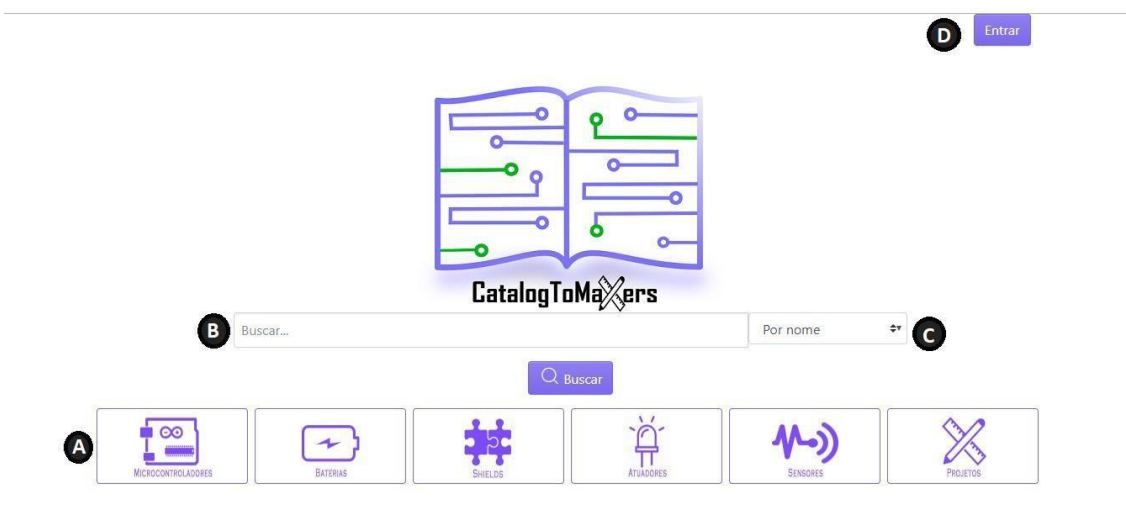


Figura 24- Tela inicial da plataforma

A exibição dos itens referentes a busca visual é feita em formato de *cards*, onde cada item ou projeto aparece com o destaque de sua imagem característica e uma breve descrição de suas funções, além de um botão que faz a ligação com a página relativa a ele. A Figura 25 demonstra um exemplo da listagem de alguns itens da categoria “*Shields*”.

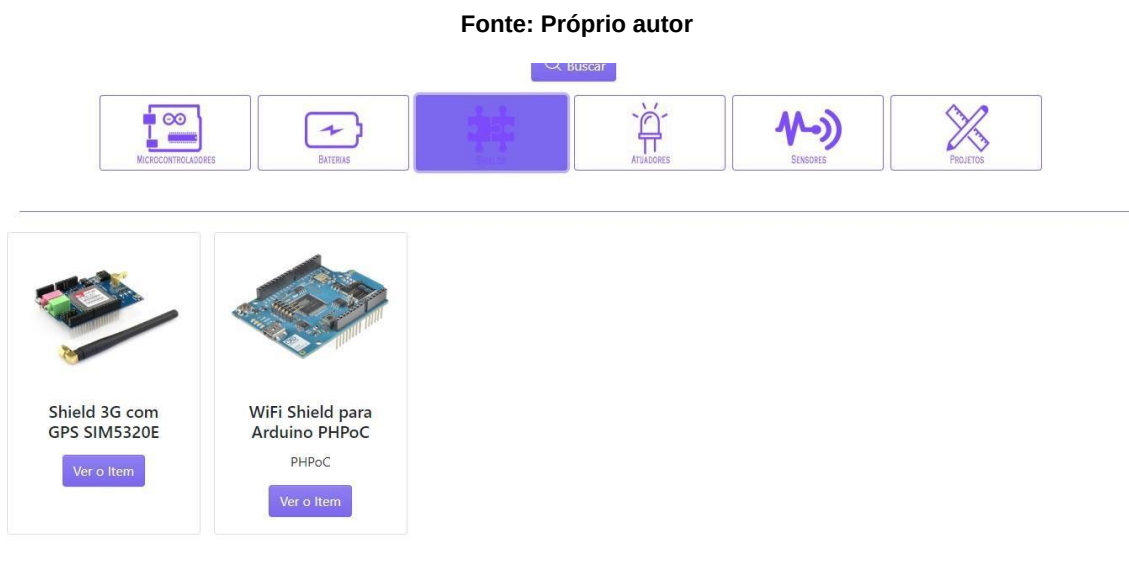


Figura 25- Listagem dos shields na busca visual

Já o resultado da busca textual é redirecionado para outra página, onde os componentes e projetos são exibidos em formato de lista. Cada componente listado possui um botão de favoritos (caso o usuário queira guardar esse componente em uma lista com seus itens prediletos), um botão com o *link* para a visualização das informações do componente, contendo seu nome, seu preço médio e as palavras-chave referentes a ele, e outro para realizar uma possível comparação com um componente de sua mesma categoria.

Essa tela também possui uma barra de pesquisa rápida e um botão *Home*, que encaminha o usuário para tela inicial. Nesse ponto e em diversos outros, alguns botões são exibidos de forma diferente para usuários *logados* no sistema e pra usuários não *logados*. Usuários não cadastrados não possuem acesso a área de favoritos e nem a tela de gerenciamento de itens. A Figura 26 demonstra a tela de listagem dos componentes depois da busca pelo termo “Arduino” no campo de busca por nome.

Fonte: Próprio autor

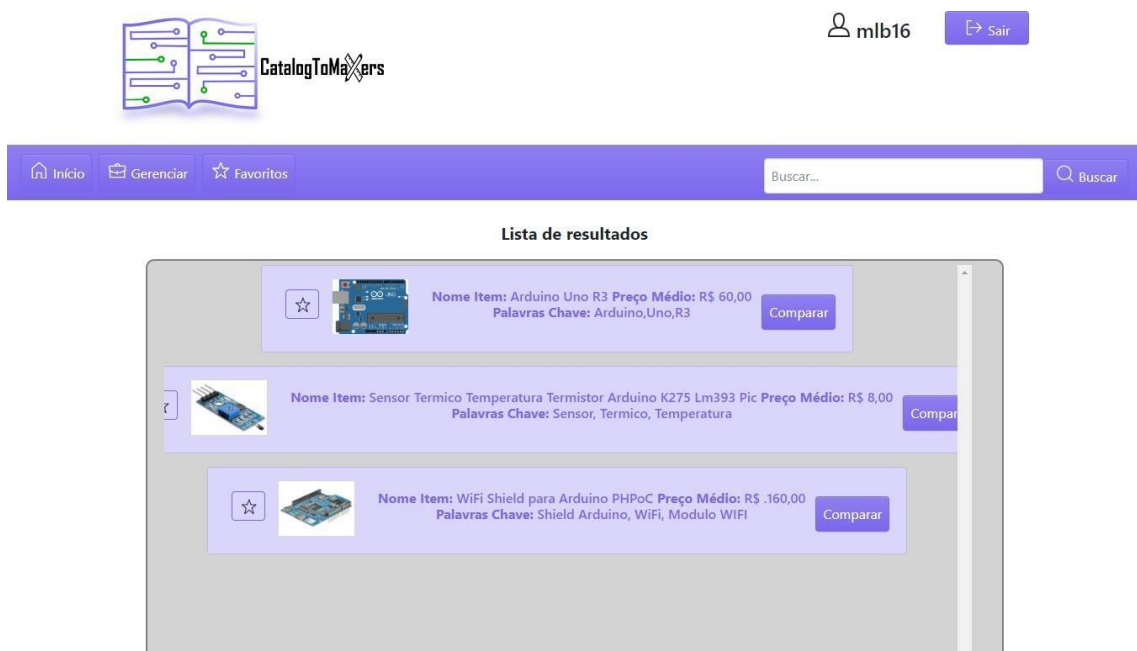


Figura 26 - Listagem dos componentes da busca textual

Como visto acima, um dos botões que acompanham os itens é o de “comparar”. Ele é útil para quando o usuário deseja entender mais sobre as possibilidades técnicas de cada componente, para que assim possa resolver algum problema específico, como por exemplo, entender qual componente consome menos bateria ou qual tecnologia sem fio de determinado componente é mais adequada para algum projeto. Essa função será explicada com mais detalhes da subseção seguinte.

7.2.2 Comparar componentes

Ao clicar no botão comparar na tela de listagem de componentes, o usuário é encaminhado para tela de comparação de componentes. Essa função serve para identificar diferenças importantes entres componentes da mesma categoria, podendo ser analisado questões como: preço, consumo, projetos correlatos, tipo de linguagem utilizada (no caso dos microcontroladores), tipo de comunicação (serial ou sem fio), compatibilidade do dispositivo, dentre outras coisas. Com isso, é possível analisar as possibilidades de utilização daquele item em um determinado projeto, ou substitui-lo por outro com características mais adequadas para o contexto do protótipo em questão.

Essa função deve ser útil principalmente para os usuários técnicos, que procuram aperfeiçoar alguma função de seu projeto ou construir um baseado em algum princípio, como por exemplo, seu tamanho ou peso, caso um projeto precise utilizar componentes pequenos e leves para realizar uma atividade específica, isso pode ser analisado dentre as características gerais dos componentes. A Figura 27 mostra a interação do usuário com essa função.

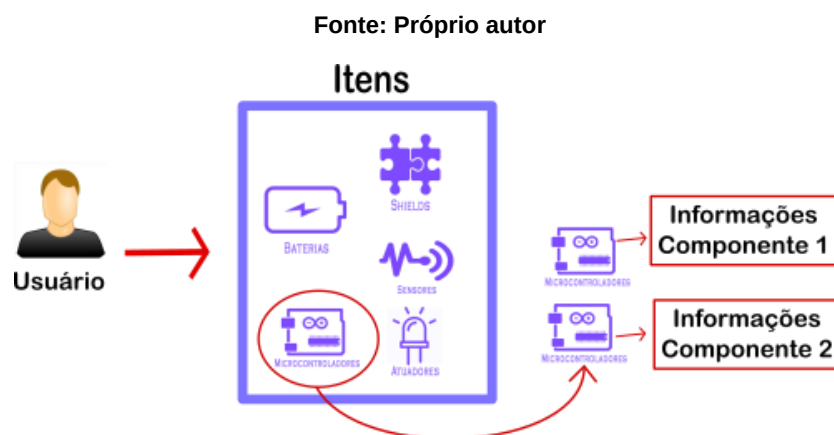


Figura 27 - Interação do usuário com a função comparar

Para efetuar essa comparação, o usuário deve inserir no primeiro campo de busca o nome do primeiro item a ser pesquisado, após selecionar o primeiro componente, que será listado de forma instantânea na tela, o segundo campo será habilitado, e apenas serão listados os itens da mesma categoria do selecionado no primeiro campo (representação na Figura 28-A). Sendo assim, após os dois itens estarem selecionados, o usuário precisa apenas clicar em comparar para que uma tabela com informações dos dois componentes seja exibida (Figura 28-B).

Fonte: Próprio autor

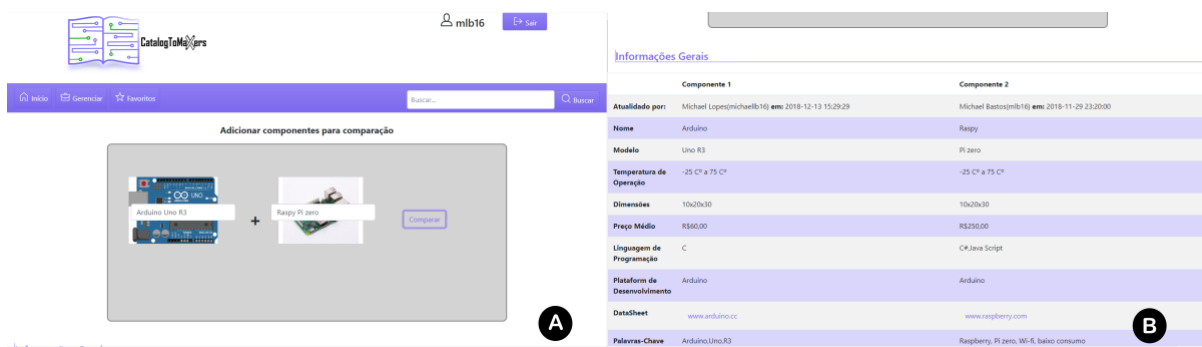


Figura 28 - Busca de componentes para comparação (A) - Listagem tabular das informações (B)

As informações são exibidas no mesmo padrão da exibição normal dos dispositivos, respeitando os padrões utilizados para cada categoria diferente. Porém, todas as informações são divididas em grupos para facilitar no processo de visualização das informações, sendo essa técnica uma adaptação baseada no modelo de organização da informação FRBR.

7.2.3 Manter itens e projetos

Para que a plataforma funcione de maneira colaborativa, qualquer usuário cadastrado pode inserir, atualizar e excluir informações do sistema. Desta forma, cada um possui uma área destinada ao gerenciamento de cada componente, assim como dos projetos cadastrados. Cada pessoa cadastrada tem acesso apenas ao gerenciamento dos itens e projetos cadastrados por ele, entretanto modificações podem ser feitas em qualquer item ou projeto, a fim de aperfeiçoar ainda mais as informações contidas no acervo do catálogo. Cada modificação é registrada no sistema contendo a data, hora e nome do usuário que realizou a modificação. Isso é importante para haver um controle das informações cadastradas, sendo responsabilidade dos autores as informações inseridas. Usuários que não cadastraram as informações tem o poder apenas de atualizar o conteúdo, e não de excluir, podendo fazer isso apenas o criador do *post* relacionado. A tela de gerenciamento dos componentes é demonstrada na Figura 29.

Fonte: Próprio autor

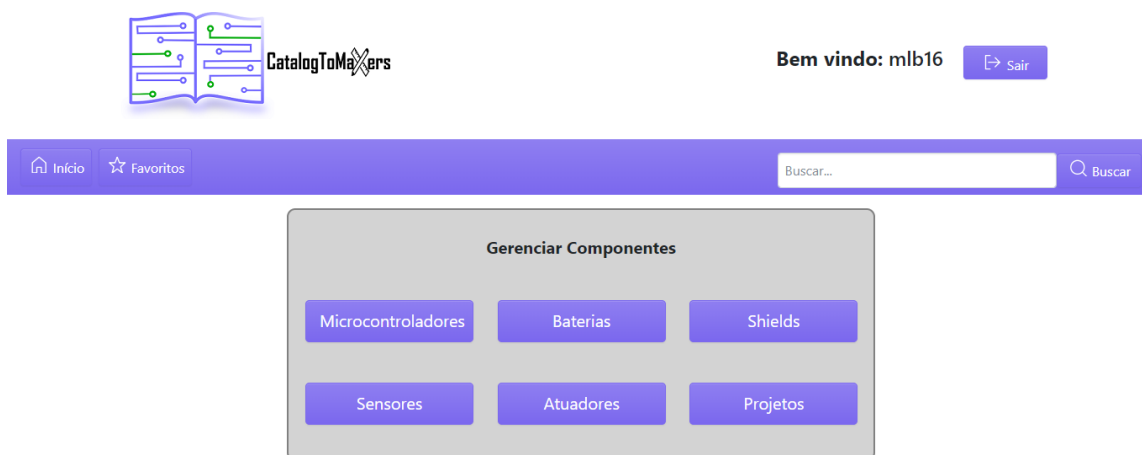


Figura 29 - Tela gerenciar componentes

Cada uma das categorias possui sua tela de gerenciamento específica, onde todo item cadastrado pelo usuário fica listado. Nela, o elemento pode ser visualizado, editado, excluído ou cadastrado um novo da mesma categoria. Todas as informações estão dispostas de forma simples para facilitar a navegação e a realização das atividades de gerenciamento desses componentes. A Figura 30 demonstra como é a organização dessa parte do sistema, relativo ao gerenciamento de microcontroladores.

Fonte: Próprio autor

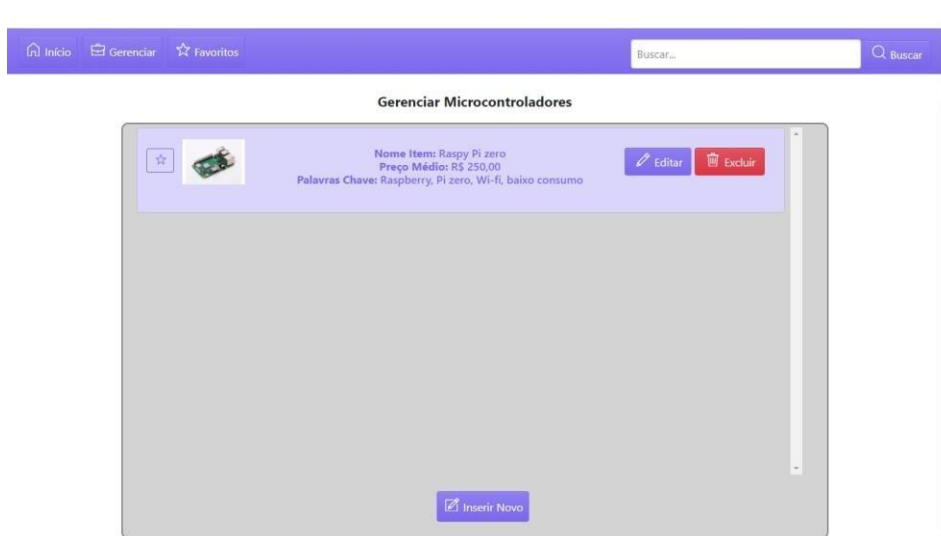


Figura 30- Tela gerenciamento de microcontroladores

A inserção, edição e exibição de informações são feitas de forma categorizada, ou seja, os itens são divididos em grupos de informações para ajudar tanto no momento do cadastro como no momento da visualização. Essa separação está diretamente ligada ao processo de utilização do modelo FRBR, categorizando o sistema e modularizando suas características para permitir um acesso à informação mais limpo e eficiente. Essas categorias foram definidas após uma análise das características de cada componente, sendo algumas restritas apenas a alguns itens. Após esse processo, as categorias definidas foram:

- **Informações gerais:** relativa às informações em comum a todos os itens (se diferenciando na parte de projetos), onde todos possuem em comum coisas como: foto, nome, modelo, preço médio, *link* para *data sheet*, palavras-chave, entre outros.
- **Informações técnicas:** são informações mais particulares de cada componente, relativas ao seu funcionamento, armazenamento e coisas afins.
- **Informações elétricas:** qualquer informação referente à carga ou consumo do componente, como tensão de operação, modo de consumo, tensão de saída, entre outros.
- **Interfaces de comunicação:** informações relativas aos modos de troca de informação do componente, sendo ela com fio ou serial. Esta opção é restrita apenas aos microcontroladores.
- **Componentes adicionais:** categoria também exclusiva aos microcontroladores, e serve para indicar sensores ou outros itens que já vem embutidos no componente.
- **Projetos relacionados:** essa parte faz uma ligação aos projetos cadastrados e que inseriram o item entre os componentes utilizados para construção. Automaticamente é feito o *link* do item ao projeto, e são exibidos os projetos relativos ao item em questão melhor qualificados pelos usuários.

Uma dessas categorias está detalhada na Figura 31, onde é demonstrada uma parte da tela de inserir da categoria “sensores”. Na mesma, existe também um campo para adicionar a quais microcontroladores ele é compatível, criando um *link* para tal componente no modo de exibição das informações.

Fonte: Próprio autor

A imagem mostra uma interface web para inserir informações de um sensor. O título da seção é "Informações Gerais". Abaixo do título, há um ícone de sensor e o texto "Escolher arquivo Nenhum arquivo selecionado Imagem do Componente". O formulário contém vários campos de entrada:

- Nome:** Campo de texto.
- Modelo:** Campo de texto.
- Temperatura de operação:** Campo de texto com o subtítulo "Temp. Mínima e Máxima em C°".
- Dimensões:** Campo de texto com o valor "00cm X 00cm X 00 cm".
- Link DataSheet:** Campo de texto com o valor "https:// ...".
- Função Principal:** Campo de texto.
- Preço Médio:** Campo de texto com o valor "R\$ 0.00".
- Palavras-Chave:** Campo de texto com o valor "Palavra1, Palavra2, ...".

Na parte inferior, há um botão "Adicionar Item" e uma seção "Compatível com:" que mostra uma lista de microcontroladores, incluindo "Arduino Uno R3".

Figura 31 - Tela inserir sensor - categoria Informações Gerais

Por se tratarem de componentes que em geral possuem grandes diferenças em relação as suas características técnicas e elétricas, é uma tarefa bastante complicada realizar o mapeamento de todas as características para todos os itens, pois nem sempre a função que tem em um terá no outro, e vice-versa. Para tentar minimizar esse problema é adicionado um campo de informações adicionais, assim, as características que não possuírem um campo específico no cadastro podem ser relacionadas dentro das informações gerais do componente.

Mesmo não ficando muito evidente, a Folksonomia também é presente nessa parte do sistema. No momento em que o usuário insere os termos no campo “palavra-chave” ele está indexando o sistema com os termos comuns ao seu vocabulário, e os dividindo por meio de *tags* ao separar cada termo por vírgula. Apesar de propor a utilização de um vocábulo “não controlado”, essa característica pode ser uma grande ajuda no momento da busca pela informação.

Apesar de também estar subdividido em categorias, a parte de projeto possui algumas características importantes e que devem ser destacadas. Cada

projeto deve conter um vídeo demonstrativo ensinando como foi desenvolvido, para servir como aporte técnico e metodológico para o usuário que necessite entender como é o funcionamento de determinado componente ou tecnologia. Esses componentes também estão diretamente ligados aos projetos, onde o usuário deve adiciona-los no momento da inserção do projeto na plataforma. Isso ajuda com a questão dos trabalhos relacionados já citados anteriormente, onde cada um desses itens fica com o projeto ao qual foi citado em sua listagem de projetos correlatos.

Para possibilitar um *feedback* para os projetistas, também é possível adicionar comentários aos projetos, assim como avalia-los em uma escala de 0 a 5, onde 0 quer dizer uma total insatisfação do usuário, e 5 quer dizer uma excelente satisfação. Essa pontuação é utilizada também para ranquear os projetos na sua exibição dentre os projetos correlatos em cada item.

Os projetos possuem uma categoria a parte dos itens, que é a categoria denominada “*Links Úteis*”, onde nela pode ser adicionado um caminho de repositório ou até mesmo de um site relacionado (caso exista), tornando mais amplo o quesito de compartilhamento de informações sobre eles. A Figura 32 demonstra a tela de exibir projetos em duas partes, sendo a Figura 32-A referente as informações gerais do projeto, tais quais nomes dos autores, contatos, metodologia, nome de projeto e foto de exibição, e a Figura 32-B exibe a categoria de links úteis e componentes utilizados no projeto.

Fonte: Próprio autor

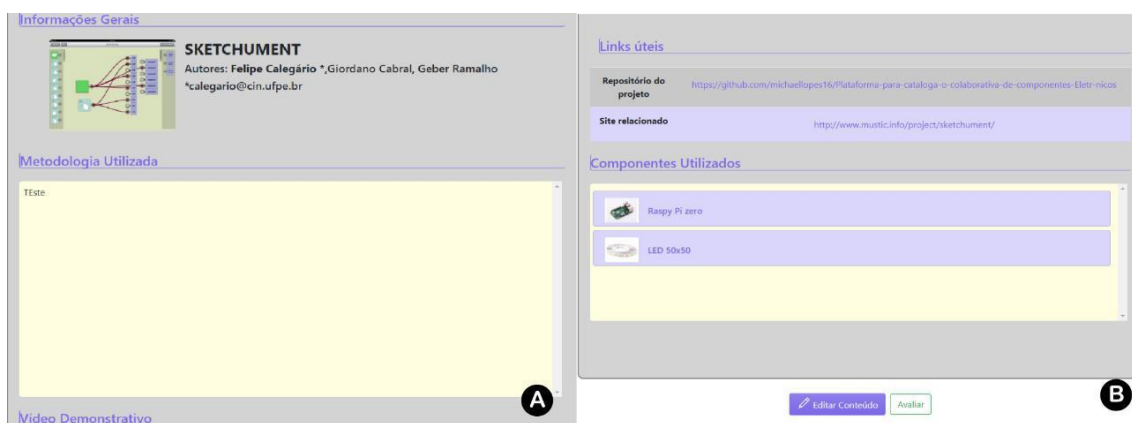


Figura 32 - Tela exibir projetos

Esse setor relacionado aos projetos, talvez seja um dos mais importantes para os usuários iniciantes, pois é através dele que eles podem ter acesso a informações de manipulação dos componentes, e entender como eles podem ser utilizados em um determinado contexto, seja ele voltado para instrumentos musicais, *smart homes* ou projetos do gênero. Além disso, pode-se tirar dúvidas diretamente com os desenvolvedores do projeto através do e-mail ou através dos comentários, o que cria um canal maior de compartilhamento da informação, sendo algo vantajoso para ambos os lados, já que um lado terá seu projeto divulgado e analisado e o outro terá suas dúvidas sanadas ou esclarecidas.

Esse contexto incita também a característica colaborativa da plataforma. O compartilhamento de conhecimento através dos comentários e dos *feedbacks* dos outros colaboradores ajuda na evolução pessoal dos autores, e no processo de aprimoramento dos seus conhecimentos em relação as técnicas e ferramentas utilizadas para o processo de concepção de seu projeto.

7.2.4 Função Favoritar

Com o intuito de facilitar a criação de projetos ou o estudo do usuário a respeito da utilização dos componentes, também é possível criar uma lista com os componentes ou projetos que mais o interessaram. Essa função é bastante simples, basta apenas o usuário clicar no botão com o símbolo de estrela que fica junto ao item nas listas de busca. Fazendo isso, automaticamente o item ou projeto é enviado para área de favoritos, podendo ser acessada a qualquer momento, caso o usuário esteja *logado* no sistema. A Figura 33 demonstra como é composta a tela de favoritos, sendo que a Figura 33-A representa os itens favoritos, e a Figura 33-B os projetos favoritos do usuário.

Fonte: Próprio autor

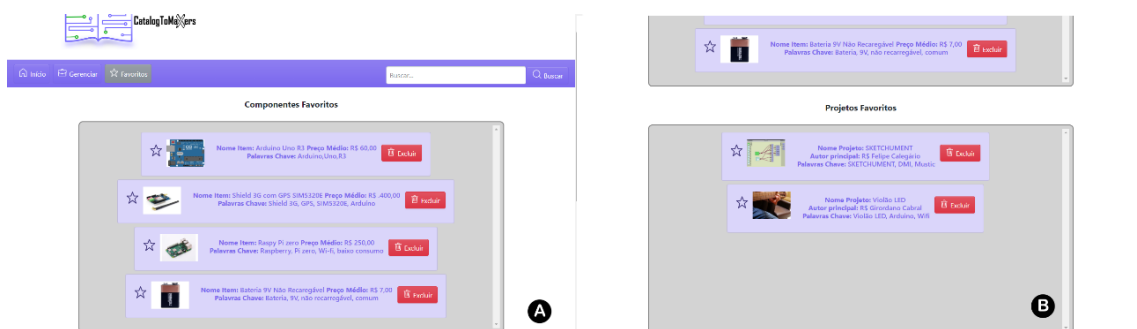


Figura 33 - Tela Favoritos

O usuário também pode retirar os elementos da lista a qualquer momento, apenas clicando no botão de excluir listado junto ao item ou projeto. Todas essas características, desde a função pesquisar até a lista dos favoritos, foram definidas através pesquisas feitas com usuários em potenciais, onde foram realizados refinamentos específicos para cada característica, analisando sua viabilidade e como ela poderia contribuir para o fácil acesso as informações do catálogo.

8 IMPLEMENTAÇÃO

Este capítulo é destinado a explicar a arquitetura utilizada na implementação do CatalogToMakers, como também as tecnologias do processo de criação e modelagem de um protótipo funcional para utilização com usuários potenciais. A coleta de informações realizada durante o processo de avaliação foi de suma importância para o desenvolvimento dessa versão funcional. Primeiramente, é apresentado a arquitetura do sistema na seção 8.1. Na seção 8.2 são demonstradas as tecnologias utilizadas bem como a estrutura dessas tecnologias em relação ao CatalogToMakers. Finalizando, a subseção 8.2.1 destrincha algumas informações a respeito de tecnologias utilizadas no desenvolvimento do protótipo final.

8.1 *Arquitetura do Sistema*

A estrutura utilizada no desenvolvimento do protótipo final desse projeto foi baseada nos princípios de Recuperação da Informação (RI), tendo em vista proporcionar ao usuário o acesso rápido ao conteúdo do catálogo. Segundo Silva et al (2017), a RI está diretamente ligada as formas de representação, armazenamento, busca e recuperação de informação em sistemas informacionais. Esse processo atua principalmente para proporcionar uma melhor comunicação entre o usuário e o que está indexado na aplicação.

Existem várias versões de diagramas que exploram o processo de recuperação da informação, sendo cada uma desenvolvida com base no tipo de necessidade de representação informacional. Silva et al (2017) demonstra um desses modelos de diagrama (Figura 34), que foi desenvolvido com base em vários estudos de modelos de representação da informação já realizados da literatura.

Fonte: Silva et al (2017)

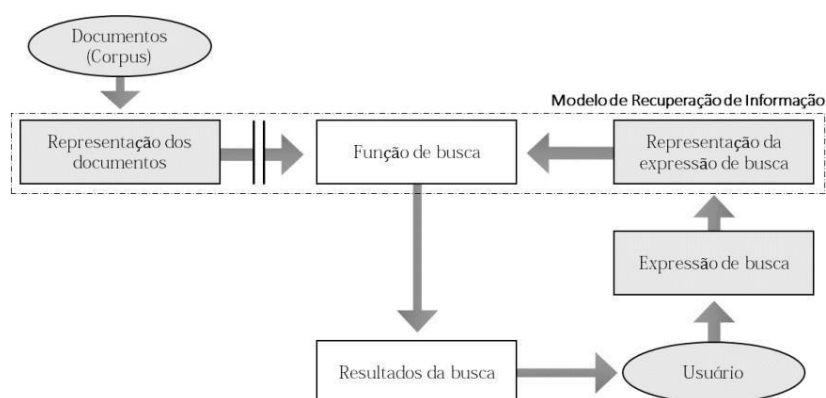


Figura 34 - Representação do processo de recuperação da informação

Nesse contexto, cada elemento é descrito da seguinte forma:

- Documento seria a informação a ser acessada, o que está armazenado e que o usuário deseja receber através da sua busca no sistema informacional.
- A representação do documento é a maneira como ele é indexado, ou seja, como as suas informações são organizadas e que tipo de informação aquele documento representa.
- A função de busca é quem estabelece a relação do que o usuário procura (termo digitado) com o que está indexados no sistema (termos utilizados na representação do documento armazenado).
- O resultado de busca traz para o usuário um conjunto de documentos que provavelmente terão alguma relação com o seu objeto de busca.
- Usuário é quem interage diretamente com a função de busca, e deseja obter algo do sistema através da inserção de um termo específico.
- A expressão de busca, nada mais é do que o termo que o usuário utiliza para tentar encontrar o documento desejado. Aqui se tem uma atenção especial, pois o indexador deve escolher bem o termo para representar o documento, pois é através dele que o usuário terá acesso a informação.
- Por fim, a representação da expressão de busca, que é uma conversão da linguagem utilizada pelo usuário na linguagem utilizada do documento.

O CatalogToMakers foi implementado tendo como objetivo atender da melhor maneira possível esses passos utilizados na recuperação da informação. Por isso, a fase de criação e avaliação dos protótipos de baixa fidelidade foram tão importantes, servindo para a criação de um protótipo final todo planejado e centrado nas necessidades do usuário.

Como o sistema se trata de uma plataforma colaborativa, ou seja, várias pessoas podem inserir e editar as informações do catálogo assim como em uma *Wiki*, o usuário também se torna o indexador do catálogo, já que ele mesmo vai realizar o processo de representação do documento utilizando dos seus próprios termos. A plataforma também permite a inserção de *Tags* (palavras-chave) para facilitar ainda mais o processo de recuperação da informação. A Figura 35 mostra de maneira simplificada como é feito o processo de indexação da informação pelo usuário, assim como a forma como ele tem acesso a informação dos componentes do catálogo.

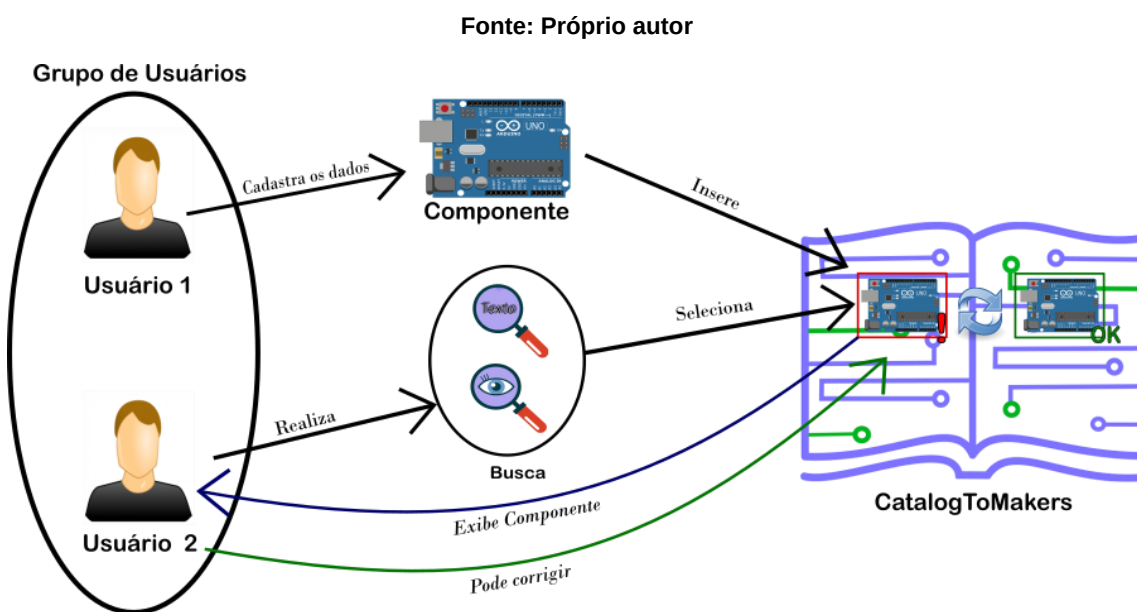


Figura 35 - Processo de recuperação e indexação da informação do catálogo

Nesse exemplo, o usuário 1 realiza o cadastro de informações relativos a um componente em específico, onde ele mesmo escolhe quais termos melhor identificam o elemento que está sendo cadastrado. Porém, nessa situação uma ou mais informações estão sendo cadastrada de forma errada, passando despercebida pelo usuário indexador que a cadastrou. Em seguida, o usuário 2

realiza uma busca pelo mesmo componente e através do resultado da busca verifica a informação incorreta. Neste momento o usuário edita a informação incorreta e deixa o catálogo atualizado novamente, sendo que essa modificação também pode ser feita para adicionar novos termos ao componente, ampliando a expressividade da representação do elemento.

Mas para que essas funcionalidades fiquem bem integradas, internamente o sistema utilizou de uma estrutura em camadas baseada no modelo de desenvolvimento em MVC (*Model-View-Controller*) utilizando junto a ele o padrão de projeto Fachada. O MVC é um *design pattern*, ou seja, foca na descrição de uma solução já testada para ocasiões problemáticas que acontecem com frequência em projetos, dando mais relevância ao contexto desses problemas e suas eventuais soluções (Voichoski et al, 2009).

De acordo com Voichoski et al (2009), na arquitetura em camadas os componentes são separados de acordo com suas responsabilidades em comum, ou seja, cada camada conterá classes, pacotes e outros componentes que possuam funções similares dentro do sistema. Isso é feito para controlar a comunicação entre as camadas, evitando acoplamento e promovendo mais coesão entre as classes relacionadas. Um exemplo de como esse processo é feito é demonstrado na Figura 36, onde uma máquina de estados baseada na desenvolvida por Krasner (1988) é exibida.

Fonte: <https://talkitbr.com/2015/07/29/utilizando-mvc-para-plataformas-moveis/>

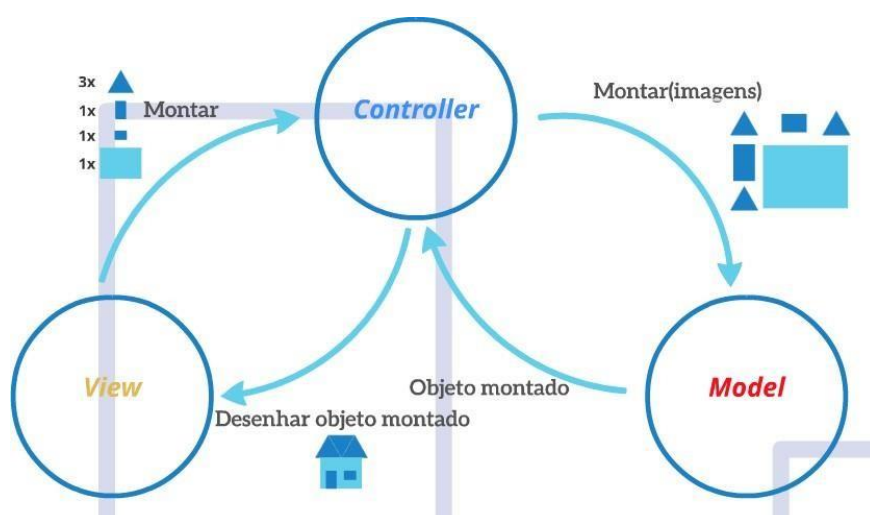


Figura 36 - Máquina de estados do modelo MVC baseada na desenvolvida por Krasner (1988)

Junto a essa divisão por camadas, também foram utilizados os *designs patterns* DAO, VO e o padrão de projetos Fachada, a fim de modularizar ainda mais a estrutura interna da plataforma. O DAO (*Data Access Object*, ou objeto de acesso a dados), é a parte referente a permanência dos dados na base de dados. Ele funciona como um mecanismo de ligação entre a estrutura de controle e a base de dados propriamente dita. Trabalhando paralelo a ele, está o VO (*Value Object*) que é utilizado para armazenar e manipular informações temporárias a respeito dos objetos que serão inseridos na base de dados através das estruturas de armazenamento utilizadas no DAO, ajudando assim a diminuir as requisições de rede e diminuindo o número de conexões com o servidor remoto (Voichoski et al., 2009). A Figura 37 representa um fluxo básico entre as camadas do MVC, e o módulo **Bean** que está representando o *design pattern* VO, e o DAO seria o restante da camada **Model**.

Fonte: <https://talkitbr.com/2015/07/29/utilizando-mvc-para-plataformas-moveis/>

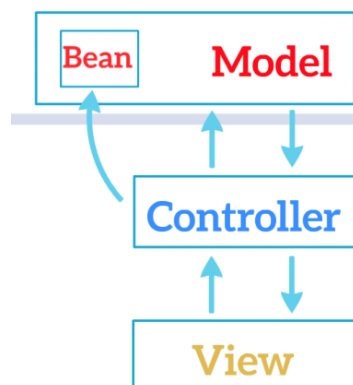


Figura 37- Fluxo entre as camadas do MVC

Com o intuito de manter uma divisão mais restrita entre as camadas, uma Fachada foi implementada baseada no padrão *facade*. Ela fica responsável por manter o encapsulamento entre todos os serviços do sistema, e construindo também camadas independentes de tecnologia de distribuição (Dias & Borba, 2002). Cada padrão que é utilizado pode facilitar modificações futuras e ampliação dos meios de propagação da ferramenta, facilitando caso seja necessário adicionar outro banco de dados, ou outra estrutura de visualização da interface, por exemplo.

Saindo um pouco da estrutura interna da aplicação, abordamos agora como é feita a interação direta do usuário com as funções da aplicação, e como as mesmas se comportam uma em relação a outra. Isso é feito através de um diagrama UML de Caso de Uso. A UML (*Unified Modeling Language*, ou linguagem de modelagem unificada) nada mais é que um padrão de metodologias de desenvolvimento baseado na orientação a objetos, e é utilizado para que envolvidos de diferentes áreas do desenvolvimento do projeto possam entender seu funcionamento (Voichoski et al., 2009). O Diagrama de caso de uso é útil para pessoas sem muito conhecimento técnico e que desejam entender como é realizada a interação entre as funções do sistema e seus atores, que pode ser desde o usuário do sistema, a outros sistemas que se comuniquem com o sistema principal. O caso de uso referente ao CatalogToMakers é representado na Figura 38.

Fonte: Próprio autor

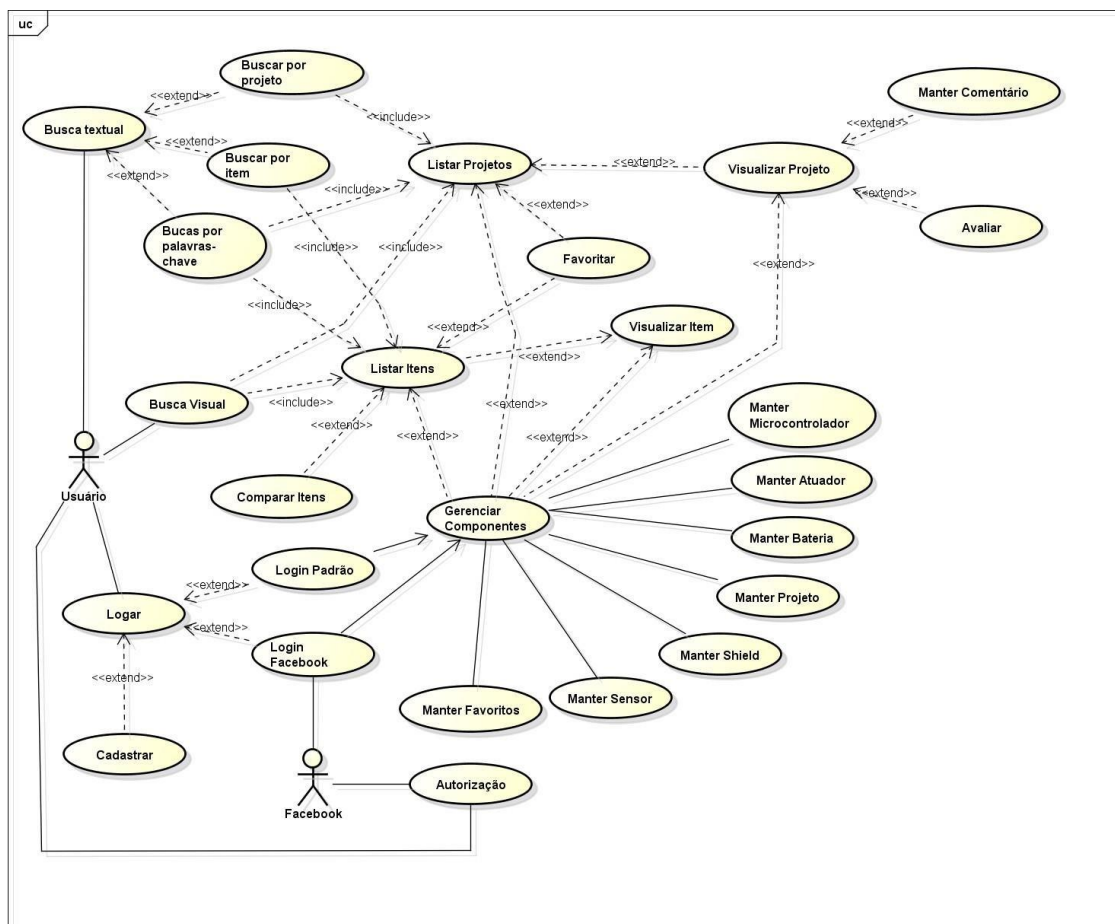


Figura 38- Diagrama de Caso de Uso do CatalogToMakers

O ator principal da plataforma é o próprio usuário, que pode variar desde pessoas sem conhecimento ou experiência com a utilização de componentes relativo a computação física, a usuários mais experientes e atuantes na área. Tudo é iniciado através da interação com a função de busca ou o sistema de *login* da plataforma, sendo os demais casos de uso só podendo ser acessados após a execução de algum deles. O Facebook aparece como um segundo ator no diagrama, apenas pelo fato de poder ser requisitado o *login* utilizando os dados cadastrados nesse sistema, se tornando uma opção para facilitar ainda mais a utilização da plataforma pelos usuários.

8.2 ***Tecnologias utilizadas***

O desenvolvimento da plataforma foi realizado com base em todas as etapas de planejamento já explicadas anteriormente, sendo primordial para a definição de uma estrutura que pudesse dar suporte as modificações futuras e as funções principais da aplicação.

Para criar uma boa representação da estrutura das classes principais do sistema, foi utilizado um modelo para desenvolvimento de arquitetura *web*. Esse é denominado *Web Application Extensions* (WAE), metodologia definida por Conallen (1999) com o intuito de modelar aplicações *web* utilizando de estereótipos dentro das classes UML para representar componentes dos projetos *web*, além de sugerir estereótipos próprios para o contexto dessa arquitetura.

Os estereótipos sugeridos pela WAE para definir o modelo da visão lógica do projeto são os que segue:

- **Estereótipos de classe:** *cliente page*, *server page* e *form*.
- **Estereótipos de associação:** *link*, *build*, *redirect*, *forward*, etc.

O modelo WAE estende a mesma estrutura da UML, introduzindo novos estereótipos adicionando semânticas e restrições que possibilitam a criação de componentes específicos da estrutura que envolve o meio de desenvolvimento de uma aplicação *web*. Com ele é possível fazer demonstrações de páginas,

links e de informações passadas dinamicamente entre a página do lado do cliente e o servidor (Conallen, 1999).

A modelagem de projetos web com WAE é feita utilizando de duas visões, sendo elas a lógica e a de componentes. Na visão lógica são definidas classes e associações, estando ela situada em um nível mais alto de abstração. Já a visão de componentes é responsável por representar os arquivos que de fatos estarão presentes no sistema desenvolvido, sendo eles: páginas, diretórios, imagens, *pluggins*, executáveis, etc. Para a representação desse projeto, foi utilizada apenas a visão lógica, sendo associada com os padrões do *design pattern* explicados anteriormente.

A Figura 39 demonstra um diagrama de classe da plataforma, desenvolvido com os estereótipos definidos pelo modelo WAE. O diagrama apresentado é uma versão resumida do original da plataforma, tendo em vista que o tamanho do diagrama original ficaria muito grande e exaustivo para ser analisado aqui.

Fonte: Próprio autor

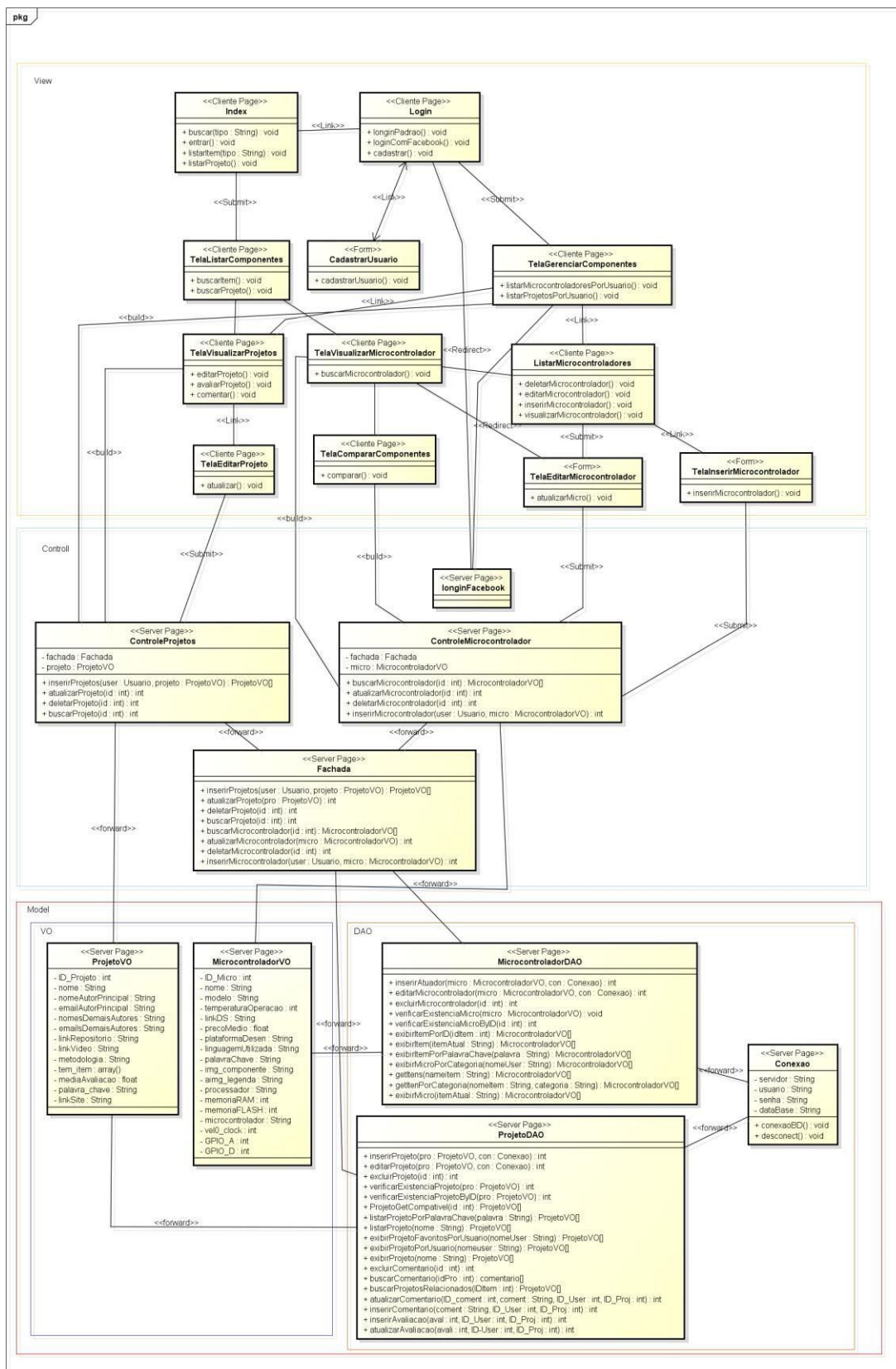


Figura 39 - Diagrama de classes resumido do sistema, utilizando do modelo WAE

Em relação a arquitetura das tecnologias utilizadas, ela ficou dividida em duas camadas principais, a *Cliente Page* e a *Server Page*, de forma parecida com os estereótipos aplicados ao WAE, porém, aqui o estereótipo relativo ao *form* está representado junto a camada do *Cliente Page*. A Figura 40 demonstra a subdivisão das camadas das tecnologias utilizadas na aplicação.

Fonte: Próprio autor

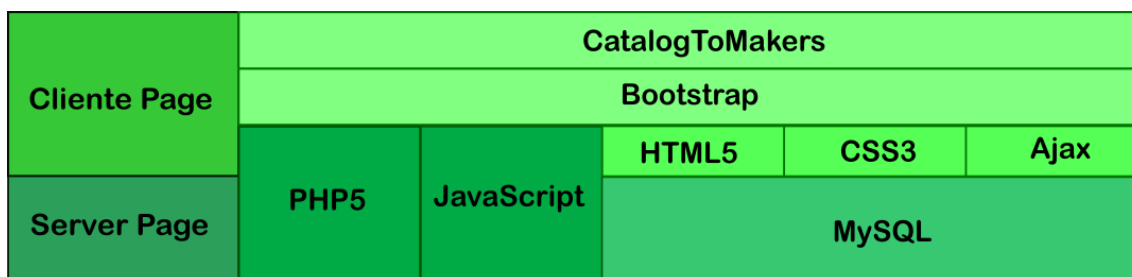


Figura 40- Estrutura em camadas das tecnologias utilizadas

A camada *Cliente Page* é tudo referente ao que é visualizado pelo usuário, tendo como sua camada mais superior a própria interface da aplicação CatalogToMakers. A mesma é construída tendo como base o *framework* Bootstrap, responsável pela maior parte da folha de estilos da plataforma. Mesmo o Bootstrap tendo a responsabilidade de fazer a organização e dar forma aos componentes da interface, em alguns casos foi necessário utilizar de uma folha de estilo CSS3 específica, para satisfazer propósitos não suportados pelo *framework*. O HTML5 é o que dá a estrutura da página, e com o intuito de deixá-la mais dinâmica, também foi usado os recursos da biblioteca Ajax, sendo ele necessário para a execução das buscas instantâneas implementadas na função comparar e adicionar itens compatíveis e utilizados nos projetos.

Ainda no *Cliente Page*, é necessário a utilização de código em PHP5, tanto com o objetivo de coletar as informações dos formulários e exibi-las nas respectivas páginas de seus componentes ou projetos, como para criar variáveis globais a fim de fazer registros temporários por meio de sessões (`$_SESSION('nome')`), que são recursos que tem o papel de salvar informações apenas durante o período em que o navegador está sendo executado. O código em PHP5 é executado em quase todas as páginas da aplicação, seja ela

interface, controle ou persistência, e por esse motivo ele se encontra tanto na camada de *Cliente Page* como na camada *Server Page*.

Assim como o PHP5, o JavaScript é usado em ambas as camadas, porém em menor proporção na camada do *Server Page*, sendo manipulado principalmente na parte de visualização e controle dos dados. Ele é responsável pela manipulação de alguns campos do HTML5, dando mais dinamismo as funções na página e também possibilitando a manipulação de alguns efeitos. Fora da interface ele é usado no controle relativo as pesquisas dinâmicas e ao controle indireto dos componentes em algumas classes de controle.

Na parte mais baixa do *Server Page*, está o MySQL, sendo responsável pela persistência dos dados na base de dados da plataforma. Aqui são feitas as inserções, atualizações, exclusões e buscas dos componentes e projetos da plataforma. A principal requisição feita ao banco de dados é a de busca por componentes, e a mesma é feita de várias formas na base. A Tabela 3 lista os principais tipos de busca relativos ao componente microcontrolador e aos Itens de forma geral.

Tabela 3- Lista de algumas funções relativas a busca na plataforma

Nome da Função	Descrição	Componente
<i>exibirFavoritoPorUsuario(\$nomeUser)</i>	Exibe uma lista de todos os componentes favoritos relativos ao usuário que está logado no momento.	Todos os Itens
<i>exibirFavoritos(\$idUser,\$tipo)</i>	Exibe somente os favoritos do tipo passado por parâmetros.	Projetos e Itens

<i>exibirItemPorID(\$itemAtual)</i>	Retorna todas as informações do item com ID especificado.	Todos os Itens
<i>exibirItem(\$itemAtual)</i>	Retorna todos os itens que possuem a <i>string</i> de busca (<i>\$itemAtual</i>) entre seu nome.	Todos os Itens
<i>exibirItemPorPalavraChave(\$itemAtual)</i>	Retorna todos os itens que possuem a <i>string</i> de busca (<i>\$itemAtual</i>) entre suas palavras-chave.	Todos os Itens
<i>exibirMicroPorCategoria(\$nomeUser)</i>	Retorna todos os Microcontroladores do usuário especificado no parâmetro (<i>\$nomeUser</i>)	Microcontrolador
<i>getItens(\$itemAtual)</i>	Retorna todos os Microcontroladores que possuem a <i>string</i> de busca (<i>\$itemAtual</i>) entre seu nome.	Microcontrolado

<i>getItenPorCategoria(\$itemAtual, \$categoria)</i>	Retorna todos os Itens que possuem a <i>string</i> de busca (\$itemAtual) entre seu nome e é da categoria especificada (\$categoria).	Todos os Itens
<i>exibirMicro(\$itemAtual)</i>	Retorna todas as informações referente ao Microcontrolador que possuem a <i>string</i> de busca (\$itemAtual) entre seu nome.	Microcontrolador

A principal consulta e a que é mais executada é a da função *exibirItem(\$itemAtual)*. Através dela são recuperados todos os itens que possuem dentro do seu nome principal a *String* de busca especificado pelo usuário no campo busca que está na tela inicial e no menu principal da aplicação. O nome de cada Item é composto pelo tipo do componente + o nome do seu modelo (*\$nomeItem = \$nome." ". \$modelo;*), isso é feito para aumentar as chances de sucesso na recuperação da informação pelo usuário, já que será mais informações a serem verificadas. O código *sql* da consulta executada na função *exibirItem(\$itemAtual)* é exibido a seguir:

```
SELECT * FROM item WHERE nomeItem LIKE '%$itemAtual%'
```

A tabela Item, é composta pelas informações comuns a todos os itens, isso ajuda na hora da busca, sendo necessário a consulta apenas a uma tabela para identificar a existência ou não do Item. Informações mais técnicas, como desenho de pinagem, ou informações elétricas estão em uma tabela separada

para cada componente, sendo essas informações carregadas apenas se o Item for selecionado na consulta e precisar ser exibido.

Para tentar entender melhor como é a relação entre as entidades do projeto e seus relacionamentos, a Figura 41 mostra como isso é feito de duas formas, sendo a Figura 41(A) relativa ao relacionamento principal entre a entidade Item e o componente Microcontrolador, e a Figura 41(B) mostra o relacionamento da entidade Projeto e suas entidades vinculadas.

Fonte: Próprio autor

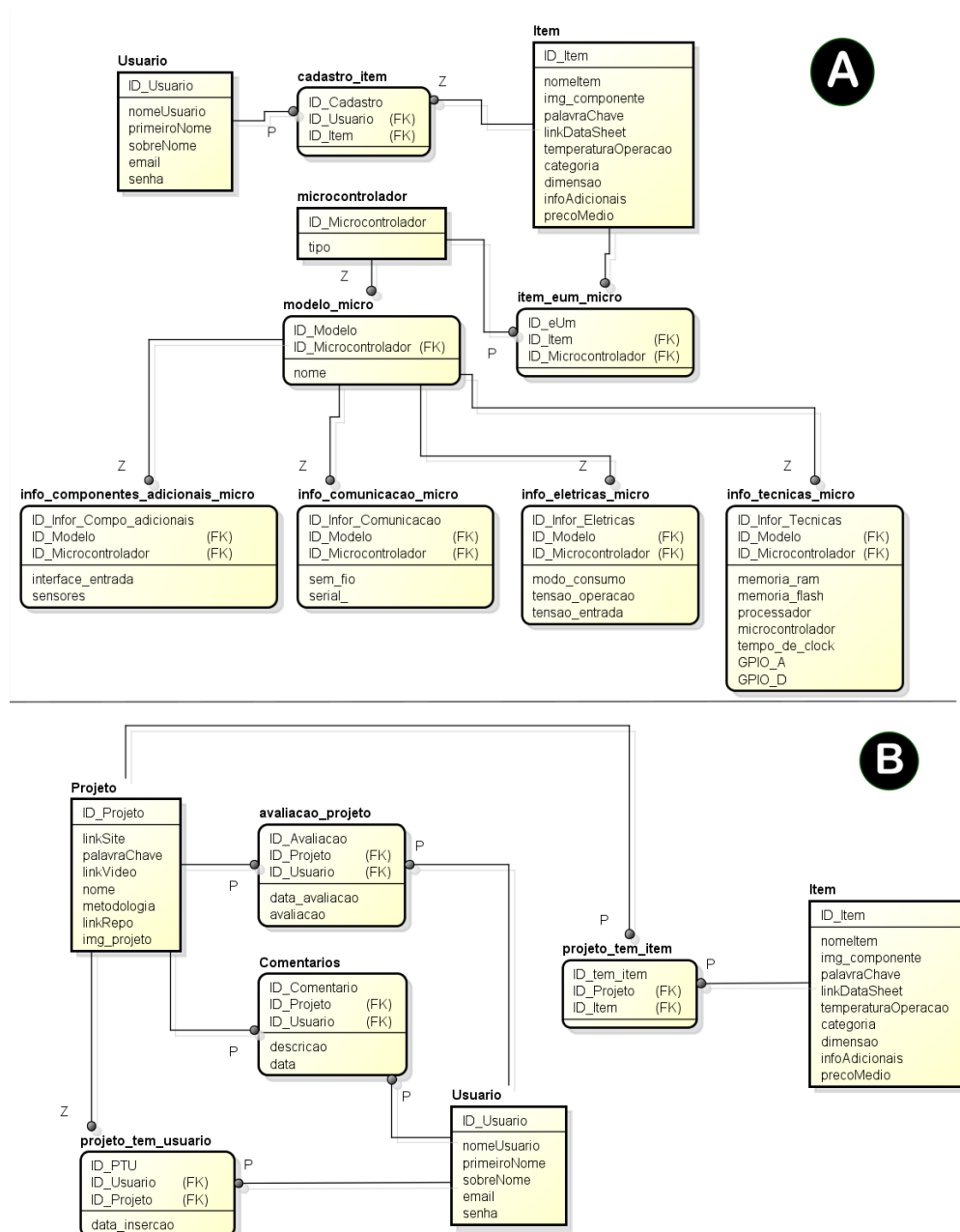


Figura 41- Diagrama Entidade Relacionamento de parte do projeto

Assim como demonstra a Figura 41 (A), os modelos E-R dos outros componentes também possuem as mesmas subdivisões, ou seja, todas possuem informações técnicas, informações gerais do componente e informações elétricas. As informações referentes aos componentes adicionais são exclusivas do componente microcontrolador. Como mencionado anteriormente, essa divisão por categoria é feita para facilitar o acesso a informação, sendo um modelo adaptado do FRBR, que como explica Costa (2016) é um modelo conceitual baseado no modelo Entidade Relacionamento, mas focado em descrever os dados de um domínio bibliográficos (nesse caso, adaptador para descrição das características dos componentes).

8.2.1 Detalhe das tecnologias utilizadas

Como demonstrado anteriormente, algumas tecnologias foram utilizadas para dar suporte e tornar possível o desenvolvimento da plataforma. Porém, antes mesmo do início da implementação foram utilizados protótipos para fundamentar a ideia principal e definir as principais funcionalidades da aplicação.

Inicialmente, foi utilizado da técnica de *Storyboards* para passar a ideia principal da aplicação. De acordo com Lucena et al (apud Bastos 2016), os *Storyboards* são pequenas cenas ou marcos em formato de desenho que descrevem a sequência lógica que determinada atividade deve seguir, sendo o caso do primeiro protótipo da aplicação, onde a sequência lógica das telas foram explicados por meios de rabiscos das telas que ele deveria ter.

Após isso, no protótipo 2 foi utilizado uma ferramenta mais visual, o Adobe XD. Explicado de maneira breve anteriormente, essa ferramenta conhecida também com *Adobe Experience Design*, é a ferramenta da *Adobe Systems* voltada para a criação e organização de *design* de aplicações móveis e *Desktop*, sendo útil desde a etapa de concepção até a fase de protótipo, permitindo visualizar e compartilhar seu resultado com mais pessoas. A aplicação já vem com 3 modelos pré-definidos para facilitar o trabalho do projetista, sendo eles para as telas dos iPhone 6, iPad e monitores com 1920 x 1280 de resolução¹⁰.

¹⁰<https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/adobe-xd.html>

Atualmente já existem versões compatíveis com outras plataformas, como Windows e Android, onde os protótipos podem ser visualizados normalmente.

Falando agora sobre as ferramentas utilizadas para desenvolvimento da plataforma, a primeira preocupação foi em dar suporte as características relativas a recuperação e visualização da informação, para embasar uma busca agradável e rápida para o usuário. Se tratando da interface, o *framework* Bootstrap foi o escolhido após uma pesquisa rápida e análise das suas principais características. Ele se trata de uma ferramenta para dar suporte à criação de projetos responsivos para dispositivos *mobile* na *web*, possuindo uma vasta gama de componentes *front-end* bastante populares no desenvolvimento *web* do mundo inteiro¹¹.

Esse *framework* se trata de uma ferramenta gratuita para criação de aplicações em HTML, CSS e JS (representados na base do *Cliente Page* Figura 40), possibilitando desde a criação de protótipos funcionais a grandes aplicações, utilizando das variáveis de *mixins* Sass, sistemas de *grid* responsivos, componentes já implementados e *plugins* bastante robustos utilizando jQuery¹².

Contudo, em alguns setores da aplicação foi necessário utilizar uma folha de estilos diferente das definidas nas classes do Bootstrap, com isso foi necessário adicionar alguns componentes de estilo novos utilizando CSS3.

O CSS é uma linguagem utilizada em folha de estilo com o objetivo de deixar a página *web* exibida mais apresentável e elegante, estando diretamente relacionada com *design* e aparência. Ou seja, é a camada estética da página que está sendo desenvolvida. É através dele que os componentes HTML são modificados e ganham cor, deixando a experiência do usuário final mais agradável¹³.

O CSS, está diretamente ligado com o HTML (*Hypertext Markup Language*), que nada mais é que a estrutura da página. Ele permite que os desenvolvedores criem seções, parágrafos, cabeçalhos e *links*, tanto para a mesma página como para páginas externas a da aplicação. O HTML não é definido como uma linguagem de programação, sendo assim, não pode ser

¹¹ <https://getbootstrap.com.br/>

¹² <https://getbootstrap.com.br/>

¹³ <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-css-guia-basico-de-css/#gref>

utilizada para criar funções e deixar a página mais dinâmica, sendo esse um papel geralmente feito com a utilização de *JavaScript*¹⁴.

O *JavaScript*, ou JS como também é chamado, é uma linguagem de *script* para página *web*, leve, interpretada e baseada em objetos com funções em primeira classe. Ela também pode ser utilizada em ambientes fora da *web*, como *node.js*, *Apache CouchDB* e *Adobe Acrobat*. Além disso, ela também é uma linguagem com base em protótipo, dinâmica e multi-paradigma, dando suporte a orientação a objetos, estilos imperativos e declarativos¹⁵.

No funcionamento da aplicação, em algumas vezes o JS não funcionou sozinho, mas junto a outro recurso bastante importante para que algumas atividades pudessem ser implementadas. O Ajax, acrônimo de *Asynchronous Javascript and XML*, ou do português “*javascript* e XML assíncronos” é uma chamada de algum determinado recurso ao servidor através de código *javascript* no navegador *web*. O resultado dessa chamada deve atualizar apenas um setor em específico da página, não sendo preciso atualizar a página por completo. Por ser uma chamada assíncrona (o *script* que fez a chamada continua sendo executado sem esperar a resposta), quando a resposta do servidor acontece uma função JS faz o tratamento dos dados retornados, atualizando o a parte da página que é especificada¹⁶.

Como exemplo de como o Ajax foi utilizado, temos a Figura 42, onde são encaminhados os dados do campo com o ID “ID_Busca_Item2” para a página ‘*ControleBuscaComparar.php*’, e o retorno dessa página é jogado dentro da *div* com ID “resultCampo2”. Com isso, apenas essa seção da página é atualizada, o sobrescrevendo com o conteúdo retornado na operação *success*.

¹⁴ <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-html-conceitos-basicos/>

¹⁵ <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>

¹⁶ <https://www.devmedia.com.br/ajax-tutorial/24797>

Fonte: Próprio autor

```
$.ajax({  
    url : 'ControleBuscaComparar.php',  
    type: 'POST',  
    data:{ID_Busca_Item2:$('#ID_Busca_Item2').val()},  
  
    success: function(data)  
    {  
        $("#resultadoCampo2").html(data);  
    }, error:function()  
    {  
        $("#resultadoCampo2").html("Houve um erro!");  
    }  
});
```

Figura 42- Trecho de código Ajax utilizado

Passando agora para a camada de *back-end* da aplicação, chegamos ao PHP, que apesar de estar presente também no *Cliente Page*, se encontra em sua grande maioria do *Server Page*. O PHP é um acrônimo recursivo para *Hypertext Preprocessor*, e se trata de uma língua *script* de código livre que possui várias funcionalidades, bastante utilizada no mundo todo e especialmente utilizada para programação *web*, tendo a possibilidade de ser inserida no meio do HTML. Apesar de o PHP estar também relacionada na camada do *Cliente Page*, toda sua execução é feita no servidor, gerando o HTML que depois é enviado para o navegador, ou seja, o navegador apenas recebe o resultado, mas não tem conhecimento sobre seu código fonte¹⁷.

Além disso, o PHP também é utilizado para manipular as funções de conexão com o banco de dados (BD), realizando os procedimentos desde o início até o fim das transições no BD. Nesse projeto, o banco utilizado foi o MySQL, banco de dados de código aberto mais conhecido do mundo.

¹⁷ https://secure.php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php

9 AVALIAÇÃO E COLETA DE DADOS

A fase de avaliação da ferramenta foi dividida em duas etapas. Na primeira, ocorreu uma análise comparativa presencial e na segunda, sucedeu uma análise de usabilidade junto a um conjunto de diferentes usuários em potencial da plataforma. De forma sintetizada, esse processo foi particionado da seguinte forma:

- **Análise comparativa presencial:** nesse processo, os avaliadores foram convidados a executar uma série de tarefas utilizando a ferramenta CatalogToMakers e o *e-commerce* Filipeflop. O Filipeflop foi escolhido por se tratar de um site bastante conhecido e por possuir as mesmas funcionalidades que o CatalogToMakers no contexto da lista de atividades definida. O objetivo dessa etapa é analisar o processo de recuperação da informação perante o usuário, e identificar o tempo em que eles conseguem realizar as tarefas usando os dois sistemas. Além disso, esse passo da avaliação foi útil para identificar as reações dos diferentes perfis de usuários em relação a determinado fluxo de atividades do sistema.
- **Análise de usabilidade:** nessa etapa, os usuários foram convocados a utilizar a plataforma (apenas a CatalogToMakers) de maneira exploratória, sem um roteiro em específico, apenas com sugestões de por onde poderiam iniciar. Após isso, foi aplicado o *System Usability Scale* e um questionário aberto, tendo como objetivo entender como está sendo estabelecido o processo interativo entre o sistema e o usuário final.

9.1 *Análise comparativa presencial e coleta de dados*

Essa etapa da análise tem o objetivo de entender e comparar na prática o processo de recuperação da informação da ferramenta CatalogToMakers e do site Filipeflop. Ela foi feita através da execução de uma série de 10 Atividades (5 para cada sistema) por um grupo de usuários de diferentes perfis e experiências, onde cada uma dessas atividades tinha como meta explorar diferentes funções em comum a ambos os sistemas.

Cada avaliação foi filmada com o consentimento dos avaliadores, tendo em vista identificar o tempo em que cada usuário executava as atividades em

cada plataforma, e também para tentar achar momentos de dificuldades e inconsistências de execução das tarefas por motivos operacionais ou até mesmo visuais. Nesse contexto, os participantes deveriam dizer se conseguiam ou não executar determinada tarefa dentro do fluxo de atividades de cada aplicação. Ao final da realização das atividades de ambos os sistemas, os avaliadores registraram seus relatos e sugestões a respeito da experiência tida com a plataforma.

9.1.1 Perfil dos avaliadores

Em relação ao perfil, todos os 11 avaliadores presenciais são brasileiros, sendo que 4 deles são do sexo feminino e 7 do sexo masculino. Se tratando do conhecimento a respeito da computação física, tendo como base uma escala de 1 a 5, três dos usuários se declararam em um nível 4 de conhecimento sobre o assunto. Outros cinco usuários disseram que estavam no meio da escala e marcaram o 3 como nível de conhecimento. Os três usuários restantes, marcaram o 2 como nível de conhecimento na área de computação física e prototipagem. Essa relação é demonstrada na Figura 43.

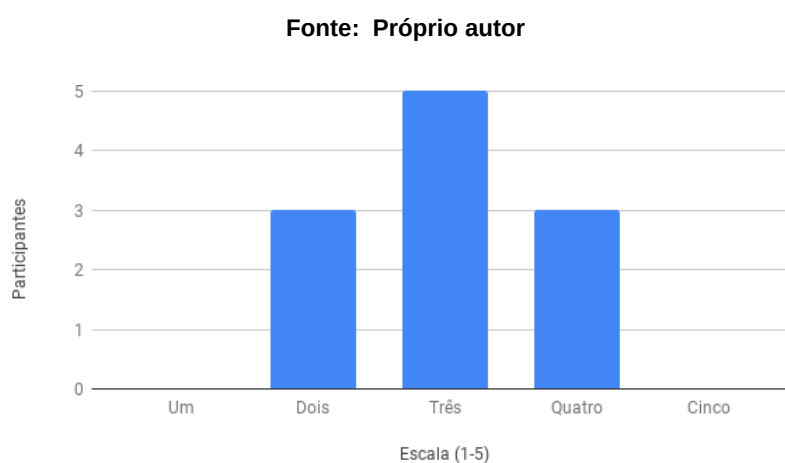


Figura 43- Relação do conhecimento dos participantes da primeira avaliação sobre computação física

Também foi questionado aos avaliadores a respeito do seu nível de prática com algum microcontrolador ou componente eletrônico. Dentre os participantes, 9,1% disseram **nunca ter utilizado** esse tipo de componente de maneira prática. Grande maioria dos avaliadores disseram que **já utilizaram**,

mas muito pouco, sendo essa parcela correspondendo a 72,7% do total. Os 18,2% restante dos avaliadores, disseram que **já tiveram muitas experiências** nesse contexto. O Gráfico da Figura 44 relata essas informações.

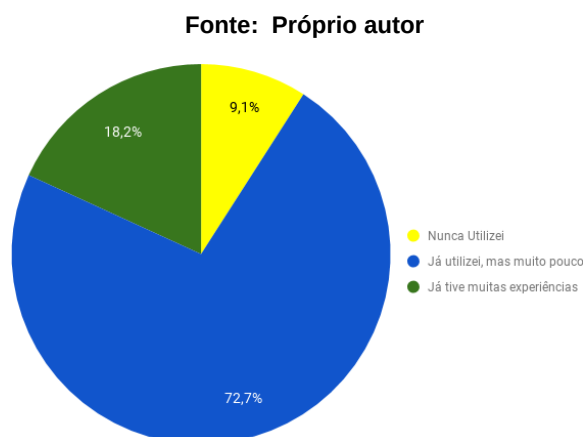


Figura 44 – Nível de experiências dos participantes da primeira avaliação com Computação Física

Em relação a faixa etária dos participantes, **27,3%** dos deles possuem idade entre **18 e 24 anos**. A grande maioria dos usuários então na faixa etária entre **25 e 30** anos correspondendo a **63,6%** dos envolvidos. E apenas um dos participantes possui idade entre **31 e 40 anos**. Essas informações são representadas no gráfico da Figura 45.

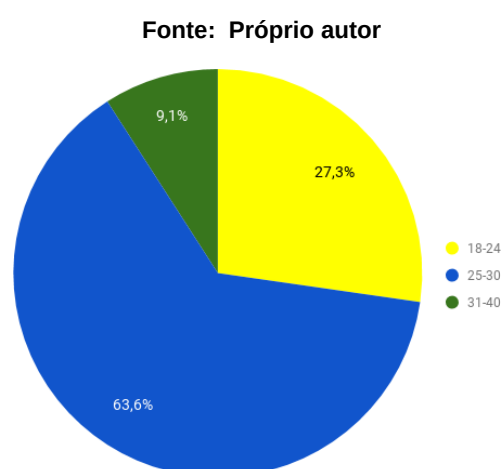


Figura 45- Faixa etária dos avaliadores presenciais da primeira avaliação

A segunda parte do questionário foi composta por questões abertas para coletar informações gerais a respeito da experiência com a aplicação (também utilizado no processo de avaliação de usabilidade, e descrito com mais detalhes

posteriormente). Neste sentido, dar-se início a fase de coleta de dados sobre a aplicação, utilizando uma série de tarefas pré-definidas e as comparando com outro trabalho relacionado.

9.1.2 *Execução de tarefas pré-definidas*

Como brevemente explicado, foram elaboradas 5 tarefas para que os avaliadores executassem utilizando as duas plataformas comparadas. Cada uma das cinco atividades planejadas teve o objetivo de fazer o usuário explorar funções que influenciassem principalmente o processo de recuperação da informação a respeito de características dos componentes. Devido a isso, funções mais específicas não foram exploradas por não pertencerem ao contexto de ambas as aplicações, sendo essa tarefa desenvolvida na análise de usabilidade feita posteriormente. A seguir, são descritas as tarefas realizadas por cada usuário no momento da avaliação:

- I. Procure por duas placas de desenvolvimento de microcontroladores com Bluetooth embutido e diga qual deles possui um melhor consumo de corrente (mA).
- II. Procure por dois Shields compatíveis com o Arduino e indique o que possui menor consumo de corrente (mA).
- III. Procure por dois LEDs e faça a comparação entre suas tensões de operação (nominal) e indique qual tem a menor.
- IV. Procure por sensores de distância e compare os seus preços e modo de consumo (quantidade de energia gasta). Indique qual seria o melhor em relação a esses dois parâmetros.
- V. Procure por um projeto que demonstre a utilização prática do módulo X-Bee.

Nem todas as tarefas foram executadas por todos os avaliadores. Em ambos os sistemas nenhuma das tarefas foi executado por 100% dos usuários, sendo o melhor aproveitamento do CatalogToMakers com uma média de aproximadamente 9 avaliadores por atividade. O site Filipeflop obteve uma média de execução de aproximadamente 6 avaliadores por atividade. As Figuras 46 e 47 demonstram a execução das atividades pelos participantes do processo.

Fonte: Próprio autor



Figura 46- Registro das avaliações do CatalogToMakers

Fonte: Próprio autor



Figura 47 -Registro das avaliações do Filipeflop

Dentro do contexto da atividade menos executada em cada aplicação, ambas registraram a atividade número 2 como a menos executada, onde no CatalogToMakers, **27,3%** dos avaliadores tiveram dificuldades em encontrar a informação solicitada, e não conseguiram executar a tarefa. No site Filipeflop, um total de **72,7%** dos usuários não foram capazes de executar o procedimento solicitado. Essa relação está evidenciada na Figura 48.

Fonte: Próprio autor

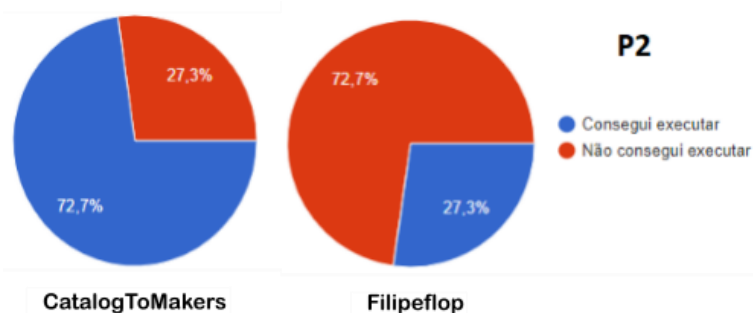


Figura 48 - Tarefa menos executadas pelos avaliadores em cada plataforma avaliada

Na execução de todas as atividades, o CatalogToMakers demonstrou maior eficiência no processo de recuperação da informação em relação ao site Filipeflop, sendo executado com sucesso por uma quantidade maior de avaliadores em todas as tarefas propostas. A relação geral do número de atividades executadas pelos avaliadores em cada plataforma é vista no gráfico da Figura 49.

Fonte: Próprio autor

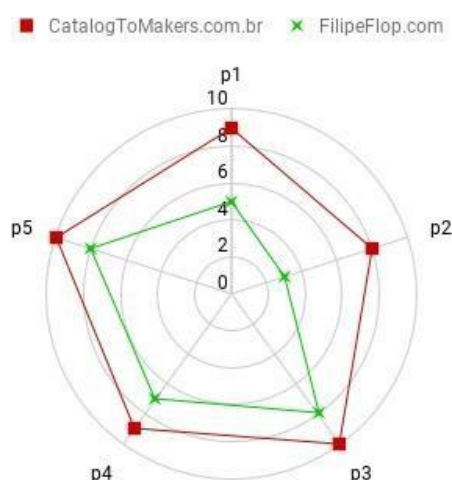


Figura 49- Relação da execução das atividades pelos avaliadores para cada plataforma

Para ampliar a verificação quantitativa desse processo, foi realizada a análise de vídeo utilizada por Calegario (2017) em sua tese de doutorado, onde se teve como base os estudos desenvolvidos por Jordan e Henderson (1995). Segundo os autores a utilização de vídeo é mais produtiva e segura que uma simples anotação pois permite que caminhos sejam revisto e analisados quantas vezes for preciso durante o processo (Jordan e Henderson, 1995).

Nesse contexto, utilizando dos vídeos gravados para cada usuário durante sua interação com cada plataforma, foi mapeado o tempo levado por cada um para executar as 5 tarefas propostas pelo estudo em cada plataforma. O CatalogToMakers teve suas atividades executadas em menos tempo em 6 avaliações em relação a 5 do site Filipeflop. A diferença pode não parecer tanta, mas o fato das atividades serem as mesmas executadas para ambas as plataformas agilizou de certa forma a execução das atividades na segunda plataforma (pelo usuário já saber o que deveria fazer), no caso o site Filipeflop.

A relação do tempo utilizado por cada participante na execução das tarefas é demonstrada a seguir na Figura 50, onde os avaliadores foram enumerados de **A1** até **A11** para melhor representá-los ao longo do texto.

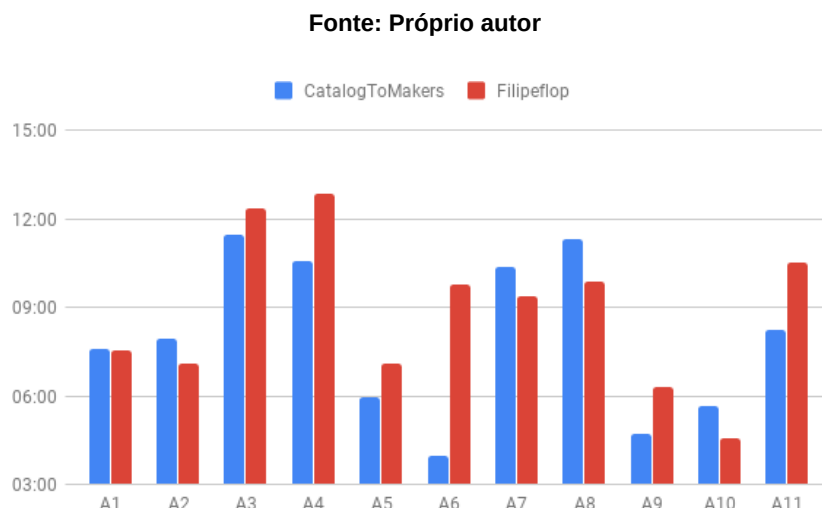


Figura 50 - Tempo de execução das atividades por cada avaliador nas plataformas CatalogToMakers e FilipeFlop.

Para um melhor entendimento da diferença entre os tempos levados para execução das tarefas em cada aplicação, também foi feita uma média geral entre os tempos de todos os avaliadores. Nesse levantamento fica mais evidente as diferenças do período de execução levado pelos avaliadores durante suas interações com cada aplicação. Diferença essa relatada do gráfico da Figura 51.

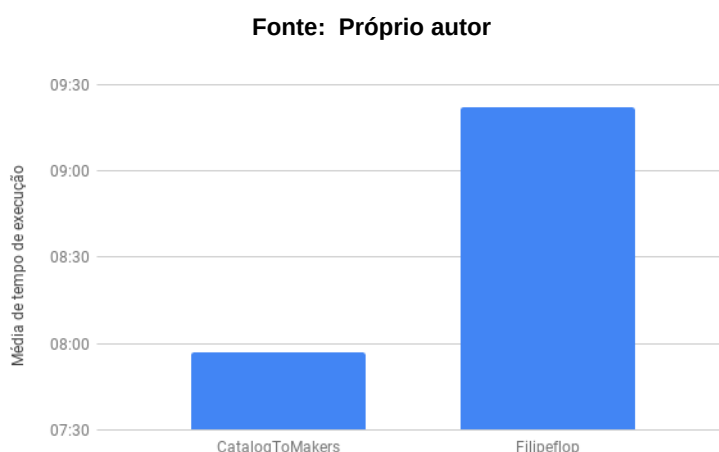


Figura 51 -Média do tempo de execução das atividades pelos avaliadores para as duas aplicações

O tempo que os usuários levam pra executar as atividades, está diretamente ligado ao processo de recuperação da informação. Quanto antes o usuário tiver a informação desejada mais satisfeito ele vai ficar, e aplicando ao processo de criação de um protótipo, por exemplo, acaba reduzindo o esforço pela busca dos componentes específicos para o projeto. Entende-se também que esse processo pode ser aprimorado, pois ainda há algumas inconsistências na aplicação que foram identificadas e podem ser aperfeiçoadas em iterações futuras, melhorando ainda mais o tempo utilizado para a obtenção dessas informações.

9.1.3 Relatos das experiências

Durante as avaliações, foram analisadas uma série de variáveis no enfoque da usabilidade e de performance com a ferramenta. Do ponto de vista negativo, por ainda se tratar de um protótipo, a plataforma demonstrou em alguns instantes um pouco de inconsistência no momento da pesquisa relacionada a alguns termos. Por exemplo, quando alguns avaliadores procuraram pelo termo “X-Bee”, o sistema retornava um resultado inválido (em branco), como se não existisse nada relacionado a esse termo na base de dados da plataforma, sendo mencionado pelo avaliador **A2** que em “*Algumas telas a busca não estava funcionando o que me deixou um pouco confuso.*”. Entretanto, o problema estava na maneira como a informação estava registrada, sendo a descrição do elemento indexado na plataforma constando como “XBee”, resultando na inconsistência do resultado e podendo ser facilmente corrigida.

Outro ponto observado durante as avaliações, foi que algumas funções que seriam primordiais para o desenvolvimento mais veloz das tarefas não foram acessadas por grande maioria dos avaliadores. A função de **comparar**, por exemplo, apenas 3 dos 11 avaliadores chegou a utiliza-la, e todos obtiveram um tempo de execução das tarefas bastante inferior aos demais. Em um dos seus comentários, o avaliador **A4** chegou a citar que é “*Muito difícil para realizar comparações entre peças*”, pois nem chegou a acessar essa função. Ainda em um dos seus comentários, esse avaliador sugeriu que houvesse junto ao botão de pesquisa a informação que através daquela busca, também poderiam ser realizadas comparações entre os componentes, ou até mesmo deixar isso em forma de *placeholder* dentro do campo de busca.

Outro ponto citado como negativo, foi a questão da quantidade de informações armazenada na base da plataforma. Um dos usuários (**A3**) fala: *“Banco de dados pequeno”* e outro (**A10**) relata que *“As informações sobre o que se está buscando é incompleta”*. Todavia, por se tratar de um sistema colaborativo e estar em fase de testes, é normal a pouca quantidade de componentes e/ou informações, já que essas são coisas que devem ser feita por várias pessoas, criando uma comunidade grande de apoio ao desenvolvimento de protótipos de computação física, e assim, ampliando o arcabouço informacional da aplicação.

Em relação aos pontos positivos, um dos termos que se repetiu muito foi o *“Fácil de usar”* (**A1, A3, A5, A8**), sendo mencionado por uma grande quantidade de avaliadores. Alguns participantes também falaram sobre a importância para o desenvolvimento de projetos na comunidade *maker*, relatando pontos importantes tidos como objetivos iniciais para o desenvolvimento da plataforma. Nesse sentido, o usuário **A1** destaca: *“Ferramenta bem intuitiva e de fácil acesso aos componentes, com detalhes importantes para desenvolvimento de projetos. Compartilhamento e colaboração de projetos são os pontos fortes da inovação que a plataforma tem.”*.

Outro detalhe bastante elogiado, foi a clareza em relação a disposições dos componentes da interface, sendo destacado a simplicidade e praticidade em relação aos objetivos principais da aplicação. O participante **A2** destaca *“A home do site é clean e já traz de cara os pontos principais da ferramenta.”*, e outro (**A7**) também enfatiza essa característica dizendo: *“Boa usabilidade, visualização clara dos recursos disponíveis (intuitiva)”*.

Outro objetivo inicial do projeto destacado pelos usuários, foi a praticidade que a função de comparar trouxe para ferramenta. Além de elogiar a iniciativa, o avaliador **A2** ainda opinou sobre uma possível melhoria de uma das funcionalidades: *“A ferramenta de comparação de dispositivos achei massa, ainda não tinha visto em outra ferramenta. Talvez nesse momento já pudesse ter uma lista de projetos comparando qual dispositivo eu consigo fazer mais coisa... o que pode me auxiliar num processo de escolha da ferramenta.”*. O avaliador **A9** também destaca essa característica da ferramenta dizendo: *“A questão de comparação dos equipamentos, é bem útil.”*. Além do já citado, outros

pontos como a rapidez e a organização das informações também foram mencionados.

Nesse sentido, todos os comentários foram muito importantes para o processo de avaliação da ferramenta. O fato de poder analisar a interação do usuário e identificar seus pontos de maior e menor dificuldade serão de extrema importância para aprimorar mais ainda a plataforma futuramente e deixá-la mais atrativa e eficiente possível para seus usuários em potencial.

9.2 Análise de usabilidade

Essa etapa do processo de avaliação, teve como objetivo principal identificar informações referentes ao processo de usabilidade entre os usuários e a ferramenta, assim como identificar opiniões a respeito do processo de recuperação da informação. Nesse sentido, buscou-se incitar a exploração do sistema pelos avaliadores, desde a realização do cadastro, até ao processo de comparação dos componentes.

Os usuários recrutados receberam instruções de como poderiam utilizar a ferramenta, e após a exploração eles foram solicitados a responder um questionário, sendo ele dividido em três partes: Perfil do usuário, *System Usability Scale* (SUS) e Pesquisa de opinião, onde essa última foi dividida em 5 questões abertas, foram elas:

- I. Em que contexto você acha que a ferramenta poderia ser utilizada?
- II. Que tipo de perfil de usuário você acha que mais se beneficiaria com a ferramenta?
- III. Você conhece algum projeto similar? Se sim, qual?
- IV. Quais os pontos negativos da ferramenta?
- V. Quais os pontos positivos da ferramenta?

As informações dos questionários foram coletadas em um período de uma semana, sendo feita de forma online pelos participantes. Ao fim desse período, as respostas foram analisadas e todas as informações referentes aos dados examinados são detalhados nas subseções a seguir.

9.2.1 Perfil dos avaliadores

Para essa fase da avaliação, foram recrutados 21 participantes de diferentes perfis, todos brasileiros e com variados níveis de conhecimento. As filiações foram bastante distintas, havendo componentes da pós-graduação em Informática Aplicada da UFRPE, do Centro de Informática da UFPE e também dos cursos de informática e eletrônica do Instituto Federal de Pernambuco – IFPE, onde todos são enumerados de **P1** até **P21** para uma melhor organização das citações. Em relação ao grau de instrução dos usuários sobre computação física, o grupo se manteve bem equilibrado, possuindo porcentagens parecidas para cada ponto, com exceção do nível 1 (de uma escala de 1 até 5) que não teve nenhum membro. Dessa forma, **19%** das respostas foram dos usuários que se consideraram com **pouco conhecimento** sobre computação física, escolhendo a opção de número 2. Os usuários com **conhecimento moderado**, marcaram a opção 3, que correspondeu a **28,6%** do total de avaliadores. Também com **28,6%**, foram os usuários que se consideraram com um **nível bom de conhecimento** a respeito da área, escolhendo a opção de número 4. E por fim, com **23,8%** foram os avaliadores que marcaram a opção de número 5, relatando possuir **muito conhecimento** a respeito da área do estudo. Essa relação percentual é relatada no gráfico exposto na Figura 52.

Fonte: Próprio autor

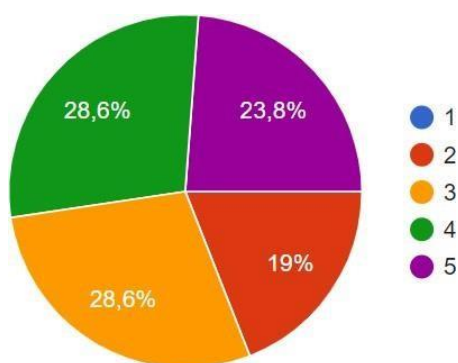


Figura 52 - Nível de conhecimentos dos usuários sobre computação física

Outro ponto explorado a respeito do perfil dos usuários, foi sobre o nível de experiência que eles tinham a respeito de práticas utilizando microcontroladores ou algum tipo de prototipagem com componentes eletrônicos. Em relação a isso, **4,8%** dos avaliadores disseram **nunca ter**

utilizado desses componentes, o que não chega a ser um ponto negativo já que a plataforma também é voltada para entusiastas que possuem vontade de entender sobre o mundo da computação física. Os usuários que **já utilizaram, mas muito pouco** correspondem a maior parcela dos avaliadores, com **61,9%** do total. E por fim, com **33,3%** estão os usuários que **já tiveram muitas experiências** com prototipagem e o uso de componentes eletrônicos. Todas essas informações estão na Figura 53.

Fonte: Próprio autor

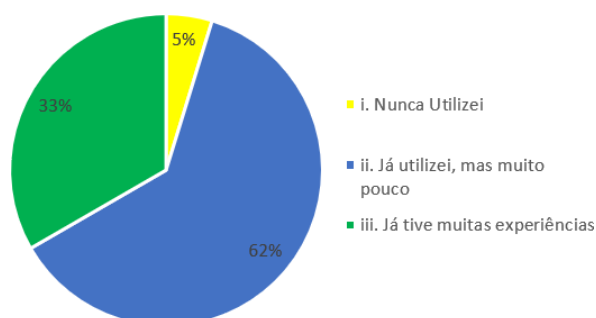


Figura 53 - Nível de experiência prática dos usuários na segunda etapa da avaliação

Finalizando o questionário de perfil do usuário, foi feito o levantamento sobre a faixa etária dos avaliadores. Todos os participantes são maiores de idade e uma grande maioria, compondo uma fatia de **47,6%** possui entre 18 e 24 anos de idade. Outra parcela com os mesmos **47,6%**, tem idade entre 25 e 30 anos, e apenas 4,8% possui mais de 30 anos (entre 31 e 40 anos). A Figura 54 representa a faixa etária dos usuários dessa fase da avaliação.

Fonte: Próprio autor

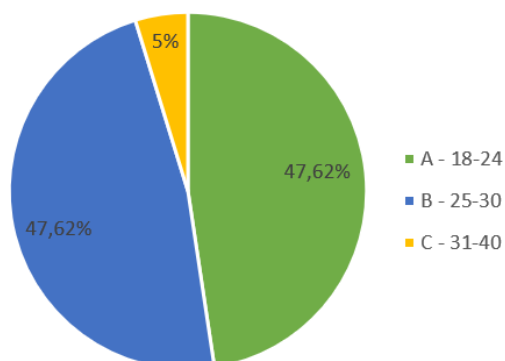


Figura 54 - Faixa etária dos usuários da segunda etapa da avaliação

Após o processo de identificação das características dos avaliadores, foi aplicado o questionário SUS e um conjunto de 5 questões abertas, com o objetivo de coletar informações a respeito do contexto de utilização da ferramenta, possíveis perfis de utilizadores para a aplicação, projetos correlatos e os pontos positivos e negativos da aplicação. Essa fase final é descrita a partir da próxima subseção.

9.2.2 System Usability Scale (SUS)

O SUS, é um questionário de fácil entendimento composto por 10 itens que abordam aspectos comuns de usabilidade, sendo que cada um deles possui 5 alternativas de respostas, variando de 1 a 5, onde 1 significa total discordância com o item e 5 seria a total concordância com o item. Esse sistema de escolha é chamado de escala Likert, e um exemplo dela é representada na Figura 55 (Brooke,1996).

Fonte: Brook (1996)

	Strongly disagree		Strongly agree
1. I think that I would like to use this system frequently			
	1	2	3
			4
			5

Figura 55 - Exemplo da escala Likert

O esquema utilizado para o cálculo da pontuação do SUS é desenvolvido da seguinte forma: primeiramente é realizada a soma da contribuição de cada item, onde cada um pode variar de 1 a 5. Para os itens 1,3,5,7 e 9 deve ser decrescido 1 a resposta de contribuição do usuário e em relação aos itens 2,4,6,8 e 10 o escore é decrescido de 5 na escala. Após a coleta da pontuação de cada item, são somadas as pontuações e o resultado é multiplicado por 2,5 (Brooke, 1996). Através disso, o resultado alcançado será o *índice de satisfação do avaliador*, que pode variar entre 0 e 100 (Brooke, 1996).

Nesse sentido, o sistema promove seu método de avaliação de usabilidade com base nas respostas das seguintes questões:

1. Eu acho que gostaria de utilizar este sistema frequentemente;

2. Eu achei o sistema desnecessariamente complexo;
3. Eu achei o sistema fácil para usar;
4. Eu acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para ser possível usar esse sistema;
5. Eu achei que que as diversas funções neste sistema foram bem integradas;
6. Eu achei que houve muita inconsistência neste sistema;
7. Eu imaginaria que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema rapidamente;
8. Eu achei o sistema muito pesado para o uso;
9. Eu me senti muito confiante usando esse sistema;
10. Eu precisei aprender uma série de coisas antes que eu pudesse continuar a utilizar esse sistema.

Visto isso, o questionário foi aplicado aos usuários, e como resultado dessa aplicação obteve-se um conjunto de informações que foram analisadas e, ao fim, calculado o score geral do SUS com base no que foi definido por Brooke (1996). Essas informações são detalhadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado da aplicação do questionário SUS

Avaliador	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
A1	5	1	5	1	4	1	4	1	4	1	
A2	3	3	4	1	2	2	4	4	4	1	
A3	5	2	4	3	5	1	5	1	4	3	
A4	3	2	4	1	2	4	4	1	2	1	
A5	3	2	3	1	3	4	5	1	5	1	
A6	2	4	4	1	4	3	4	1	4	1	
A7	5	2	4	1	4	2	4	1	4	2	
A8	4	1	3	1	3	1	4	1	4	1	
A9	4	1	5	1	4	2	5	1	5	1	
A10	2	4	2	4	3	3	2	1	2	1	
A11	3	4	5	2	4	2	5	1	4	2	
A12	5	1	5	1	5	1	2	1	4	1	
A13	5	2	3	4	4	2	4	2	4	1	
A14	3	2	4	1	4	2	4	1	4	3	
A15	4	4	5	1	5	1	5	1	4	2	
A16	1	4	4	2	2	5	2	2	2	4	

A17	4	1	5	1	3	4	3	1	5	1	
A18	3	2	4	4	3	2	4	1	3	1	
A19	5	1	5	1	5	1	5	1	5	4	
A20	2	3	4	1	3	3	5	2	3	1	
A21	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	
Média	3,61	2,23	4,14	1,61	3,66	2,23	4,04	1,28	3,80	1,61	Resultado (P1+P2+...P10) *2.5
(I) M-1 (P) 5-M	2,61	2,76	3,14	3,38	2,66	2,76	3,04	3,71	2,80	3,38	75,71

Visto o apresentado na tabela 4, foi realizado o cálculo médio a respeito de cada uma das dez respostas, e após isso foi feita a conversão da informação para dar suporte ao cálculo definido no sistema. O 'I' da tabela, representa as colunas ímpares e o 'P' as colunas pares. De acordo com Boucinha (2013), alguns estudos relataram uma média padrão para a aplicação do questionário em alguns ambientes com diferentes tipos de interface. A média do *score* identificada para as interfaces web é de **68,2**. Nesse sentido, a pontuação do SUS relatada nesse estudo se apresentou maior que a média descrita por Bangor et al (2009 apud Boucinha, 2013), resultado em um *score* final de **75,71**.

Por fim, a escolha do SUS como questionário de avaliação foi feita principalmente por se tratar de um método bastante utilizado no processo de avaliação de usabilidade na literatura, além de ser uma ferramenta gratuita e com um número pequeno de questões, ajudando mais no processo de aceitação da pesquisa por parte dos avaliadores.

9.2.3 Contexto de utilizações da ferramenta

No que diz relação as áreas em que a ferramenta pode ser utilizada, a prototipagem, como já era esperado, foi a mais citada entre os usuários avaliados, porém sendo correlacionada muitas vezes com outras áreas, como design e educação por exemplo. Segundo o participante **P2** a ferramenta pode servir para *“Aulas introdutórias a prototipação de sistemas embarcados, tanto para pessoas da área, quando pessoas de outras áreas relacionadas e.g. Design.”*, sendo similar ao discurso do usuário **P1** que ressaltou que a ferramenta também pode ser usada no contexto *“Educativa, workshop, curso, aula, repositório de projeto”*. Uma relação dos contextos prováveis é exposta na Figura 56.

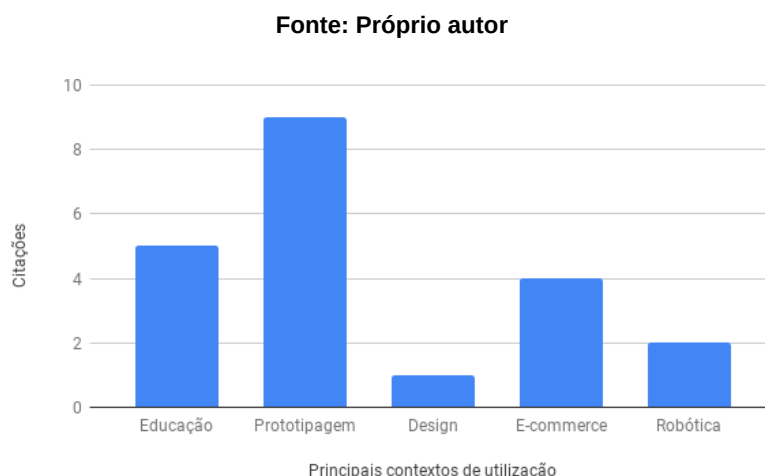


Figura 56- Prováveis contextos de utilização da ferramenta pelos avaliadores

Outro contexto citado pelos avaliadores, foi a possibilidade de utilização da ferramenta como forma de comércio eletrônico, no momento onde se relata que *“A ferramenta poderia ser utilizada em e-commerce ou academicamente para verificação de recursos disponíveis e suas características.”* (P12). As citações no cenário da robótica estão bem interligadas ao contexto educacional, onde se relata que a ferramenta poderia servir como *“Auxílio a professores, por exemplo, que buscam trabalhar com robótica e não sabem muito bem o que adquirir.”* (P13) e também *“Para o desenvolvimento de robôs”* (P10).

Em razão disso, pode-se inferir outros contextos para utilização da ferramenta que não estavam no foco inicial do desenvolvimento, como o educacional e e-commerce. Dessa forma, futuramente a ferramenta pode ser adaptada a novos contextos, e com isso ampliar e adaptar a exibição de informações para esses novos ambientes.

9.2.4 Perfis dos usuários em potencial

A grande maioria dos usuários participantes disseram que o público *maker* e os entusiastas seriam os mais beneficiados pela ferramenta, sendo seguido pelo estudantes e profissionais da robótica, eletrônica e mecatrônica. O avaliador P2 diz que *“iniciantes seriam os principais beneficiados, mas pessoas com mais exp podem estar procurando algo que seja compatível com seu sistema”*. O participante P11 ainda destaca que a plataforma seria útil para *“Pessoas que*

trabalham com esse tipo de componentes e pessoas que querem começar, pois explica bem sobre cada peça.”.

Outra evidência do público entusiasta é que ele pode ser derivado de uma série de áreas que não necessariamente tem alguma ligação com computação, como relata o usuário **P5** sobre perfis diferentes: *“Usuário mais leigo de outras áreas fora da área de computação que não necessariamente sabem realizar as buscas corretas no google.”.* Outra confirmação que a ferramenta é de fácil utilização para iniciantes, é feita pelo participante **P13**, dizendo que o *“Profissional de computação física recém-chegado na área.”* também seria beneficiado com as funções do sistema.

O público principal da ferramenta é bastante evidenciado pelos participantes, onde o usuário **P7** discursa dizendo que *“Desenvolvedores iniciantes ou makers sem experiência”* seriam o público ideal. A afirmação é repetida quando o usuário **P20** diz que os benefícios serviriam aos *“Makers, entusiastas e universitários das áreas de computação, eletrônica etc”* e também para *“Pessoas que tem interesse em ser makers”* segundo o participante **P18**. Um resumo dessas informações é representado na Figura 57.

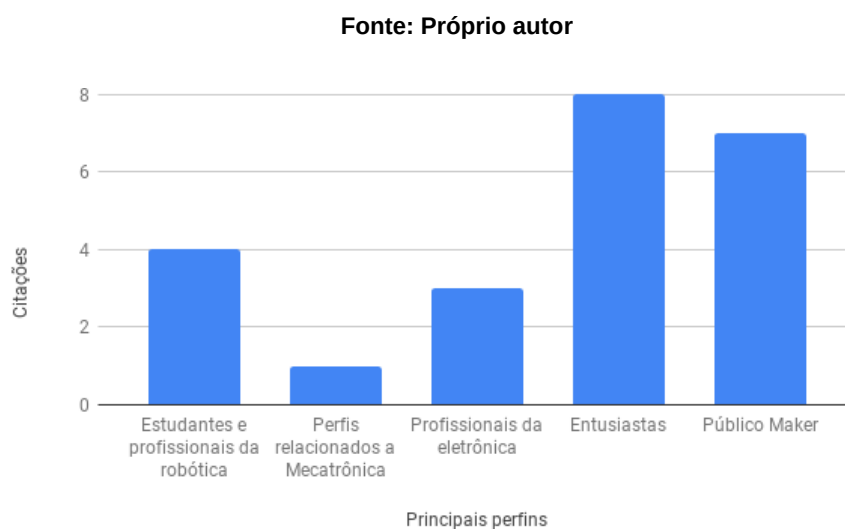


Figura 57 - Perfis prováveis de usuários para ferramenta citadas pelos avaliadores

9.2.5 Projetos relacionados

Alguns integrantes desse processo avaliativo citaram algumas ferramentas que ao entender deles possuem alguma correlação com o CatalogToMakers. Nesse

sentido, algumas pessoas preferiram ou não souberam responder, e outras apenas responderam que não conheciam, sendo registrado apenas o segundo caso. Dentre os projetos citados, dois já fazem parte dos projetos correlatos dessa dissertação, que é o caso do Mouser e a plataforma Filipeflop (utilizada como ferramenta de comparação na avaliação presencial). Alguns avaliadores dizem conhecer, mas não informam o nome específico da ferramenta, no caso em que se diz: “*Sim, geralmente utilizo aplicativos de listagem, mas todos os componentes são armazenados pelo nome dele em si*” (P6), ou quando “*um de memory cards com componentes que o professor utiliza na disciplina hackadeira*” (P2) sabe-se que existe o conhecimento sobre alguma ferramenta, mas não se sabe o nome. A imagem da Figura 58 descreve essa relação.

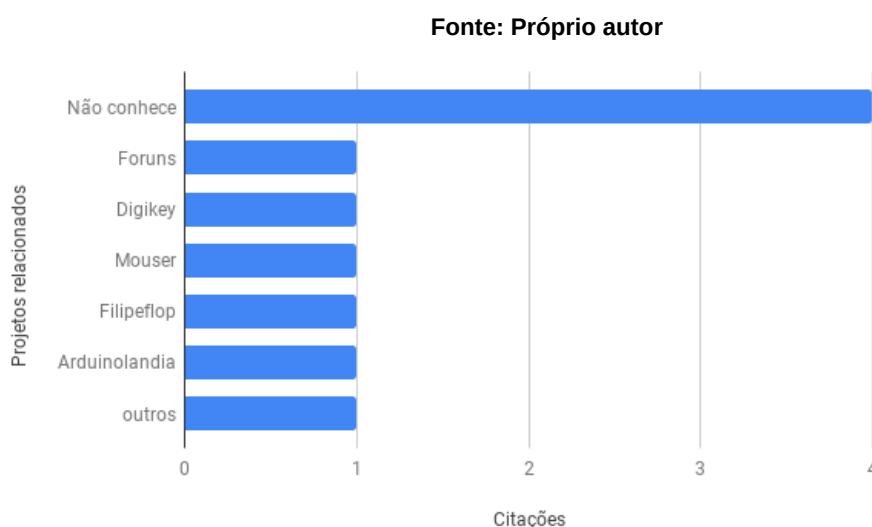


Figura 58 - Trabalhos relacionados citados

O participante **P1** diz que utiliza de fóruns para suas pesquisas, porem destaca boas características do CatalogToMakers, relatando que “*Conheço fóruns que tem um certo grau similaridade com esse projeto. De qualquer maneira essa estrutura do projeto atual me parece mais enxuta e simplista*”, e outro (**P21**) destaca que para esse processo utiliza apenas mecanismos de “*Compra e venda*”.

9.2.6 Pontos negativos e positivos

Segundo o citado pelos participantes, ser fácil de usar, intuitivo e rápido são os principais pontos positivos da plataforma. O participante **P1** esclarece essa informação em seu comentário dizendo que a plataforma é *“Simples, carrega rápido, intuitivo, prático, útil e funcional”*, outro usuário (**P6**) reafirma essa informação dizendo *“Usabilidade, facilidade e intuitividade no uso”* fazem parte do contexto de funcionamento da ferramenta.

Um outro ponto destacado, foi a ideia de compartilhamento de informação que o sistema propõe. O participante **P18** destaca que *“Poder compartilhar conhecimento relacionado a dispositivos eletrônicos e a projetos que os utilizam. Realizar comparações entre dispositivos.”*.

A organização da informação também foi mencionada, no momento onde se é retratado que existe *“Facilidade ao encontrar o componente q estou precisando no momento, comparando e escolhendo o melhor rapidamente e ainda é um projeto didático eu por exemplo conheci alguns componentes q eu não conhecia e aprendi sobre eles. Adorei essa ferramenta”* (**P19**), e também quando se fala sobre *“organização e conteúdos relacionados”* (**P17**) ou ainda quando o avaliador **P13** relata que o sistema *“Reúne diversas informações em um só lugar, sem necessariamente exigir do usuário um vasto conhecimento na área apresentada.”*. O gráfico da Figura 59 resume algumas dessas informações.

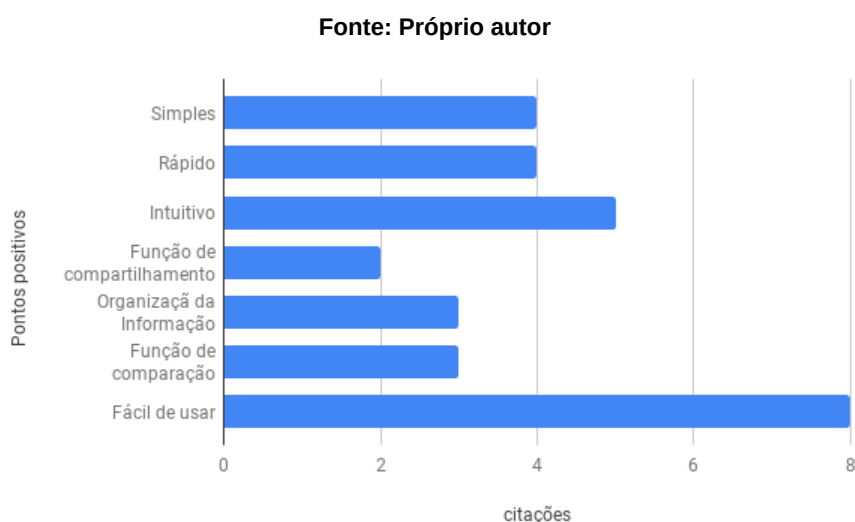


Figura 59- Principais pontos positivos

Como visto acima, ser intuitivo é uma característica bastante evidente aos olhos dos participantes. Conforme relata o participante **P12**, o sistema possui *“Boa usabilidade, visualização clara dos recursos disponíveis (intuitiva), navegação direta, resposta rápida.”*, sendo também confirmado pelo avaliador **P11**, onde ele se refere a plataforma como *“Fácil de usar, bastante intuitiva, aplicação bastante leve e rápida”*.

Sobre os pontos negativos, existiram muitos comentários a respeito de algumas inconsistências no momento de execução da plataforma. Algumas funcionalidades tiveram problemas registrados, e isso trouxe certos incômodos aos avaliadores. O avaliador **P18** relata que *“Alguns botões levam a rotas que não existem. Acredito que deveria ocorrer uma verificação dos dados atribuídos aos dispositivos”*, e outro também afirma dizendo *“Algumas telas a busca não estava funcionando o que me deixou um pouco confuso.”* (**P5**).

Outra característica que incomodou alguns participantes foi a interface, onde foram destacados em alguns depoimentos incômodos com o esquema de cores e com o tamanho de alguns componentes da tela, conforme comentário feito *“interface está muito desconfortável tanto em tamanho quanto em cores”* (**P2**) ou em *“Esquema de cores ruins”* (**P4**). A Figura 60, mostra uma síntese dos principais problemas da plataforma.

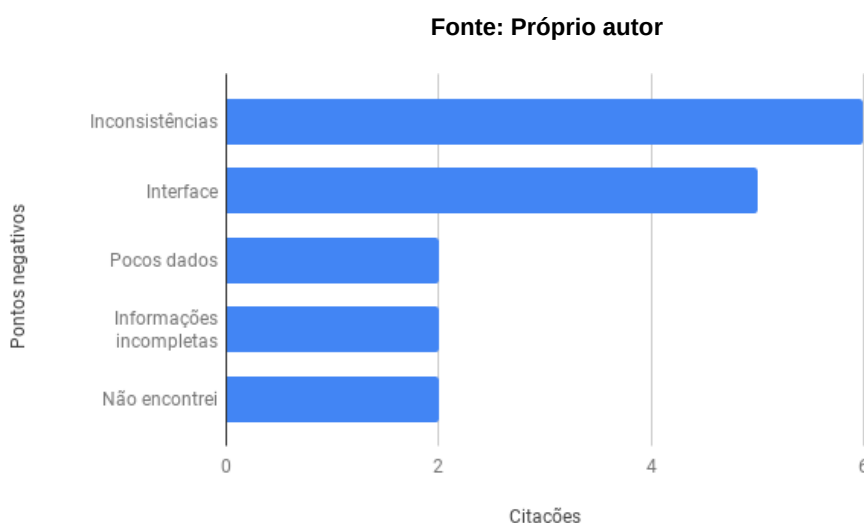


Figura 60 – Principais pontos negativos da ferramenta

Algo que também incomodou, foi a questão de conter poucos dados armazenados na plataforma. De acordo com o usuário **P5** “*Tinham poucos dados na ferramenta o que deixou a ferramenta mais simples de usar.*”, o usuário **P7** também opina dizendo “*Banco de dados pequeno*”. Se tratando de uma ferramenta colaborativa, isso é uma questão normal, já que a entrada dos dados será feita pelos próprios colaboradores, aprimorando com conjunto de dados armazenados.

Todos esses relatos e opiniões servirão como embasamento para trabalhos futuros, sendo considerado normal os problemas destacados por se tratar de uma versão ainda em fase de testes. Houve também quem não encontrou problemas com a plataforma, se demonstrando satisfeito com o processo de usabilidade proposto pela ferramenta.

10 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Conforme o que foi exposto nesse trabalho de dissertação, tem-se como conclusão de pesquisa a identificação da existência de meios para se aprimorar os modos de busca e recuperação das informações a respeito de componentes eletrônicos e projetos de computação física, possibilitando experiências menos desgastantes, mais eficientes e atrativas ao público *maker*.

A principal contribuição dessa investigação foi o desenvolvimento da plataforma CatalogToMakers, promovendo uma nova solução para o processo de recuperação e organização da informação, possibilitando uma busca mais eficientes por componentes e projetos utilizados na computação física. Seu diferencial em relação as plataformas já existentes é a união de várias funcionalidades importantes em uma única plataforma. Em um único local, o público *maker* pode realizar comparações entre componentes, estudar projetos e entender como cada coisa funciona e compartilhar suas próprias experiências e dúvidas com pessoas que estão passando ou que já passaram por tais experiências. Uma segunda contribuição foi a criação de uma Revisão Sistemática da Literatura, encontrando uma série de métodos de catalogação, organização e recuperação da informação que podem ser utilizados para dar embasamento ao desenvolvimento de novas ferramentas fundamentadas em métodos já bem difundidos na literatura.

O intuito colaborativo do CatalogToMakers e a indexação das informações utilizando linguagem natural promove uma melhor integração entre o público *maker*, tanto em relação aos componentes como na questão dos projetos, onde os usuários podem interagir com os desenvolvedores dos projetos e entender melhor como funciona os componentes.

Esse acesso centralizado a informação e a utilização de uma linguagem comum a todos, facilita mais a vida dos projetistas iniciantes, proporcionando a eles um melhor entendimento das informações dos componentes, assim como observado no processo de validação. Além disso, a melhoria do processo de acesso a informação promovido pelo ambiente é uma boa contribuição para redução do *time-to-market* dos produtos criados.

O fluxo de desenvolvimento do design do CatalogToMakers foi composto por uma série de ciclos de prototipagem e experimentos. Esse processo gerou

informações que serviram como base para o desenvolvimento de um projeto mais fundamentado e centrado nas necessidades do usuário, com a exibição apenas das informações necessárias para chegar mais rápido ao resultado desejado.

Se tratando das experiências envolvendo o CatalogToMakers, foi possível observar diversos aspectos diferentes a respeito dos pontos de vista dos avaliadores. De uma forma mais abrangente, a ferramenta foi bem-sucedida em todos os critérios de avaliação e em particular para os usuários menos técnicos (não especialistas). Mas de qualquer forma, melhorias em relação a interface podem aprimorar ainda mais a usabilidade da ferramenta, deixando-a com uma interação mais adequada a todos os públicos tidos como alvo durante seu processo de desenvolvimento.

10.1 Trabalhos futuros

Para o desenvolvimento dos trabalhos futuros, diversas recomendações obtidas no processo de validação final da ferramenta podem ser desenvolvidas. Sugestões como melhorias de alguns componentes da interface e um melhor gerenciamento das suas cores, podem ser bem úteis para aprimorar o processo de interação dos usuários finais com a aplicação. Além disso, a parte de projetos também pode ser melhorada, possibilitando ao usuário que for cadastrar as informações mais liberdade para descrever sua metodologia com a inserção de imagens e melhor formatação do texto que está sendo aplicado para o projeto.

A questão da portabilidade é outro fato bastante importante e que deve ser considerado. Muitas pessoas não têm tempo para acessar um computador ou não estão com um no momento de criação de seus protótipos, sendo importante que o projeto também funcione de maneira satisfatória em diferentes meios de visualização. Esse processo pode ser desenvolvido sem muitas dificuldades, já que a arquitetura da aplicação foi desenvolvida para dar suporte a esse tipo de modificação.

Outro ponto que também pode ser abordado na aplicação, é a inserção de gamificação para incentivar a inserção de componentes ou projetos na aplicação. Isso deve instigar mais a participação de colaboradores e acionar mais a função colaborativa da informação entre os usuários. Outra boa opção,

seria adicionar opções de compartilhamento dos projetos em redes sociais, possibilitando a divulgação da plataforma e dos trabalhos cadastrados.

Dessa maneira, o CatalogToMakers procura promover a integração entre entusiastas, *makers* e profissionais mais técnicos, buscando o compartilhamento colaborativo da informação sobre componentes e projetos de computação física, tendo em vista o crescimento desse tipo de público e as novas demandas inerentes da sociedade e da indústria em relação a essas tecnologias.

REFERÊNCIAS

AMBINDER, Déborah Motta; MARCONDES, Carlos Henrique. “As potencialidades da web semântica e web 2.0 para a ciência da informação e os novos formatos de publicações eletrônicas para a pesquisa acadêmico-científica”. EDICIC, v. 1, n. 4, p. 342-362, 2011.

ARAKAKI, Felipe Augusto et al. “Catalogação e tecnologia: interseções com a Web Semântica”. Informação@ Profissões, v. 6, n. 2, p. 03-19. 2017.

AUTRAN, Marynice Medeiros Matos, et al. "Revisão sistemática: revelações sobre gestão do conhecimento nos anais do ENANCIB." Biblionline 12.2, 84-100, 2016.

AZEVEDO, Maurício Maia Vinhas de. “Aportes da visualização da informação para sistemas de recuperação da informação”, 2015.

B. A. Kitchenham, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering", 2007.

BANGOR, Aaron; KORTUM, Philip; MILLER, James. “*Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale*”. *Journal of usability studies*, v. 4, n. 3, p. 114-123, 2009.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. “Primeiros Passos com o Arduino—2ª Edição: A plataforma de prototipagem eletrônica open source”. Novatec Editora, 2015.

BANZI, M. “Primeiros passos com o Arduino”. Novatec Editora Ltda. 2012.

BASTOS, Flavia Maria; VIDOTTI, Silvana Aparecida Borsetti Gregorio. “A interação do usuário com catálogos bibliográficos on-line de bibliotecas universitárias”. 2016.

BEZERRA, Darlene Alves; ALMEIDA, Carlos Henrique Marcondes de. "O modelo FRBR e a busca semântica na catalogação e recuperação de informações em ambientes digitais". 2013.

BOCCHI, N., Ferracin, L. C., Biaggio, S. R. "Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental". Química Nova na escola, 11(3), 2000.

BOUCINHA, Rafael Marimon, TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach." Avaliação de Ambiente Virtual de Aprendizagem com o uso do SUS-System Usability Scale". RENOTE, v. 11, n. 3, 2013.

BOUILLOT, Nicolas et al. "A Mobile Wireless Augmented Guitar". In: NIME. 2008. p. 189-192.

BROWN, Tim. "Change by design". 2009.

BRAZILEIRO, Ricardo Borges. "tAMARINO: uma abordagem visual para prototipagem rápida em computação física". 2013.

BRIGIDI, Fabiana Hennies, and Ana Maria Pereira. "Vocabulário controlado e folksonomia: indexação híbrida de caráter colaborativo no SIBI/UFSC". 2016.

BRITO, M. L.; Caribé, R. C. S. V. "Princípios da indexação por imagens". Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, v. 16, 2015.

BRITO, S. V, & ALBUQUERQUE, C. M. E. B. de. "Catálogos on-line: estudo do OPAC SIGAA/Biblioteca do sistemoteca da Universidade Federal da Paraíba e o AACR2." (2016).

BROOKE, John et al. "*SUS-A quick and dirty usability scale*". Usability evaluation in industry, v. 189, n. 194, p. 4-7, 1996.

CALEGARIO, Filipe et al. "A Method and Toolkit for Digital Musical Instruments: Generating Ideas and Prototypes". IEEE MultiMedia, v. 24, n. 1, p. 63-71, 2017.

CÂMARA, R. S.; Bufrem, L. S. “O uso de mapas conceituais como proposta para a organização e representação do conhecimento nos estudos sobre memória na ciência da informação”. Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, v. 14, 2013.

CASTRO, Fabiano Ferreira de; SIMIONATO, Ana Carolina; ZAFALON, Zaira Regina. “Aspectos relacionais entre ontologia e metadados: considerações interdisciplinares”. 2016.

CASTRO, Fabiano Ferreira de.; Santos, P. L.V. A. C. “Modelo para a descrição bibliográfica e interoperabilidade semântica”. XIV Encontro Nacional de Pesquisa em
Ciência da Informação. 2013.

CONALLEN, J. “Modeling Web Application Architectures with UML”. Rational Software, 1999. - Disponível na edição de outubro de 1999 (volume 42, número 10) da Communications of the ACM.

CONSTANTINO, D. Z., “Computação Física utilizando program-ME”. Assis, 2011.

COSTA, Maurício José Moraes; DA CONCEIÇÃO, Valdirene Pereira. “O Estado da Arte da produção científica em Catalogação nas regiões Norte e Nordeste”. RBBD. Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação, v. 13, p. 2198-2217, 2017.

COSTA, Christiane Ogg; PELEGRINI, Alexandre Vieira. “O design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar”. Design e Tecnologia, v. 7, n. 13, p. 57-66, 2017.

COSTA, W. F. C.; Souza, E. G. A. “Requisitos funcionais para registros bibliográficos-frbr: um estudo de sua aplicação em repositórios”. Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, v. 17, 2016.

CORDOVA, Tania; VARGAS, Ingobert. "Educação Maker SESI-SC: inspirações e concepção". In: CONFERÊNCIA FABLEARN BRASIL. 2016. p. 1-4.

CORRÊA, A. G. D., & de Deus Lopes, R. "A Criatividade através da expressão musical: uma interface gestual para composição musical interativa". *RENOTE*, 2(2). 2004.

CORRÊA, U., Pinto, A. R., Codas, A., Ferreira, D. J., & Montez, C. "Redes Locais sem Fio: Conceito e Aplicações". Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

DANTAS, Célia Medeiros; CÓRDULA, Flávio Ribeiro; ARAÚJO, Wagner Junqueira. "Análise Da Representação Da Informação Em Modelos Entidade Relacionamento Com Base Em Metadados". *Archeion Online*, v. 4, n. 1, p. 40-63, 2016.

DA SILVA, Jorgiana Ester de Macedo Costa et al. "CULTURA MAKER NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES". *Encontros Universitários da UFC*, v. 3, n. 1, p. 4115.

DA SILVA, Rhanna Henriques Guimarães; SILVEIRA, Naira Christofolletti. "Considerações sobre a catalogação de cervejas artesanais". *Biblionline*, v. 13, n. 2, p. 102-115, 2017.

DIAS, Célia da Consolação; LOURENÇO, Cintia de Azevedo. "Representação descritiva no domínio da história da arte: uma proposta para a construção de um banco de dados e uma biblioteca digital". 2013.

ESFAHANIAN, M., Mahmoodian, A., Amiri, M., Tehrani, M. M., Nehzati, H., Hejabi, M., & Manteghi, A. "Large lithium polymer battery modeling for the simulation of hybrid electric vehicles using the equivalent circuit method. *International Journal of Automotive Engineering*", 3(4), 564-576. 2013.

FERREIRA, Hiro Gabriel Cerqueira.” Arquitetura de middleware para internet das coisas”. 2014.

FERDOUSH, S., & Li, X. “Wireless sensor network system design using Raspberry Pi and Arduino for environmental monitoring applications”. *Procedia Computer Science*, 34, 103-110. 2014.

FIGUEIREDO, L. S. “A design method for building in-air gestural interactions”. In Universidade Federal De Pernambuco, doctoral thesis. 2017.

HARTMANN, B.; KLEMMER, S.R.; BERNSTEIN, M.; MEHTA, N.: d.tools: “Visually Prototyping Physical UIs through Statecharts”. *Extended Abstracts of UIST*. 2005.

JORDAN, B.; HENDERSON, A. *Interaction Analysis: Foundations and Practice*. *Journal of the Learning Sciences*, v. 4, n. 1, p. 39–103, 1995.

JOSHI, A. “Low Cost, Portable and Extendable Power Bank. *International Journal of Scientific & Engineering Research*”, 6(4), 87-89.2015.

KITCHENHAM, Barbara et al. “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering”. *EBSE Technical Report*. Version 2.3, 2007.

LIMA, W. D. “A Internet das Coisas. *TECNOLOGIAS EM PROJEÇÃO*”, 8(2), 67-78. 2017.

LOURENCO, C. A. “Análise do padrão brasileiro de metadados de teses edissertações segundo o modelo entidade-relacionamento”. 2005.

LU, Jia-Liang et al. “Wireless Interactive Sensor Platform for Real-Time Audio-Visual Experience”. In: *NIME*. 2012.

MACHADO, Raquel Bernadete; PEREIRA, Ana Maria. “Relações bibliográficas de conteúdo na descrição e acesso de recursos”. XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2016.

MEDEIROS, R., Calegario, F., Cabral, G., & Ramalho, G. “Challenges in designing new interfaces for musical expression.”. In *International Conference of Design, User Experience, and Usability* (pp. 643-652). Springer, Cham. 2014.

MIRANDA, E. R.; WANDERLEY, M. M. “*New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard*”. Middleton: A-R Editions, 2006.

MODESTO, Lisandro Rogério; FERNEDA, Edberto; SANTANA, Ricardo Cesar Gonçalves. “Proposta de metadados para descrição de recursos informacionais digitais criados dinamicamente”. 2013.

NIELSEN, J. “Usability inspection methods”. In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 413-414). ACM. 1994.

PICKLER, Maria Elisa Valentim; FERNEDA, Edberto. “Princípios para utilização de ontologias na indexação automática”. XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2013.

PORTO, M. P. and Eggert-Steindel, G. “A construção de um “lugar de memória” digital dos bombeiros militares catarinenses com uso da wiki”. In XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVII ENANCIB), 2016.

RAMALHO, R. R. A. S. “O modelo de dados skos: novas perspectivas no âmbito da representação do conhecimento”. Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, v. 17, 2016.

RESNICK, M.: “Sowing the Seeds for a More Creative Society. Learning and Leading with Technology”. s.l.: International Society for Technology in Education. 2007. Disponível em < <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Learning-Leading.pdf> >, Acessado em: 03/02/2019.

RIFKIN, J. "A sociedade com custo marginal zero". São Paulo: M. Books do Brasil, 2016

ROBERTS, C., Wright, M., Kuchera-Morin, J., & Höllerer, T. "Rapid Creation and Publication of Digital Musical Instruments". In *NIME* (pp. 239-242). 2014.

ROCHA, Luisa Maria; GONZALEZ, Marcos. "Jardim virtual: folksonomia como recurso de inclusão". 2014.

RODRIGUES, Virginia Lucia, and Ana Maria Pereira Cardoso. "O campo de estudos de usuários na ciência da informação brasileira: uma revisão sistemática da literatura." *Em Questão* 23.2. 2017.

SANTOS, Bruno P. et al. Internet das coisas: da teoria à prática. "Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos", 2016.

SANTOS, Paloma Maria, Airton Zancanaro, and Marina Nakayama. "Pesquisas qualitativas em Engenharia e Gestão do conhecimento: uma revisão sistemática." *Informação & Informação* 20.1. 2015: 209-227.

SANTOS, Raimunda Fernanda dos; CORRÊA, Renato Fernandes. "Análise e síntese dos diversos usos do termo" Folksonomia" no âmbito da Ciência da Informação". 2015.

SANTOS, Raimunda Fernanda dos; CORRÊA, Renato Fernandes. "Pesquisas sobre folksonomia no brasil: tendências e perspectivas". *Enancib*, v. 17, 2016.

SEGUNDO, José Eduardo Santarém. "Web Semântica: introdução a recuperação de dados usando SPARQL", 2015.

SCHONS, Claudio Henrique. "A contribuição dos wikis como ferramentas de colaboração no suporte à gestão do conhecimento organizacional". *Informação & Sociedade: Estudos*, v. 18, n. 2, 2008.

SILVA, D. L.; Souza, R. R. "Análise ontológica de requisitos funcionais para representação de documentos multimídia". *Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*, v. 16, 2015.

SILVA, Daniela Lucas da; SOUZA, Renato Rocha. "Representação de documentos multimídia: dos metadados às anotações semânticas". 2013.

SILVA, H. S.; Vieira, V. D.; Lazzarin, A. F. "A Importância da Arquitetura da Informação para fins de Recuperação da Informação nas Perspectivas dos Sistemas de Navegação e Busca". *Revista de Biblioteconomia e Ciência da Informação*. 2017.

SILVA, Márcio Bezerra da, and Zeny Duarte de Miranda. "Proposta de modelagem conceitual a partir da implementação da teoria da classificação facetada de Ranganathan em banco de dados." 2014.

SOUSA, A., Fidalgo, J., & Martins, P. "Baterias NiMH - Influência da intensidade de descarga na capacidade das baterias". 2015.

SOUZA, Elisabete Gonçalves de; COSTA, Wellington Freire Cunha. "Aplicação do modelo conceitual FRBR em repositórios institucionais: um estudo de caso". 2013.

SOUSA, Renato Tarciso Barbosa de. "A representação da informação: classificação e indexação automática de documentos de arquivo." 2014.

SOUSA, de O.; Tabosa. R. H. "A eficácia dos modelos de recuperação de informações: um estudo particularizado na Comunicação científica na web." 2015.

TARTAROTTI, Roberta Cristina Dal Evedove; FUJITA, mariângela spotti lopes. "A metodologia quantitativa da avaliação da indexação: um estudo comparativo da representação temática em catálogos coletivos online e em bases de dados de bibliotecas universitárias". 2016.

TARIQ, A. K., Ziyad, A. T., & Abdullah, A. O. "Arduino wi-fi network analyzer. *Procedia Computer Science*", 21, 522-529, 2013.

TAYEWO, O. O.; Morenikeji, A. "*Construction Of 4600mah Power Bank. Graduation Work. The Polytechnic, Ile Ife*", 2016.

THIOLENT, Michel. "Metodologia da pesquisa-ação". São Paulo, Cortez, 2005

VANDER WAL, Thomas. "Explaining and showing broad and narrow folksonomies".

2005. Disponível em:
<<http://www.vanderwal.net/random/entrysel.php?blog=1635>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2019.

VIEIRA, Jéssica Monique, and Fábio Assis Pinho. "Estudo da relação entre organização e visualização da informação a partir de sistemas de recuperação de informação." 2014.

VITORINO, Alanda do Valle, and Claudio Jose Silva Ribeiro. "Análise da arquitetura da informação do website do SIBI UNIRIO." 2014.

VOICHOSKI, Caio Murilo. "SIGO-Sistema Interno de Gestão Odontológica". 2009.

WANDERLEY, Marcelo M. et al. "SensorWiki. org: a collaborative resource for researchers and interface designers". In: *Proceedings of the 2006 conference on New interfaces for musical expression. IRCAM—Centre Pompidou*, 2006. p. 180-183.

WANDERLEY, M. M., & Depalle, P. "Gestural control of sound synthesis". *Proceedings of the IEEE*, 92(4), 632-644. 2004.

WANZELER, Tiago; FULBER, H.; MERLIN, Bruno. "Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo aliado ao conceito de Internet das Coisas (IoT)". XXXIV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações. Santarém, PA, p. 40-44, 2016.

Young, K. H. "Research in nickel/metal hydride batteries". 2016.

ZAFALON, Zaira Regina. "Simbiose entre catalogação e recursos tecnológicos: associações entre ciência da informação e linguística pelo viés dos registros bibliográficos automatizados". 2013.